

Б 633

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ
УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ
(УЛЬТРАКОРОТКИХ ВОЛН)

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ
проф. П. С. КУПАЛОВА
доц. Г. Л. ФУЛКЕЯ

ВИЭМ-1937

НКЗ — СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ
им. А. М. ГОРЬКОГО
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ФИЛИАЛ
ФИЗИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

ОБЩЕСТВО

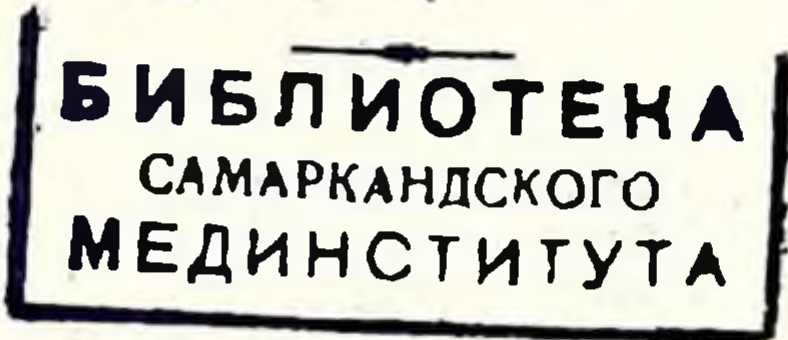
~~612.05~~
~~Б-633~~

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (УЛЬТРАКОРОТКИХ ВОЛН)

57
57

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ
ПРОФ. П. С. КУПАЛОВА и доц. Г. Л. ФРЕНКЕЛЯ

С ПРЕДИСЛОВИЕМ
ПРОФ. Л. Н. ФЕДОРОВА



15409

ИЗДАТЕЛЬСТВО ВСЕСОЮЗНОГО ИНСТИТУТА
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ им. ГОРЬКОГО
МОСКВА — 1937

ОБЩЕСТВО

МРРВ

Монография «Биологическое действие УВЧ» представляет экспериментальный материал нескольких лет работ Всесоюзного Института Экспериментальной Медицины, по вопросу биологического действия ультракоротких радиоволн и их использования в практической медицине.

Наряду с этим приводится ряд теоретических и обзорных статей по узловым вопросам биодействия УКВ. В книге даются основные сведения, как изготовлять необходимую радиоаппаратуру биологического типа, что особенно важно для периферии.

Монография является коллективным трудом следующих лиц: Е. А. Айзиковича, А. А. Алексеевой, Н. М. Андрияшевой, П. Н. Андреева, П. П. Астанина, Ф. С. Белицкой, Р. Е. Братковского, К. П. Голышевой, Т. А. Григорьевой, А. Т. Долинской, М. И. Елисейевой, О. И. Камбаровской, З. А. Канушиковой, А. М. Кугушева, Б. И. Лаврентьева, М. А. Лишиковой, О. В. Лялиной, Е. А. Недлер, А. В. Пономарева, А. И. Рапопорта, Л. О. Резниковой, Л. З. Рывлина, В. В. Татарнинова, О. Ф. Ушинской, Б. Г. Федорова, Г. Л. Френкеля.

ПРЕДИСЛОВИЕ

На целом ряде участков наша работа еще отстаёт от достижений зарубежной медицины. Это в большой степени относится к использованию в нашей медицинской практике ультракоротких радиоволн. В то время как за границей (в частности в Америке, во Франции и в особенности в Германии) почти каждая клиника и даже амбулатория имеют ультракоротковолновый генератор как обиходный физиотерапевтический прибор, у нас в СССР это дело еще находится в самой начальной стадии.

Точно так же обстоит дело и с соответствующей литературой: в то время как, например, в Германии в настоящее время выпущено четыре монографии по ультракоротковолновой терапии (Либэзи, Шлипкаке, Хоффа и Вейссенберга, Фрича и Шубарта) и сотни отдельных работ, мы не имеем ни одной собственной монографии по этому вопросу; имеются лишь переводная (Шлипкаке) и единичные оригинальные работы.

Внедрение УВЧ в нашу медицинскую практику, как одно из существенных мероприятий по реконструкции советской медицины, нельзя, конечно, производить ad hoc; здесь нужны определенные этапы предварительных мероприятий, которые в основном сводятся к: 1) конструированию типовых клинических генераторов, 2) изучению основ биодействия УВЧ — 3) подготовке соответствующих технических и медицинских кадров, ибо УВЧ не является индифферентным агентом и не может быть так просто передан лечебному персоналу.

Значительная часть этой работы по всем трем разделам взята на себя Л. С. Шлипкаке, который специально обобщил результаты двухлетней работы с рядом других отделов филиала составив книгу. Последняя содержит в основном фактически

Контролер № 18

Значительная часть этой работы по всем трем разделам взята на себя Л. С. Шлипкаке, который специально обобщил результаты двухлетней работы с рядом других отделов филиала составив книгу. Последняя содержит в основном фактически

монографии, выпускаемой Г. Л. Френкелем в этом году, которая осветит вопрос в целом как с точки зрения его теоретической, так и практической значимости.

Но и эта книга может дать много ценных указаний как для экспериментатора, так и для начинающих работников в области практического применения УВЧ, ибо в ней приведены существенные материалы по таким вопросам, как конструирование клинических генераторов, основные биологические реакции на УВЧ, общие особенности ее биодействия, наконец, некоторые данные по непосредственному лечебному использованию этого агента.

К сожалению, ряд причин внешнего характера несколько задержал выход этой книги в свет.

Л. Н. Федоров

ОТ РЕДАКЦИИ

Настоящий том является коллективным трудом 28 сотрудников ВИЭМ. Основная часть работ выполнена в физико-физиологическом отделении (зав.—проф. П. С. Купалов) отдела колебательной физики и в физико-биологическом отделе (зав.—доц. Г. Л. Френкель), реконструированном из отдела колебательной физики и физико-технического отдела (зав.—доц. А. М. Кугушев). Часть работ выполнена в комплексе с другими отделами (профессоров А. Д. Сперанского, Б. Л. Исаченко, Б. И. Лаврентьева), о чем везде сделаны соответствующие примечания.

Сентябрь 1936 г.

г. Ленинград



РАБОТЫ ВИЭМ ПО УВЧ (УКВ) В 1934—1935 гг.¹

Г. Л. Френкель

Основной задачей, стоящей перед нашим отделом с первого дня его существования, является внедрение ультравысокой электрической частоты (ультракоротких радиоволн) в медицину, как экспериментальную, так и практическую.

Собственно говоря, эта цель не является выдвинутой нами впервые: с момента открытия за границей биологического действия УВЧ к достижению этой цели были направлены устремления всех исследователей, посвящавших свою деятельность изучению биодействия этого физического агента.

Однако, к большому сожалению, на всю эту исключительно важную работу очень быстро, но зато основательно, легла печать разрыва между теорией и практикой, причем практика, как и всегда в подобных случаях, сначала неуверенно, ощупью, а потом все смелее, в конце концов достаточно многозначительно обогнала теорию, естественно оставаясь в то же время основательно слепой. Таким образом, в области лечебного использования УВЧ мы имеем еще один пример того, насколько «медицина не может ждать биологию» (Сперанский). Но в интересующей нас здесь области биология заставила себя ждать непростительно долго, ибо в данном случае она имела богатейшие потенциальные ресурсы для того, чтобы не заставлять себя ждать вовсе, поскольку в ее распоряжении оказались гораздо раньше, чем у медицины, совершенно исключительные технические возможности. Однако биология не сумела реализовать этих возможностей вследствие поразительного технического дилетантизма, который с первого же момента явился верным спутником огромного большинства биологов, работавших с УВЧ.

Поскольку же вся проблема биодействия УВЧ есть по сути дела лишь использование биологией одного из новейших

¹ См. также П. С. Купалов, Краткий обзор работ физико-физиол. отд. ВИЭМ Бюллетень ВИЭМ 1935, № 1.

достижений современной техники (радиоволны), то такой недостаток, который в других областях экспериментальной медицины мог бы оказаться лишь временной задержкой, оказался здесь длительно действующим и, главное, мощным тормозом.

Поэтому получилось, что к изучению биодействия УВЧ перешли, имея весьма несовершенную техническую базу, а к лечебному применению ее перешли почти без всякой биологической базы, чем создалась ситуация, чрезвычайно затруднившая всю последующую, уже более серьезно поставленную, работу—накопление огромного количества почти несопоставимых, а значит, и не поддающихся обобщению эмпирических фактов. В самом деле, возможно ли сопоставление или хотя бы самая простая проверка таких исследований, в отношении которых не только проверяющему неизвестны все те условия, в которых работал проверяемый, но и когда сам проверяемый не знает этих условий или во всяком случае не может всегда в точности их воспроизвести? И действительно, если только перелистать большинство опубликованных в интересующем нас здесь направлении исследований, то легко заметить, что авторы их сплошь и рядом не обращали почти никакого (или во всяком случае должного) внимания ни на количественную сторону своих воздействий (доза), ни на их качественную сторону (характер колебаний). В этом отношении достаточно будет сказать, что виднейшие авторитеты по лечебному использованию УВЧ [например, Л и б э з н и (Liebesny)], капитулируя перед трудностями дозиметрии, рекомендуют полагаться на термоощущения больного, что (не говоря уже о возможности расстройства этого ощущения) при наличии селективной прозрачности кожи для силовых линий поля ультравысокой частоты является не только неточным, но и прямо опасным. В области же биоэксперимента до сих пор не опубликовано ни одного исследования, которое бы показало или отвергло наличие разницы в действии затухающих и незатухающих колебаний, в то время как разноречивая клиническая литература полна работ, сделанных как на ламповых, так и на искровых генераторах. В такой же мере неосвещенным остается вопрос о значении для биоэффекта модуляции высокой частоты низкой частотой, в то время как целый ряд наиболее рекомендованных в печати генераторов выпускается заграничными фирмами с питанием непосредственно от сети переменного тока. Я уже не говорю о таком, несомненно, имеющем право быть поставленным, вопросе, как вопрос о значении для биоэффекта типа выпрямления там, где оно применяется, степени сглаживания пульсаций у выпрямителя и т. п. Можно себе пред-

ставить, как неизмеримо увеличиваются при такой постановке дела пестрота результатов и разноречивость выводов, неизбежные при исследовании каждой новой проблемы даже при хороших условиях работы.

Естественно поэтому, что первым этапом нашей работы явилась с и с т е м а т и з а ц и я всего этого большого и сумбурного по существу¹ материала; однако в силу приведенных выше причин эта систематизация не могла оставаться только обзорно-критической, а должна была стать э к с п е р и м е н т а л ь н о й, т. е. должна была начаться с проведения основных работ в точно известных и достаточно легко повторяемых условиях². Только на этой ясной базе может удастся разобраться в выводах остальных работ без их поголовной экспериментальной проверки. для которой, как ясно из изложенного выше, сплошь и рядом вообще нет никаких опорных точек.

Первым шагом на этом пути должно было стать и стало обеспечение наших исследований хорошей собственной радиотехникой, ибо изготавливаемые у нас в Союзе некоторыми институтами для целей эксперимента генераторы УВЧ являются с нашей точки зрения неудовлетворительными, а импортировать эту аппаратуру из-за границы, имея безусловно хорошую отечественную радиопромышленность, мы, естественно, считали недопустимым. Поэтому в результате двухлетней работы нами был создан ряд типовых генераторов, вполне удовлетворяющих современным требованиям как эксперимента, так и физиотерапии³.

Эти генераторы не только полностью удовлетворили наши собственные потребности, но мы смогли даже несколько экземпляров предоставить для эксплуатации в родственные нам по

¹ И даже по терминологии. См. К у г у ш е в А. М., Об однообразии терминологии при работах с ультракороткими волнами, этот сборник; он же, К вопросу о сущности действия токов УВЧ, Архив биол. наук, 38,794 (1935); он же, О физической сущности действия токов ультравысокой частоты, этот сборник.

² См. статьи: У ш и н с к а я О. Ф., Наши генераторы УВЧ, этот сборник; А н д р е е в П. Н., Метод расчета генераторов ультравысокой частоты, работающих на самовозбуждении, там же; он же, Описание конструкции генератора УВЧ типа ВИЭМ-5, там же.

³ Все исследования, результаты которых составляют эту книгу, выполнены на ламповых генераторах (т. е. на незатухающих колебаниях), питаемых через выпрямитель, причем остаточные пульсации везде сглаживались до 5%. Напряженность поля для равных условий опытов идентифицировалась (в пределах той же частоты) по описанному О. Ф. Ушинской в Бюллетене ВИЭМ за 1936 г. (№ 2) методу, при котором определяется в специальном (третичном) измерительном контуре. Конденсатор последнего имел следующие данные: размеры пластин 50×70 мм, расстояние между ними 35 мм; индикатором служили тепловые амперметры типа ТИР на 100 мА, 1 А, 2 А и 3,6 А. Особые подробности каждого отдельного случая приведены в соответствующих статьях.

тематике организации (отдел патофизиологии ВИЭМ, клиника экспериментальной физиотерапии ВИЭМ, Центральный красноармейский госпиталь в Ленинграде, I Ленинградский медицинский институт). Так как эти аппараты успешно выполняют свою задачу, то мы на основании всего накопленного опыта считаем возможным передать в ближайшее время основные типы наших генераторов в промышленность для их серийного производства.

Техническое обеспечение биоработ с УВЧ, естественно, не исчерпывается одним лишь удачным генерированием соответствующей энергии; еще недостаточно совершенной представляется техника передачи этой энергии объекту. И здесь литературные материалы, начиная от вопроса о типе электродов и кончая вопросом о распределении поля в объекте (даже гомогенном), весьма разноречивы. Поэтому нам пришлось экспериментально выяснить некоторые детали и в этом направлении, во всяком случае до такой степени, чтобы иметь собственное представление по таким основным моментам этого существенного для правильной постановки эксперимента вопроса, как методы локализации, выработка принципов определения поглощаемой объектом энергии, эталонирование интенсивности воздействия и т. п.¹

Непосредственное изучение самого биодействия должно было начаться с отыскивания тех общих черт, которые свойственны большинству случаев этого действия, т. е. с установления тех особенностей, которые присущи действию УВЧ на живой организм. Именно в таком пути мы усматривали наилучшую возможность начать экспериментальную систематизацию этого материала.

Наиболее привлекательным в этом отношении, естественно, представлялся вопрос о так называемом «специфическом» действии УВЧ, который, помимо своей большой спорности, должен стать краеугольным камнем при решении одной из важнейших задач изучения биодействия УВЧ—приращивание механизма этого действия. Как известно, под термином «специфическое действие УВЧ» в литературу проникло и твердо укрепилось понятие о сверхтепловом или, точнее, в нетепловом действии этого агента. Мы указывали неоднократно в печати как на необходимость уточнения

¹ См. Ушинская О. Ф., Некоторые вопросы технического обеспечения биоработ с УВЧ, Бюллетень ВИЭМ, 1936, № 2; Белицкая Ф. С., О типе электродных перчаток при работе с УВЧ, этот сборник; Долянская А. Т., О локализации действия УВЧ, там же; Татаринов В. В., О селективном тепловом эффекте электрических полей УВЧ, там же; Татаринов В. В. и Белицкая Ф. С., Замечание о дозировке УВЧ, там же.

этого термина и обогащения кроющегося за ним понятия, так и на исключительную методическую порочность почти всех без исключения исследований, посвященных выяснению этого действия¹.

Мы искали доказательств наличия этого действия на самых различных объектах и показателях (возбудимость мышц, работа изолированного сердца, процессы роста и размножения, некоторые реакции обмена, физико-химические изменения, вызываемые УВЧ в гетерогенных системах, и т. п.); при этом нам удалось наблюдать всего только два, но зато чрезвычайно закономерных и легко повторяемых примера экстратермального действия УВЧ—один из области органических, а другой из области неорганических процессов. Первый из них заключался в получении отрицательного хронотропного эффекта на изолированном сердце при включении поля, что мы, учитывая все условия, в которых протекал этот опыт², считаем весьма серьезным материалом для доказательства наличия специфического действия УВЧ в строгом смысле этого слова³, солидаризируясь в этом отношении с Ф л о м м о м (Plomm) и Л и б э з н и.

В дальнейшем было показано специальное влияние на иннервационный прибор сердца, выявленное изменением пороговой силы тока, необходимой для получения *vagus*-ного эффекта⁴.

Вторым чрезвычайно убедительным примером экстратермического действия УВЧ служат еще не опубликованные исследования, показавшие возможность угнетать действием УВЧ течение а н о р г а н и ч е с к о г о к а т а л и з а в таких условиях, где термический фактор не имеет ни места, ни значения⁵.

В ходе выполнения исследований по «специфическому действию» нам стало совершенно ясно, что расшифровка этой важной особенности не может быть проделана достаточно полно (во всяком случае в отношении гетерогенных систем, а значит, и всех биологических объектов) без детального предварительного

¹ См. Ф р е н к е л ь Г. Л., Использование ультракоротких волн в биологии и медицине, Врач. газета, 1935, № 10; о н ж е, Про особливості біодіяння ультракоротких хвиль, Експ. мед., 1935, № 2; о н ж е, Научная конференция физико-технического отдела ВИЭМ, Бюллетень ВИЭМ, 1935, № 4; о н ж е, Об особенностях биологического действия УВЧ, этот сборник.

² См. Л а в р е н т ь е в Б. И. и Ф е д о р о в Б. Г., Наблюдения над живыми синапсами при действии УВЧ на сердце лягушки (предвар. сообщ.), Бюллетень ВИЭМ, 1935, № 8/9 и этот сборник.

³ Подробную мотивировку см. Ф р е н к е л ь Г. Л., Об особенностях биологического действия УВЧ, этот сборник.

⁴ Р е з н и к о в а Л. О., Об изменении *vagus*-ного эффекта сердца под влиянием электрического поля (неопубликованные статьи).

⁵ Б р а т к о в с к и й Р. Е., Влияние УВЧ на неорганические катализаторы. Полностью работа появится в печати весной 1937 г.

изучения другой, может быть, не менее важной, особенности биодействия УВЧ—ее селективности. В самом деле, тепло, разно распределенное, естественно, будет вызывать разные биологические реакции, так что если характер одного из распределений принять за контроль, то другой характер распределения даже точно того же количества тепла будет неизбежно симулировать экстратермический эффект. Особенно демонстративными в этом отношении оказались работы с дрожжевыми культурами¹, главным же образом—исследование в отношении влияния УВЧ на возбудимость мышцы². В последнем случае удалось показать, что реакция на УВЧ и реакция на обычное («нейтральное») конвекционное тепло качественно одинаковы, но количественно (при той же интегральной температуре) совершенно различны. Тогда перед нами встал вопрос о необходимости произвести ряд систематических исследований в направлении селективности УВЧ как на физических моделях и химических реакциях, так и на живых объектах и биологических реакциях. И вот тут мы столкнулись с одним обстоятельством, особенно подчеркнутым, что техническая обеспеченность биоработ с УВЧ представляется на сегодняшний день сильно переоцененной. Мы уже указывали выше на плохую дозиметрию УВЧ как на момент, тормозящий исследовательскую работу с этим агентом, хотя мы и располагаем некоторыми, для ряда случаев, может быть, и достаточными, эталонирующими приборами³. Этот тормоз для исследований селективности действия УВЧ оказался преградой. Ведь само собой понятно, что для исследования селективного действия надо обязательно иметь равенство напряжения на пластинах конденсатора при разных частотах; приборы же, показывающие это напряжение, сами селективны, т. е. на разных частотах показывают разное.

Таким образом, перед нами встала задача срочного выдвижения принципа и создания конструкции такого высокочастотного вольтметра, показания которого не зависели бы от частоты, что нам и удалось выполнить к концу 1935 г.⁴; тем самым мы от-

¹ Г о л ы ш е в а К. П., Влияние УВЧ на дрожжевую культуру (предвар. сообщ.), Бюллетень ВИЭМ, 1934, № 3/4; К а н у н и к о в а З. А., Действие токов ультравысокой частоты (УВЧ) на некоторые микроорганизмы, этот сборник.

² Р е з н и к о в а Л. О., Влияние УВЧ на хронаксию поперечно-полосатой мышцы лягушки, Бюллетень ВИЭМ, 1934, № 8/9 и этот сборник.

³ См. об измерительных контурах (емкостных приборах) у О. Ф. У ш и н с к о й, Некоторые вопросы технического обеспечения биологических работ с УВЧ, Бюллетень ВИЭМ, 1935, № 2.

⁴ Работа проф. В. В. Т а т а р и н о в а и О. Ф. У ш и н с к о й будет в ближайшее время опубликована в Бюллетене ВИЭМ. Так как в работах, составляющих этот сборник, все измерения полей производились еще помощью третичных измерительных контуров (тепловой амперметр с конденсатором постоянной емкости, вносимый в поле), описанных в статье

крыли путь как к улучшению дозиметрии, так и к изучению селективного действия УВЧ.

Кроме этих двух сторон биодействия УВЧ, тот обширный материал, который мы накопили за истекший период, с большой отчетливостью выявил две чрезвычайно важные (в частности для практики) особенности УВЧ—**ф а з и о с т ь и п о с л е д е й с т в и е**.

Первая особенно отчетливо выявилась при изучении влияния УВЧ на процессы размножения и роста¹, обмен веществ², наконец, на некоторые секреторные процессы. Что касается последействия, то оно было прослежено особенно отчетливо на картинах углеводного³, азотистого и некоторых других ингредиентов обмена веществ⁴.

Большое значение выяснения этих особенностей для практики разобрано нами в специальной статье⁵, повторять которую здесь не представляется необходимым.

В этот же период были поставлены самые первые опыты в направлении выяснения механизма **б и о л о г и ч е с к о г о** действия УВЧ.

Здесь в соответствии с общеизвестной концепцией А. Д. Сп е р а н с к о г о было показано значение воздействия УВЧ на определенные отрезки нервной системы для стимуляции выработки агглютининов и гемолизинов¹ [между прочим, к такому

У ш и н с к о й (Бюллетень ВИЭМ, 1936, № 2), то в оценке разных биоэффектов, полученных на разных частотах, как о т о б р а ж е н и я с е л е к т и в н о с т и д е й с т в и я УВЧ, нужно быть очень осторожным, ибо, как сказано выше, сами приборы могут на разных частотах давать неодинаковые показания. При этом оказывается, что те приборы, на которых работали мы, имеют тенденцию завышать свои показания с увеличением частоты (наблюдение О. Ф. У ш и н с к о й), так что оценивать как селективный эффект можно лишь тот результат, где на более высокой частоте при том же показании амперметра получился или более сильный или хотя бы количественно равноценный эффект (тогда более сильным действием в данном случае будет обладать более высокая частота).

¹ Г о л ы ш е в а К. П., Влияние УВЧ на рост белых мышей, Бюллетень ВИЭМ, 1934, № 3/4 (предвар. сообщ.) и этот сборник; о н а ж е, Влияние УВЧ на потомство Бюлл. ВИЭМ 1934, № 3/4 (предвар. сообщ.) и этот сборник.

² А й з и к о в и ч Е. А., Влияние УВЧ на основной обмен у мелких животных, этот сборник; о н ж е, Изменение коэффициентов мочи у мышей под влиянием электрического поля ультравысокой частоты, там же: А й з и к о в и ч Е. А. и Б р а т к о в с к и й Р. Е., Влияние электрического поля УВЧ на соотношение зольных элементов у потомства животных, там же.

³ Е л и с е е в а М. И., Действие электрического поля ультравысокой частоты на гликемическую реакцию у кроликов, этот сборник.

⁴ Б р а т к о в с к и й Р. Е., О влиянии УВЧ на окислительные процессы и азотистый обмен, этот сборник.

⁵ Ф р е н к е л ь Г. Л., О некоторых особенностях биологического действия электрического поля УВЧ, этот сборник.

же результату независимо от Пономарева и одновременно с ним пришел Крайник (Krainik) во Францию; попытка получить тот же эффект с антитоксинами пока не увенчалась успехом².

Чувствительность нервной системы к УВЧ была продемонстрирована в работе, посвященной влиянию этого агента на регенераторную способность нерва³.

Относительно скромное место в тематике 1934—1935 гг. нашего отдела занимали вопросы влияния УВЧ на ферментативные процессы⁴ и на физико-химические свойства биокolloидов, хотя изучение биодействия УВЧ не может миновать этапа «простых моделей».

В этом невнимании к «простым моделям» (которые занимают в тематике 1936 г. видное место, ибо дают очень многое для изучения механизма физического и физико-химического действия УВЧ) мы в значительной степени повторили общую ошибку наших западноевропейских и американских предшественников. Правда, нами изучалось влияние УВЧ на проницаемость⁵, вязкость⁶ и рН сыворотки⁷, но эти работы все же имели в нашей тематике подсобное значение. Несколько особое по своему интересу место занимает в этом отношении установленный нами факт возможности влияния УВЧ на заряд гетерогенных систем; однако, прежде чем использовать этот факт в пользу экстрагермического действия УВЧ, необходимо еще подвергнуть выяснению целый ряд связанных с этим фактом деталей.

Весь материал, собранный нами за эти 2 года, показал не только наличие тех общих черт, которые присущи биодействию

¹ Пономарев А. В. и Камбарова О. И., Воздействие УКВ на нервную систему и реакции иммунитета, Бюлл. ВИЭМ, 1934, № 8/9 и этот сборник.

² Пономарев А. В. и Камбарова О. И., Неопубликованные материалы.

³ Григорьева Т. А., Влияние УВЧ на регенерацию нерва, этот сборник.

⁴ Братковский Р. Е., Влияние электрического поля УВЧ на содержание глутатиона и каталазы в крови кроликов, этот сборник; Рапопорт А. И., Влияние УВЧ на амилолиз *in vitro*, Бюллетень ВИЭМ, 1934, № 3/4 (предвар. сообщ.) и этот сборник.

⁵ Рапопорт А. И., Влияние УКВ на объем эритроцитов, Бюлл. ВИЭМ, 1934, № 3/4; он же, Влияние УКВ на резистентность эритроцитов, Бюлл. ВИЭМ, 1934, № 3/4; Лялина О. В., Неопубликованные материалы.

⁶ Карапетян О. К. и Лялина О. В., Неопубликованные материалы.

⁷ Голышева К. П., Влияние УВЧ на рН сыворотки *in vitro*, этот сборник.

УВЧ и которые мы перечислили выше,— весь материал дал нам в руки целый ряд биологических тест-объектов, удобных для изучения различного характера влияний УВЧ. Так, например, нам теперь известно, что для изучения «острых» воздействий наиболее удобным тестом является сахарная кривая, а для «хронических» влияний и для прослеживания последствий—азотурия и коэффициент М ю л л е р а ¹. Все эти материалы мы в ближайшее время сможем обогатить, изучив их с точки зрения селективного действия УВЧ или, точнее, проследив на них это действие на основе новых выработанных нами методов дозировки.

Среди наших исследований по биодействию УВЧ имеются также наблюдения, сделанные и в отношении людей. Эти наблюдения сделаны в меньшей своей части по линии профессиональной вредности ², в большей—по линии лечебного использования УВЧ.

Материал по профессиональной вредности собран попутно и не носит характера вполне законченной работы, однако и то, что имеется в нашем распоряжении, заставляет поднять в соответствующих инстанциях вопрос об охранных мероприятиях в отношении работников с УВЧ. В ближайшее время запущенные вопросы изучения профессиональной вредности УВЧ вместе с техникой защитных мероприятий (экранировка и т. п.) вырастут в специальную тему нашего отдела.

Что же касается наших терапевтических наблюдений с УВЧ, то эти исследования могли бы и не стоять, конечно, в плане биологической лаборатории. Однако они получили право гражданства в нашем отделе потому, что в Ленинграде тогда еще ни одно из лечебных учреждений не пыталось более или менее серьезно проверить рекламируемые в заграничной печати успехи с этим агентом, а жизнь не ждет, и не каждое новое лечебное мероприятие, если только оно осуществляется достаточно грамотными людьми, может быть задержано до момента его полной теоретической разработки.

Осторожные опыты, которые были проведены в экспериментально-лечебном кабинете нашего отдела совместно с некоторыми клиниками ВИЭМ ³, показали, что та цель, достижение кото-

¹ См. А с т а н и н П. П., Биохимический анализ биодействия УВЧ, этот сборник.

² А н д р я ш е в а Н. М., VI Научная конференция физико-биологического отдела Лен. филиала ВИЭМ, Бюллетень ВИЭМ, 1936; она же, О профвредности УВЧ, этот сборник.

³ Р ы в л и н Л. С., Опыт лечебного использования УВЧ, этот сборник.

рой было прокламировано нами выше как основная задача нашего отдела, имеет все основания быть верной.

Что касается наших ближайших перспектив в области изучения биологического действия УВЧ, то, поскольку эта тематика уже была подробно обоснована нами в другом месте, мы считаем, что повторение ее здесь не является необходимым, и отсылаем читателей к нашей соответствующей публикации¹.

¹ Френкель Г. Л., Пути развития изучения биодействия УВЧ и наши работы в этом направлении, Бюллетень ВИЭМ, 1932, № 2.

~~28572~~

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ
ФИЗИКО-ТЕХНИКА

20112

Бюджетное УВЧ

15409

№ ~~28572~~
SAMARQAND
MEDINSTITUTININ
KUTUBXANASI
БИБЛИОТЕКА
САМАРКАНДСКОГО
МЕДИЦИНСКОГО
ИНСТИТУТА



ОБ ЕДИНООБРАЗИИ ТЕРМИНОЛОГИИ ПРИ РАБОТАХ С УЛЬТРАКОРОТКИМИ ВОЛНАМИ¹

А. М. К у г у ш е в

В работы по ультракоротким волнам включился широкий круг исследователей—специалистов различных областей науки, и поэтому вполне естественно, что возникла необходимость, с одной стороны, приобщиться к терминологии, уже установившейся в радиотехнике, а с другой—узаконить ряд новых терминов, возникших в практике нового использования УКВ. Последнее обстоятельство, кстати сказать, вызвало тот осложняющий работу и обмен опытом терминологический разнобой, который имеет место в весьма разросшейся в настоящее время медицинской и биологической литературе по ультракоротким волнам и которому надо положить конец, тем более что речь идет в большинстве случаев о весьма элементарных и достаточно ясных понятиях. Эту задачу и преследует настоящая статья.

1. Прежде всего надлежит указать, что в радиотехнике под ультракороткими волнами (УКВ) подразумеваются волны, имеющие длину, измеренную в пустоте (в воздухе), от 1 до 10 метров. Более длинные волны—от 10 до 100 метров—называются короткими (КВ); волны свыше 100 метров—средними и длинными (ДВ). Волны короче 1 метра носят название дециметровых и меньше 0,1 метра—сантиметровых. Как известно, весь диапазон радиоволн лежит в левой части всего электромагнитного спектра, и самые короткие (сантиметровые) радиоволны значительно превосходят по своей длине самые длинные волны инфракрасного излучения. Таким образом, «укороченность» УКВ весьма относительна, и этот термин имеет смысл лишь для области радиоволн.

Несмотря на установившийся в практике биологических работ термин «ультракороткие волны» (УКВ), необходимо его заменить термином ультравысокой частоты (УВЧ), подразумевая под последней частоту изменений силы переменного электромагнитного поля или частоту переменного электрического тока

¹ Из физико-биологического отдела (зав.—доц. Г. Л. Френкель) Лен. фил. ВИЭМ.

и, соответственно, напряжения. Дело в том, что частота f и длина волны λ связаны формулой

$$f \cdot \lambda = v,$$

в которой v — скорость распространения электромагнитной энергии в данной среде. Величина v имеет разное значение для различных сред и определяется выражением:

$$v = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}} \text{ см/сек},$$

в котором $c_0 = 3 \cdot 10^{10}$ см/сек — скорость распространения электромагнитной энергии в пустоте, а ϵ и μ — диэлектрический коэффициент и магнитная проницаемость среды. В силу этого длина волны при одной и той же частоте изменения силы поля будет различной при переходе из одной среды в другую. Для воздуха

$$\epsilon \cong 1, \quad \mu = 1;$$

поэтому в воздушной среде

$$\lambda_0 = \frac{3 \cdot 10^{10}}{f} \text{ см} = \frac{3 \cdot 10^8}{f} \text{ м}.$$

В любой другой среде, с которой в частности приходится иметь дело физиологам, $\mu = 1$, но ϵ больше единицы ($\epsilon > 1$), вследствие чего в такой среде волна будет всегда короче, чем в воздухе, а именно:

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^{10}}{f \cdot \sqrt{\epsilon}} \text{ см}.$$

Кроме того, термин «волна» больше подходил бы, если бы мы в своей практике имели дело с большими объемами исследуемых сред, в которых, во-первых, укладывается хотя бы несколько целых длин волны, а во-вторых, были бы одинаково использованы электрическое и магнитное поля. В действительности же биологи и врачи обычно пользуются ограниченным пространством между пластинами конденсатора, где преобладают электрические силовые линии.

Наконец, за термин УВЧ говорит еще и то обстоятельство, что в практике радиосвязи термин «длина волны» теперь также не употребляется, и по постановлению Международного комитета радиопередачи характеризуются частотой.

Единицей частоты служат: 1 Hz^1 (герц) = одному периоду в секунду, и 1 kHz (килогерц) = 1 000 Hz. Приведенная табличка

¹ Сокращено от слова Hertz.

дает соотношения между длинами волн в воздухе и частотой для различных диапазонов. В америкапской литературе часто вместо «герц» и 1 mgHz (мегагерц) $= 1\,000\,000 \text{ Hz}$ употребляют слово «цикл» (и соответственно — «килоцикл» и «мегацикл»).

Название волн	λ (метры)	f (Hz)
Сантиметровые	0,01—0,1	$3 \cdot 10^{10}$ — $3 \cdot 10^9$
Дециметровые	0,1—1,0	$3 \cdot 10^9$ — $3 \cdot 10^8$
Метровые (УКВ)	1,0—10,0	$3 \cdot 10^8$ — $3 \cdot 10^7$
Короткие	10—100	$3 \cdot 10^7$ — $3 \cdot 10^6$
Средние и длинные	Больше 100	Меньше $3 \cdot 10^6$

2. На достаточном расстоянии от антенны мы имеем электромагнитное поле бегущей волны, т. е. пространство, в котором действуют одновременно магнитная и электрическая силы. В непосредственной близости у антенны образуется поле стоячей волны, в котором магнитная и электрическая силы взаимно сдвинуты по фазе на $1/4$ периода. Поэтому при работах на антенну следует пользоваться термином «**п е р е м е н н о е э л е к т р о м а г н и т н о е п о л е**». Между пластинами конденсатора, подключенного к источнику переменного напряжения, мы имеем также электромагнитное поле стоячей волны, однако в этом случае преобладает электрическая сила. Поэтому при работах на конденсатор следует пользоваться термином «**п е р е м е н н о е э л е к т р и ч е с к о е п о л е**».

Равным образом пространство в катушке, по которой протекает переменный ток, следует называть «**п е р е м е н н ы м м а г н и т н ы м п о л е м**».

Электромагнитное поле бегущей и стоячей волны можно получить и между параллельными проводами. Если на одном конце двух таких проводов включен источник переменной электродвижущей силы и другой конец их замкнут на сопротивление, которое полностью поглощает приходящую от источника энергию, то в проводах установятся бегущие волны тока и напряжения. В каждой точке вдоль линии будут одни и те же значения тока в проводах и напряжениях между ними. Если же на конце линии не будет поглощения энергии вовсе (линии разомкнутая или замкнутая коротко), то вдоль проводов образуются стоячие волны с образованием узлов и пучностей в определенных точках этих линий. В частности узлы тока и пучности напряжения будут в одинаковых точках.

3. Сила электромагнитного поля измеряется либо силой электрической составляющей E вольт/см, либо силой магнитной, составляющей H гаусс. Для случая электрического поля при

работе с конденсатором его силу (интенсивность) следует определять через выражение:

$$E = \frac{U \text{ вольт}}{d \text{ см}},$$

в котором U вольт—разность потенциалов между пластинами конденсатора или измеренное на них полное напряжение, d см—расстояние между пластинами. Данная формула верна для середины пластин, где можно считать силовые электрические линии равномерно распределенными.

Понятие о силе электрического поля E , а равно и о полном напряжении U , не следует заменять термином «мощность поля». Мощность, которую развивает генератор, есть энергия, поглощаемая в одну секунду объектом, размещенным между пластинами конденсатора. Величина мощности связана с силой поля следующей формулой:

$$P = (E \cdot l)^2 \cdot \sigma \text{ ватт.}$$

Здесь σ —полная проводимость объекта в $мо$, l —его длина в сантиметрах вдоль силовых линий. Когда воздушные зазоры между объектом и пластиной малы, то

$$P \cong U^2 \sigma \text{ ватт.}$$

Здесь необходимо подчеркнуть, что мощность, идущая в объект, есть полезная мощность, и она составляет только часть полной мощности УВЧ, развиваемой генератором. Другая часть всей мощности последнего идет на вредные потери в контурах, в соединительных проводах и т. п.

Идущая в анодную цепь генератора первичная (или, иначе, подводимая) мощность в свою очередь частично растрачивается на нагрев анодов (анодные потери), и по большей части только половина ее переходит в полную мощность УВЧ. Таким образом, полезная мощность, идущая в объект, есть часть полной мощности УВЧ; полная мощность УВЧ есть часть потребляемой мощности питающей сети. Полезная мощность, идущая в объект, обычно в зависимости от характера последнего бывает очень разной и представляет в практике медицинского использования УВЧ лишь небольшую долю полной мощности генератора.

В связи с изложенным под термином «мощность УВЧ генератора» следует подразумевать наибольшую полную мощность УВЧ колебаний, которую может развить данный генератор при сохранении своего нормального режима. Если же употребляется с соответствующей оговоркой характеристика генератора по «подводимой» мощности, то под словами «мощность УВЧ генератора» можно понимать половину «подводимой».

4. В связи с изложенным в п. 1 следовало бы считать установленный термин «облучение» неудачным. Однако нельзя

считать вполне приемлемым и другой термин, встречающийся в литературе, — «пронизывание». Так как в настоящее время больше нет других предложений, то условно можно рекомендовать применение первого, т. е. «облучение», как более общепринятого и связанного с радиоволнами общим корнем (radius — луч).



Рис. 1. Незатухающие колебания.

5. Переменное напряжение, создаваемое генератором, а равно вызванный им ток и электромагнитное поле могут иметь либо постоянную амплитуду, либо амплитуду изменяющуюся. В первом случае (рис. 1) мы имеем н е м о д у л и р о в а н н о е к о л е б а н и е

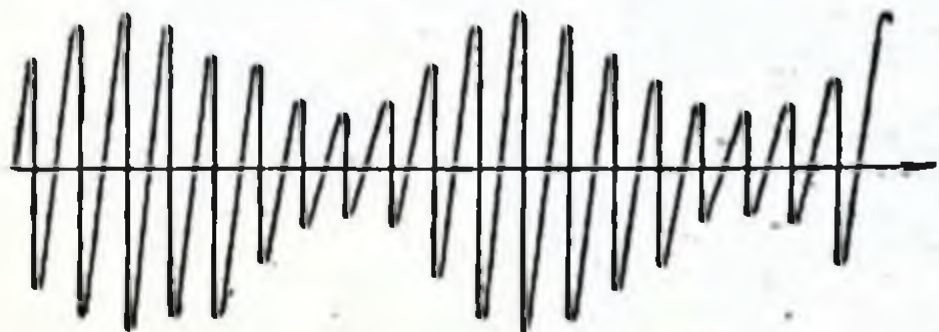


Рис. 2. Модулированные колебания.

(по старой терминологии н е з а т у х а ю щ е е к о л е б а н и е), тогда как во втором случае колебания следует называть м о д у л и р о в а н н ы м и. В частности если питающее ламповый генератор анодное на-

пряжение периодически изменяется, например, при работе с выпрямителем без достаточного фильтра, то мы будем иметь

случай простых модулированных колебаний (рис. 2). Если же этот генератор питается от одной фазы или от двух фаз сети переменного тока без выпрямителя, то колебания будут сложно модулированными (рис. 3 и 4). Искровые генераторы работают отдельными импульсами, периодически следующими друг за другом, поэтому колебания, создаваемые ими, являются очень сложно модулированными и для простоты называются по старой терминологии «з а т у х а ю щ и м и» (рис. 5).

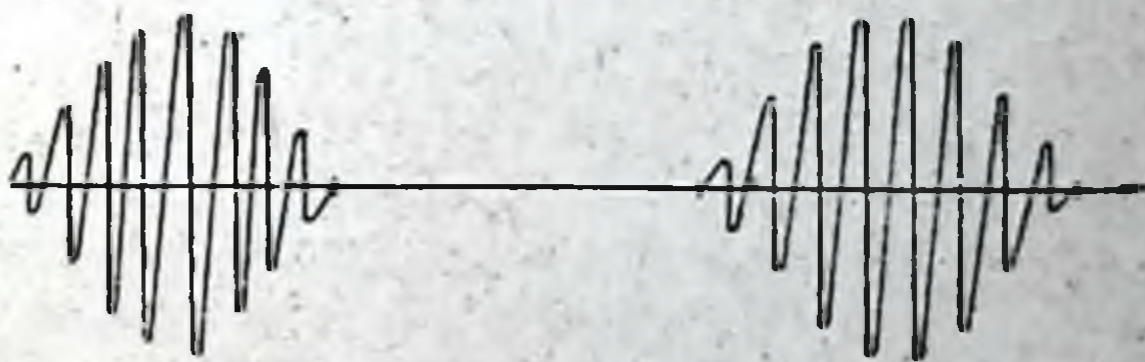


Рис. 3. Сложно модулированные колебания (питание генератора без выпрямителя).

Следует иметь в виду, что все перечисленные виды колебаний, за исключением первого, представляют собой спектры, правда, практически очень узкие. Только затухающие колебания обладают сравнительно широким спектром.

Диаграмма при наличии двух частот, имеющих небольшую разницу, будет подобна изображенной на рис. 4. Такие колебания, как известно, называются «б и е н и я м и».

6. Из двух терминов—«передатчик» и «генератор»—следует употреблять второй, так как в радиотехнике под передатчиком подразумевается совокупность генератора с антенной. В прак-

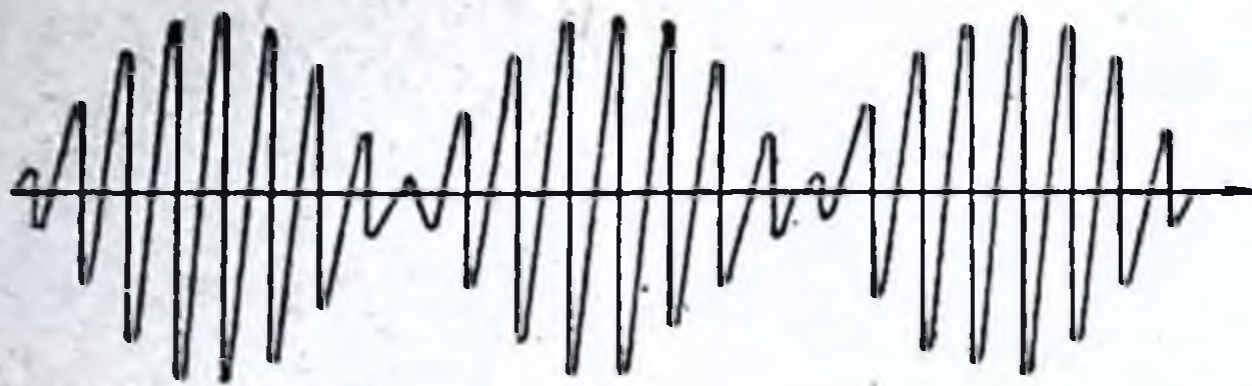


Рис. 4. Сложно модулированные колебания (биения).

тике медицинского использования УВЧ не приходится иметь дела с излучающими системами (антеннами).

Провода, соединяющие генератор с конденсатором, рекомендуется называть *фидером*. Название «*лежер*» не подходит, так как, во-первых, оно связано с наличием стоячих волн и, во-вторых, больше употребляется в радиотехнике для проводов, которыми градуируются волномеры.

Термин «конденсаторные пластины» кажется более подходящим, чем «обкладки». Термин «конденсаторные электроды»

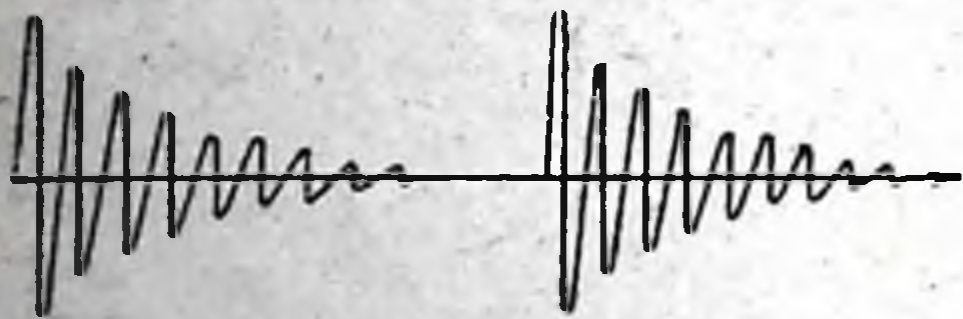


Рис. 5. Затухающие колебания.

следует употреблять в применении к изолированным пластинам, накладываемым и прикрепляемым к облучаемым местам. В отношении характеристики устройства между пластинами следует пользоваться двумя терминами: «рас-

стояние между пластинами» ($a-b$) и «зазор» ($c-d$), которые ясны из рис. 6, но очень часто путаются в литературе.

7. Простейший вид схемы лампового, иначе катодного или электронного, генератора изображен на рис. 7. Контур L, C, g, a —первичный контур, в котором возбуждаются токи УВЧ. Контур L_c, C_n, C_o вместе с фидером представляет вторичный контур, служащий для передачи колебаний из первичного контура в объект. Как правило, вторичный контур не должен влиять на частоту, и последняя должна определяться лишь полной емкостью и самоиндукцией первичного контура:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C_1}};$$

для этого связь вторичного контура с первичным должна быть *слабой*.

При слишком большой связи контуров возникает явление затягивания, заключающееся в том, что частота генератора с изменением емкости вторичного контура сильно меняется, и при некотором положении изменение частоты происходит

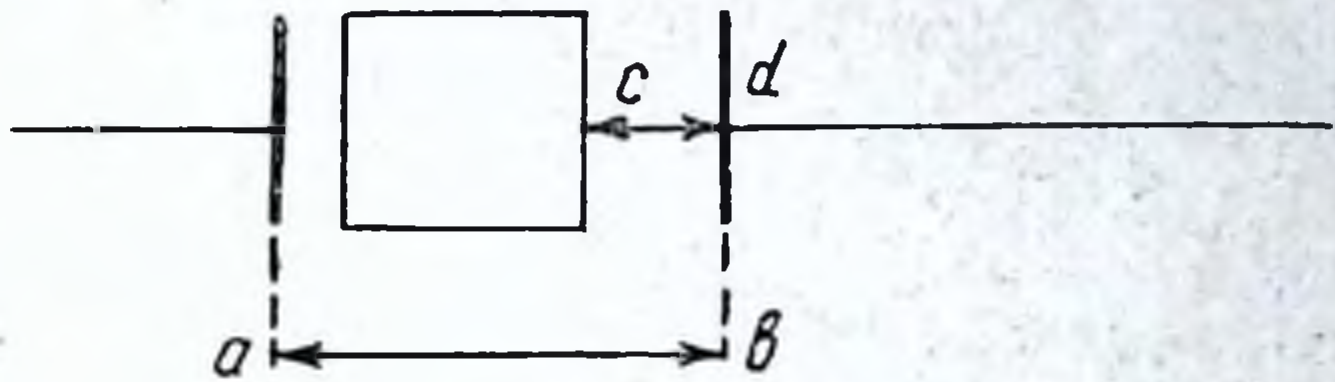


Рис. 6.

скачкообразно. В большинстве работ этого явления следует поэтому избегать.

Катушки самоиндукции— L_a —анодный дроссель, L_g —сеточный дроссель и L_k —дросселя накала—являются вспомогательными деталями генератора. Таковой же является и R_g —сеточ-

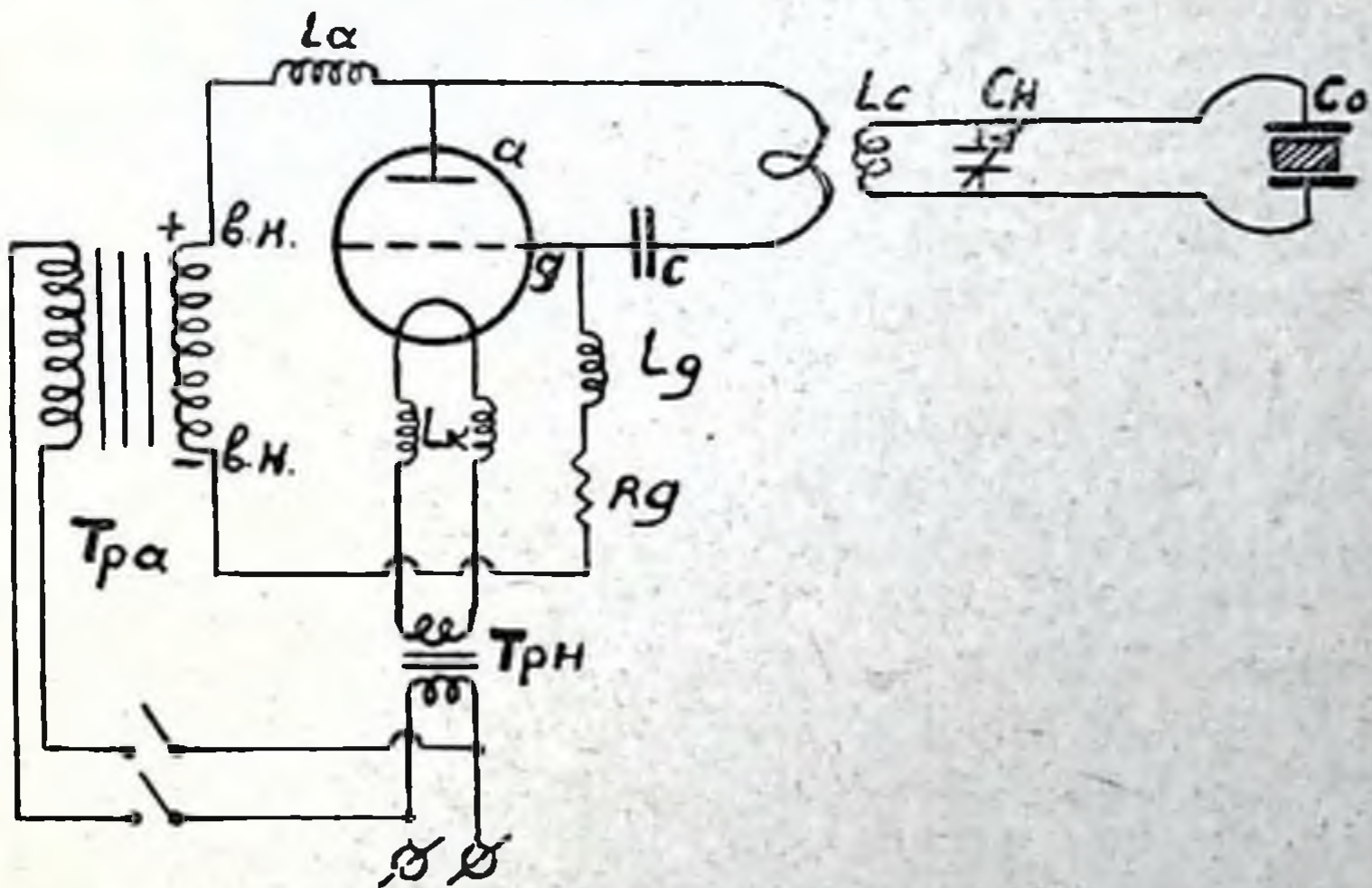


Рис. 7. Схема УВЧ-генератора.

ное сопротивление. Трансформаторы: T_{ra} —анодный, дает основную энергию, T_{rh} —служит для накала катода.

О термине «специфическое действие УВЧ», а также о тесно связанном с ним понятии «селективность», см. в статьях А. М. Кугушева и Г. Л. Френкеля в настоящем сборнике.

О ФИЗИЧЕСКОЙ СУЩНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ТОКОВ УЛЬТРА- ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ¹

А. М. К у г у ш е в

Введение

За последнее время в связи с развитием техники генерирования токов ультравысокой частоты (УВЧ) много уделяется внимания как практическим, так и теоретическим исследованиям действия токов УВЧ на биологические объекты и различные полупроводники. При этом работы ряда научно-исследовательских учреждений уже показали практическую ценность применения УВЧ не только для медицинских целей, но и для ряда технологических процессов (обработка различных продуктов).

При рассмотрении сущности действия токов УВЧ и при разработке соответствующей аппаратуры много дебатруется вопрос о том, имеем ли мы дело только с тепловым эффектом, или, помимо и независимо от последнего, токи УВЧ производят еще особое «специфическое» действие. При этом очень часто это особое действие рассматривается как какой-то совершенно новый физический процесс. Однако явления, которые производят токи УВЧ, тем не менее в общем виде понятны с точки зрения современной физики, и если здесь может возникнуть научная дискуссия, то это касается лишь частных случаев, причем в чисто практическом отношении она будет играть второстепенную роль. В самом деле, хорошо известно, что переменный ток любой частоты вызывает явление индукции в проводниках и поглощение энергии в полупроводниках. Однако с увеличением частоты большинство этих явлений сказывается более резко и качественно видоизменяется.

Эта качественная сторона явлений, вызываемых токами УВЧ, имеет громадное практическое значение для медицины

¹ Из физико-биологического отдела (зав.—доц. Г. Л. Френкель) Лен. фил. ВИЭМ.

и многих отраслей народного хозяйства. Достаточно указать, например, на два основных свойства токов УВЧ, имеющих это практическое значение. Во-первых, токами УВЧ можно осуществить прогревание объекта по всей его толще и без соприкосновения его с какими-либо частями аппаратуры; во-вторых, с помощью токов УВЧ можно получить селективное прогревание неоднородной среды, т. е. прогреть, например, внутреннюю ее часть, не выделяя тепла в наружных частях данного вещества.

Ряд работ, выполненных в ВИЭМ, позволяет сделать некоторые выводы о физической сущности действия токов УВЧ и о практической ценности их применения в медицине и технологии; эти выводы полезны также при рассмотрении вопроса о рациональном проектировании генераторов токов УВЧ.

§ 1. О коэффициенте поглощения энергии

Когда в электрической цепи (рис. 8а) имеется участок, поглощающий энергию электрического тока, то наблюдаемые значения напряжения E вольт и силы тока I ампер не дают еще представления о величине мощности. Действительно, только

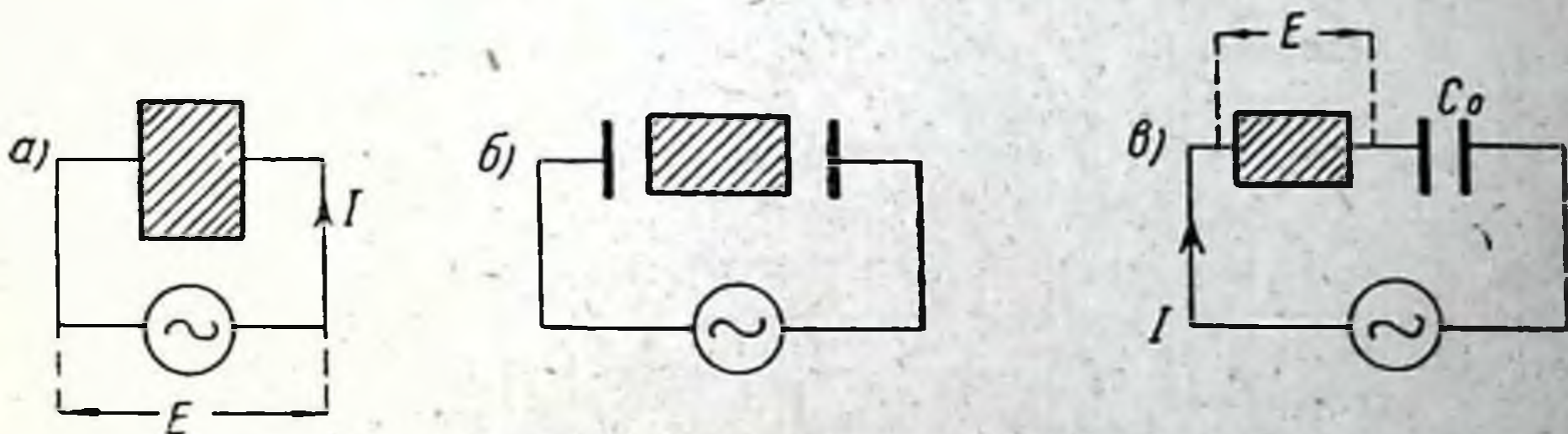


Рис. 8.

в том случае, когда мы имеем дело с постоянным током, произведение $E \cdot I$ является мощностью. Если же в цепи циркулирует переменный ток, то формула мощности имеет вид:

$$P = E \cdot I \cdot \cos \varphi,$$

где φ есть угол сдвига фазы между током и напряжением. Из этой формулы вполне естественно следует, что в том случае, когда колебания тока и напряжения различаются на $1/4$ периода, мощность оказывается равной нулю.

Если при наличии напряжения и тока в цепи не происходит поглощения энергии, произведение $E \cdot I$, как известно, называется реактивной (безваттной) мощностью, и в этом случае происходит взаимный обмен энергией каждую четверть периода между источником (генератором) и цепью. В общем же случае

цепи переменного тока это произведение ($E \cdot I$) называется кажущейся мощностью, а реактивная мощность определяется через произведение $E \cdot I \cdot \sin \varphi$.

Когда мы помещаем биологический или технологический объект между пластинками конденсатора (рис. 8б), то для дальнейших рассуждений мы можем такую цепь заменить другой, данной на рис. 8в, в которой воздушные зазоры заменены конденсатором C_0 , имеющим соответствующую емкость, а объект включен непосредственно в цепь. Напряжение, которое приходится на наш объект, при таком способе включения обозначаем тем же символом E вольт.

Поглощение электрической энергии обязательно связано с переходом ее в другой вид. Преимущественно это бывает тепловой вид, однако не исключены и такие случаи, когда поглощение электрической энергии будет вызвано химическими преобразованиями или такими процессами, где она играет лишь катализирующую роль. Тем не менее, во всех этих случаях количество поглощенной энергии может быть выражено величиной $\cos \varphi$, носящей поэтому название коэффициента мощности. Самый механизм преобразования энергии может быть также разнообразен. В отношении полупроводников он может являться, с одной стороны, следствием наличия просто электронной или ионной проводимости, т. е. энергия будет затрачиваться на перенос свободных зарядов, а с другой стороны, процесс преобразования энергии может обуславливаться либо деформацией молекул, либо, кроме того, вращением их, если у них не совпадают центры положительных и отрицательных зарядов (полярные молекулы по теории Дебая).

Независимо от характера того вида энергии, в который переходит электрическая энергия, и независимо от характера механизма этого преобразования, реальную цепь можно заменить эквивалентной электрической схемой, содержащей участок, поглощающий эту энергию. Если ток I по фазе отстает от напряжения E , то такая схема обязательно должна содержать индуктивность, т. е. участок, где преобладает магнитный поток. Если же, наоборот, как это и имеет место в большинстве интересующих нас случаев, ток I опережает по фазе напряжение E , то схема должна содержать емкость ввиду преобладания электрического потока. Таким образом, нашей эквивалентной схемой может быть, например, рис. 9а, в котором конденсатор C лишен потерь энергии, а параллельно приключенное к нему сопротивление R выбрано таким, что происходящие в нем потери при напряжении E равны величине их, имеющей место в реальном устройстве. На рис. 9б дан другой возможный вид эквивалентной схемы, в которой фиктивное сопротивление r , символизирующее поглощение энергии, включено последовательно с конден-

сатором C . В этом случае оно выбирается таким, чтобы потери энергии в нем при данном токе I равнялись потерям в реальном устройстве. Необходимо подчеркнуть, что при $\varphi < 0$, т. е. когда ток I по фазе отстает от напряжения E , в противоположность нашему случаю вместо конденсатора в эквивалентной схеме нужно изобразить катушку, создающую магнитное поле.

При изображении переменного тока I и напряжения E векторной диаграммой мы вынуждены (рис. 10) рисовать вектор I опережающим вектор E на угол φ , так как почти во всех случаях биологической и технологической практики ток по фазе опережает напряжение. В силу изложенного ранее этот ток можно рассматривать как сложный ток, состоящий из актив-

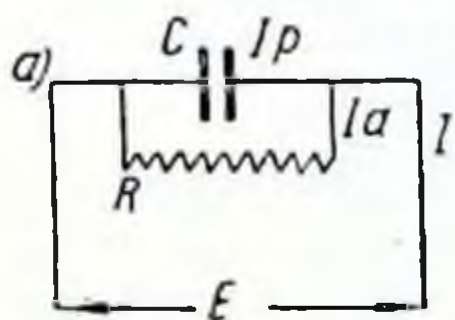


Рис. 9.

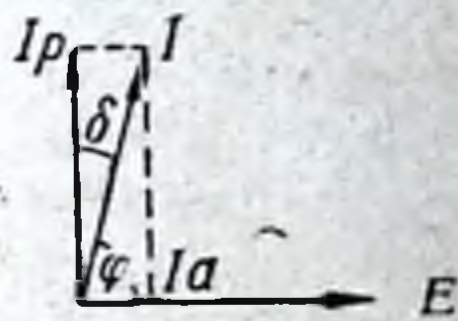
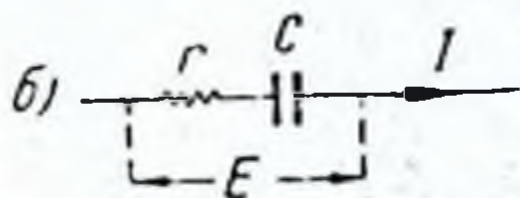


Рис. 10.

ного (ваттного) тока I_a и реактивного (безваттного) тока I_p . Раскладывая вектор полного тока I , имеющегося в действительности, на два вектора—один I_a , совпадающий по направлению (а значит, и по фазе) с напряжением E , а другой I_p , перпендикулярный ему,—мы получаем: $I_a = I \cos \varphi$, откуда $P = EI \cos \varphi = EI_a$. Это показывает, что ток I_a является действительно той частью полного тока, которая обусловлена поглощением энергии. Используя построенную диаграмму токов в применении к эквивалентной схеме (рис. 9a), мы должны предполагать, что I_a —активная часть тока—протекает по сопротивлению R , а реактивный ток I_p —через конденсатор C . В силу этого и на основании теории переменных токов можно для I_a и I_p написать следующие формулы:

$$I_a = \frac{E}{R}; \quad I_p = E \omega C.$$

Величины эквивалентного электрического сопротивления R и емкости C могут быть выражены соответствующими константами: удельной проводимостью σ и диэлектрической проницаемостью ϵ , которые в свою очередь могут быть найдены опытным путем или вычислены по физико-химическим свойствам данного вещества. Ввиду этого отношение I_a и I_p зависит также от этих свойств, т. е. имеет силу выражение:

$$\frac{I_a}{I_p} = \frac{1}{R \omega C},$$

в которое, кроме указанных величин, входит только лишь круговая частота ω переменного тока¹. Кроме того, отношение $\frac{I_a}{I_p}$, как нетрудно видеть из диаграммы рис. 10, равно тангенсу дополнительного угла:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{R \omega C}.$$

Если принять во внимание, что в большинстве интересующих нас случаев угол φ близок к $\frac{\pi}{2}$, а значит, угол δ мал, то, как известно из тригонометрии,

$$\cos \varphi = \sin \delta \cong \operatorname{tg} \delta,$$

в силу чего мощность может быть выражена вместо $P = EI \cos \varphi = EI \sin \delta$ через

$$P \cong EI \operatorname{tg} \delta.$$

Ввиду того, что в последнем выражении $\operatorname{tg} \delta$ дает меру мощности, и ввиду того, что он зависит от электрических констант вещества, его можно назвать коэффициентом поглощения электрической энергии. Обычно же он носит название тангенса угла потерь.

Величиной $\operatorname{tg} \delta$ можно пользоваться также для электрической характеристики вещества. В самом деле, если угол δ меньше 45° , то преобладает реактивный ток I_p , и подобное вещество поэтому может быть причислено к диэлектрикам. Наоборот, при $\delta > 45^\circ$ преобладает активный ток $I_a > I_p$, вследствие чего это вещество может быть причислено к проводникам. Таким образом, можно сделать следующую градацию:

при $\operatorname{tg} \delta < 1$ вещество является диэлектриком,

при $\operatorname{tg} \delta > 1$ вещество является проводником.

Если в выражении

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{R \omega C}$$

сопротивление R заменить через удельную проводимость $\sigma \frac{\text{мо. см}^2}{\text{см}}$, емкость C через диэлектрическую проницаемость среды ϵ^* , т. е. если воспользоваться формулами:

$$R = \frac{l}{S \sigma} \text{ ом}; \quad C = \frac{S \cdot \epsilon}{4\pi \cdot l \cdot 9 \cdot 10^{11}} \text{ фар.},$$

в которых $S \text{ см}^2$ —поперечное сечение объекта, перпендикулярное электрическим силовым линиям, а $l \text{ см}$ —длина объекта вдоль этих силовых линий, то коэффициент поглощения может быть выражен в виде:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1,8 \cdot 10^{12}}{\epsilon} \cdot \frac{\sigma}{f}.$$

¹ $\omega = 2\pi f$, где f —частота в Hz.

* Иначе—диэлектрический коэффициент.

Опыт показывает, что при изменении частоты в широких пределах ϵ и $\operatorname{tg} \delta$ во многих случаях очень мало изменяются. По этой причине обеими этими величинами очень удобно пользоваться для различных расчетов. Небольшая зависимость $\operatorname{tg} \delta$ от частоты, несмотря на то, что в последней формуле частота входит в знаменатель, объясняется тем, что с изменением f меняется и удельная проводимость σ таким образом, что их отношение $\frac{\sigma}{f}$ остается почти независимым от частоты. Это позволяет при расчетах полагать $\operatorname{tg} \delta \cong \text{const}$.

В тех случаях, когда исследуется очень большой диапазон частот или когда данное вещество в силу своих электрических свойств обладает $\operatorname{tg} \delta$, резко меняющимся с изменением частоты, приходится пользоваться уже аналитическими уравнениями, дающими его зависимость от частоты. Такого рода уравнения имеют различный характер, определяемый свойствами вещества. Как при постоянстве $\operatorname{tg} \delta$, так и тогда, когда он сильно изменяется с частотой, легче всего найти его значения экспериментальным путем для отдельных частот и путем интерполяции построить соответствующую кривую $\operatorname{tg} \delta = \bar{F}(f)$. Нахождение этой кривой теоретическим способом также возможно, если воспользоваться соответствующей гипотезой, объясняющей механизм поглощения энергии. В частности для некоторых случаев с достаточной достоверностью можно сделать подобное вычисление, если пользоваться теорией полярных молекул Дебая.

Большое практическое значение имеет зависимость $\operatorname{tg} \delta$ от температуры. При этом, как общее правило, мы имеем значительное возрастание $\operatorname{tg} \delta$ с повышением температуры. Это обстоятельство имеет важное практическое значение, и поэтому при расчете наиболее выгодной частоты оно должно быть обязательно учтено, вследствие чего может быть получен более высокий к.п.д.¹ генераторной установки.

Упомянутая теория полярных молекул, установленная Дебаем (Debye), раскрывая физическую картину поведения молекул под влиянием переменного электрического поля, дает математическую зависимость $\operatorname{tg} \delta$ не только от частоты, но и от температуры. Как известно, согласно этой теории у ряда веществ, молекулы которых содержат в частности группы ОН или NH_2 , наблюдается аномальная дисперсия и абсорбция энергии в области радиочастот. Молекула такого вещества, будучи в целом электрически незаряженной, обладает постоянным электрическим моментом в силу того, что центр положительных зарядов у нее не совпадает с центром отрицательных зарядов. Такую молекулу можно представить как диполь

¹ Коэффициент полезного действия.

с зарядами разного знака на концах, вследствие чего в переменном электрическом поле она будет вращаться. Электрическая поляризация подобного вещества будет поэтому складываться из поляризации, обусловленной деформацией молекулы, и из поляризации, обусловленной ориентацией ее. По теории Дебая аномальная дисперсия—уменьшение диэлектрического коэффициента с увеличением частоты—может быть объяснена исчезновением при высоких частотах поляризуемости, обусловленной ориентацией. Согласно Дебаю это явление будет наблюдаться при частотах, близких к $\omega\tau$, где τ —время (релаксации), которое требуется для возвращения молекул в прежнее беспорядочное расположение после мгновенного исчезновения внешнего электрического поля.

Необходимая математическая зависимость $\operatorname{tg} \delta$ легко находится, если обратиться к выражению так называемого обобщенного диэлектрического коэффициента ϵ_k , в которое входит не только показатель преломления, но и показатель поглощения для данной среды. Таким образом

$$\epsilon_k = \epsilon - j\epsilon_a^*.$$

Вещественная часть характеризует собой диэлектрические свойства среды, а мнимая часть — поглощение энергии средой.

Ток, проходящий через электрическое вещество, согласно формулам теории переменных токов, можно найти как произведение $j\omega Q$, в котором заряд $Q = C \cdot E$, или

$$Q = \frac{S \cdot \epsilon_k}{4\pi \cdot l \cdot 9 \cdot 10^{11}} \cdot E.$$

Подставляя в это выражение значение ϵ_k из предыдущего, найдем:

$$I = \frac{S}{4\pi \cdot l \cdot 9 \cdot 10^{10}} \cdot \omega \cdot \epsilon_a E + j\omega \frac{S}{4\pi \cdot l \cdot 9 \cdot 10^{11}} \cdot \epsilon \cdot E.$$

Первое слагаемое есть не что иное, как I — активная слагающая тока, а второе I_p — реактивная слагающая тока. Поэтому:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{I_a}{I_p} = \frac{\epsilon_a}{\epsilon}.$$

Так как по аналогии с $I_a = \frac{E}{R}$,

$$\frac{1}{R} = \frac{S}{4\pi \cdot l \cdot 9 \cdot 10^{11}} \cdot \omega \cdot \epsilon_a$$

и кроме того

$$\frac{1}{R} = \frac{S\sigma}{l}, \quad \omega = 2\pi f,$$

* $j = \sqrt{-1}$.

то можно написать:

$$\epsilon_a = 1,8 \cdot 10^{12} \cdot \frac{\sigma}{f},$$

откуда подстановкой в выражение для $\operatorname{tg} \delta$ находим:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1,8 \cdot 10^{12}}{\epsilon} \cdot \frac{\sigma}{f},$$

т. е. то же выражение, которое мы имели в начале настоящего параграфа.

С другой стороны, можно вывести уравнение

$$\epsilon_k = \frac{\frac{\epsilon_1}{\epsilon_1 + 2} + j\omega\tau \frac{\epsilon_0}{\epsilon_0 + 2}}{\frac{1}{\epsilon_1 + 2} + j\omega\tau \frac{1}{\epsilon_0 + 2}},$$

в котором ϵ_1 — статический диэлектрический коэффициент, находимый при $\omega=0$, а ϵ_0 — диэлектрический коэффициент, находимый при очень высоких частотах ($\epsilon_0 = \sqrt{\epsilon}$, где ϵ — коэффициент преломления при оптических частотах).

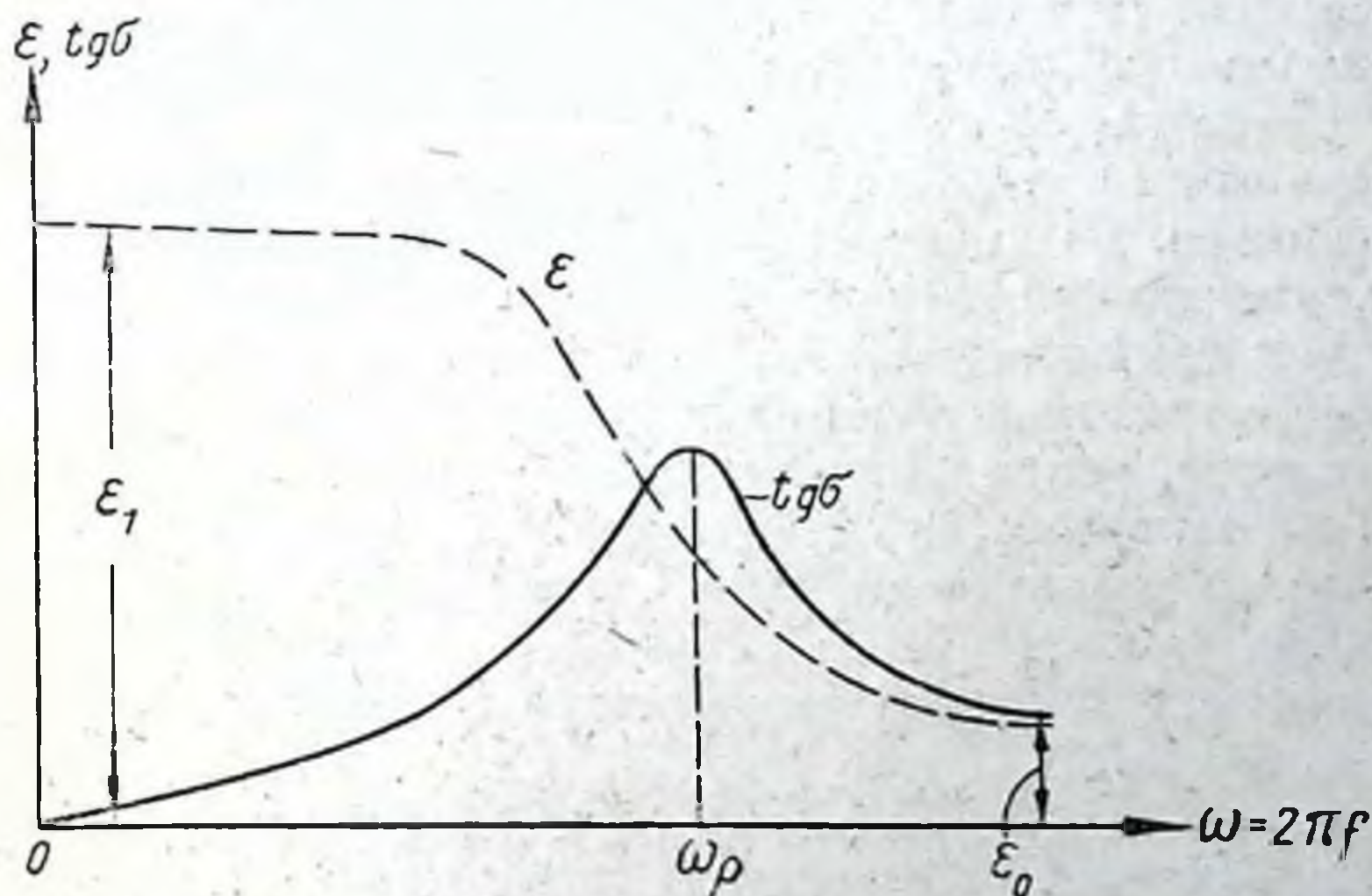


Рис. 11.

Теперь можно выразить $\operatorname{tg} \delta$ как функцию τ и ω , т. е.

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{(\epsilon_1 - \epsilon_0) \omega \tau}{\epsilon_1 \left(\frac{\epsilon_0 + 2}{\epsilon_1 + 2} \right) + \epsilon_0 \left(\frac{\epsilon_1 + 2}{\epsilon_0 + 1} \right) \omega^2 \tau^2}.$$

Эта функция (см. также рис. 11) имеет максимальное значение при

$$\omega_p = \frac{1}{\tau} \cdot \frac{\epsilon_0 + 2}{\epsilon_1 + 1} \cdot \sqrt{\frac{\epsilon_1}{\epsilon_0}},$$

а сам $\operatorname{tg} \delta$ при этом становится:

$$(\operatorname{tg} \delta)_{\max} = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_1 - \epsilon_0}{\sqrt{\epsilon_1 - \epsilon_0}}.$$

Когда $\operatorname{tg} \delta$ проходит через максимум, ϵ уменьшается от значения ϵ_1 до ϵ_2 .

Время релаксации $\tau = \frac{\text{const}}{\omega}$ зависит от температуры, уменьшаясь с возрастанием последней. В силу этого от ее величины будет зависеть и $\operatorname{tg} \delta$, а равно и то значение частоты ω_p , при котором он принимает максимальное значение.

Сильное возрастание $\operatorname{tg} \delta$ на определенной частоте есть не что иное, как полное или почти полное поглощение энергии данной средой при этой частоте, и если $\operatorname{tg} \delta$ делается больше единицы, то согласно ранее установленному можно считать, что эта среда меняет свою электрическую характеристику. Если принять согласно Дебая для обыкновенной температуры у воды $\tau = 0,25 \cdot 10^{-10}$ сек. и $\epsilon_1 = 81$, а $\epsilon_0 = 3$, то при частотах от $4,1 \cdot 10^8$ герц до $9,6 \cdot 10^9$ герц у нее $\operatorname{tg} \delta > 1$, а значит, при волнах от 72,6 до 3,14 см вода из диэлектрика делается проводником. Максимального значения $(\operatorname{tg} \delta) = 2,5$ у воды достигает при $f = 2 \cdot 10^9$ герц ($\lambda = 15$ см).

Надо отметить, что числовые результаты, полученные в данном примере, не вполне соответствуют наблюдениям. В частности, имеющийся экспериментальный материал позволяет думать, что значение частоты, при котором начинается сильное возрастание $\operatorname{tg} \delta$, в действительности выше, чем $9,6 \cdot 10^9$ герц¹. Это расхождение, однако, не столь существенно, ибо время релаксации можно принимать за параметр и находить его по экспериментальным результатам измерением $\operatorname{tg} \delta$ или проводимости σ . Ценность теории Дебая заключается в том, что она дает механизм явления сильного поглощения энергии в определенном спектре частот.

При наступлении явления полного поглощения энергии весь поступающий от генератора запас энергии целиком расходуется в цепи. Необходимо помнить, что при большом возрастании $\operatorname{tg} \delta$ нельзя писать приближенного равенства $\operatorname{tg} \delta \cong \sin \delta$, и для выражения мощности в этом случае следует пользоваться точной формулой

$$P = EI \sin \delta = EI \frac{\operatorname{tg} \delta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}}^*,$$

¹ Работа В. В. Татарина и О. Ф. Ушинской.

* Ибо из тригонометрии

$$\sin \delta = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}}.$$

а мерой поглощения энергии будет множитель

$$\frac{\operatorname{tg} \delta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}}.$$

В заключение настоящего параграфа отметим, что установленный нами коэффициент поглощения энергии в электрической цепи ($\sin \delta \cong \operatorname{tg} \delta$) не следует смешивать с коэффициентом поглощения амплитуды силы поля плоской волны, распространяющейся в данной среде. Эти коэффициенты имеют прямую физическую связь, но численно различны.

§ 2. Особенности действия токов УВЧ и шесть основных причины их применения

В предыдущем параграфе мы уже отметили, что количество поглощаемой диэлектриком энергии может быть выражено через мощность формулой:

$$P \cong E \cdot I \cdot \operatorname{tg} \delta.$$

Если в этой формуле исключить ток I , воспользовавшись приближенной формулой

$$I \cong E \cdot \omega C,$$

дающей ничтожную ошибку, когда $\operatorname{tg} \delta \cong 0,1$, то мощность можно будет вычислять по уравнению

$$P = E^2 \cdot \omega C \cdot \operatorname{tg} \delta.$$

Эта формула показывает, что при очень большой частоте получается более легкий переход электрической энергии в объект, или что вообще при $E = \text{const}$, $\operatorname{tg} \delta = \text{const}$ и $C = \text{const}$ объектом поглощается большее количество энергии при высокой частоте, чем при низкой. Конечно, увеличить мощность можно было бы и не увеличивая частоты, во-первых, путем увеличения напряжения и, во-вторых, увеличением поперечного сечения объекта, благодаря чему увеличивается его емкость C . Однако не всегда эти пути открыты. Действительно, при увеличении напряжения E мы можем достигнуть таких его значений, при которых в заданном веществе будет наступать электрический пробой. С тем же затруднением мы можем столкнуться и тогда, когда будем увеличивать сечение S . В самом деле, при заданном объеме обрабатываемого вещества, увеличивая S , мы будем уменьшать длину l см и тем самым увеличивать напряжение, приходящееся на единицу длины, т. е. электрический градиент в веществе, что, понятно, опять-таки приведет к пробоею последнего.

Таким образом, можно сказать, что первой причиной применения токов УВЧ для нагревания или других целей является

возможность избежать при этом электрического пробоя.

Когда форма объекта, т. е. его толщина и длина, задана, что означает, что заданной является величина емкости C , то при определенном значении напряжения E , ограниченного условием электрического пробоя, для необходимого нагрева придется выбрать и определенную частоту. В некоторых случаях величины C , E оказываются такими, что для нагрева необходимы токи УВЧ. Таким образом, второй причиной применения тока УВЧ можно считать наличие заданной формы объекта. Эта причина имеет место главным образом в практике медицинского использования токов УВЧ.

Из той же практики медицинского применения вытекает и третья причина, заключающаяся в том, что при токах УВЧ нет необходимости иметь непосредственный контакт объекта с пластинками (электродами) конденсатора. Благодаря очень высокой частоте сопротивление переменному току воздушного зазора, т. е.

$$X_c = \frac{1}{\omega C_0},$$

оказывается очень малым.

Четвертой причиной применения токов УВЧ является возможность прогревать с их помощью объект равномерно по всей его толщине или, наоборот, локализовать воздействие определенным образом. В самом деле, если мы имеем однородное тело и равномерное пронизывание его электрическими силовыми линиями, то поглощение энергии и развитие тепла будут иметь место в каждом элементе данного объема вещества. Равномерный прогрев вещества, собственно говоря, получается всегда при нагревании за счет диэлектрических потерь. Однако, как уже указано ранее, применение токов УВЧ облегчает условия поглощения энергии.

Эта возможность равномерного прогрева, помимо медицинских целей, имеет особенно большое значение для разных технологических процессов, так как такой способ нагрева позволяет ускорить процессы сушки. При обычном способе, когда тепло подводится извне и в середину вещества оно проходит за счет теплопередачи, которая к тому же у диэлектриков мала, процесс сушки идет очень медленно.

В качестве практического примера применения такого прогрева для медицинских целей следует указать на создание с помощью токов УВЧ так называемой искусственной лихорадки. Такой способ уже вошел в практику для лечения, в частности прогрессивного паралича.

Как уже указывалось, поглощение электрической энергии

данным веществом необязательно связано с переходом ее в тепло, поэтому и здесь следует говорить не только о возможности с помощью УВЧ равномерно прогревать объект, но и о возможности передать в глубь его электрическую энергию, идущую на другое преобразование, помимо выделения тепла. В самом деле, если принять теорию, выдвинутую акад. П. П. Лазаревым¹ и заключающуюся в том, что переменное электрическое поле создает повышенную концентрацию ионов у стенок биологической клетки, ведущую к выпадению коллоидов и в связи с этим к переводу клетки в возбужденное состояние, то УВЧ позволит произвести такой процесс на любой глубине и равномерно в случае однородной среды или с иным заранее заданным распределением. В данном случае электрическая энергия будет израсходована на физико-химическое преобразование.

Еще более ценной для медицины и в некоторой степени для технологии является возможность селективного прогрева токами УВЧ или опять-таки иного преобразования электрической энергии в диэлектриках, что и служит пятой причиной применения токов УВЧ. Дело заключается в том, что когда мы подвергаем воздействию УВЧ неоднородное вещество, имеющее в своем составе различные по электрическим свойствам части, то путем подбора частоты (длины волны) мы можем сосредоточить преимущественное поглощение энергии в любой из этих частей, например, воздействовать на любой внутренний орган биологического объекта и, в частности, прогреть его, не повышая заметно общей температуры всего тела.

Чтобы легче понять теорию селективного поглощения энергии, обратимся к рис. 12, на котором изображен объект, помещенный в конденсатор генератора токов УВЧ и состоящий из двух сред (1) и (2), имеющих различные электрические свойства, а именно: у первой среды удельная проводимость равна σ_1 , а диэлектрический коэффициент ϵ_1 , у второй же среды они равны соответственно σ_2 и ϵ_2 . При этом для обобщения принимаем, что $\delta_1 \neq \delta_2$ и $\epsilon_1 \neq \epsilon_2$. Теперь ставим задачу узнать, как распределяется поглощаемая всем объектом энергия между составными частями

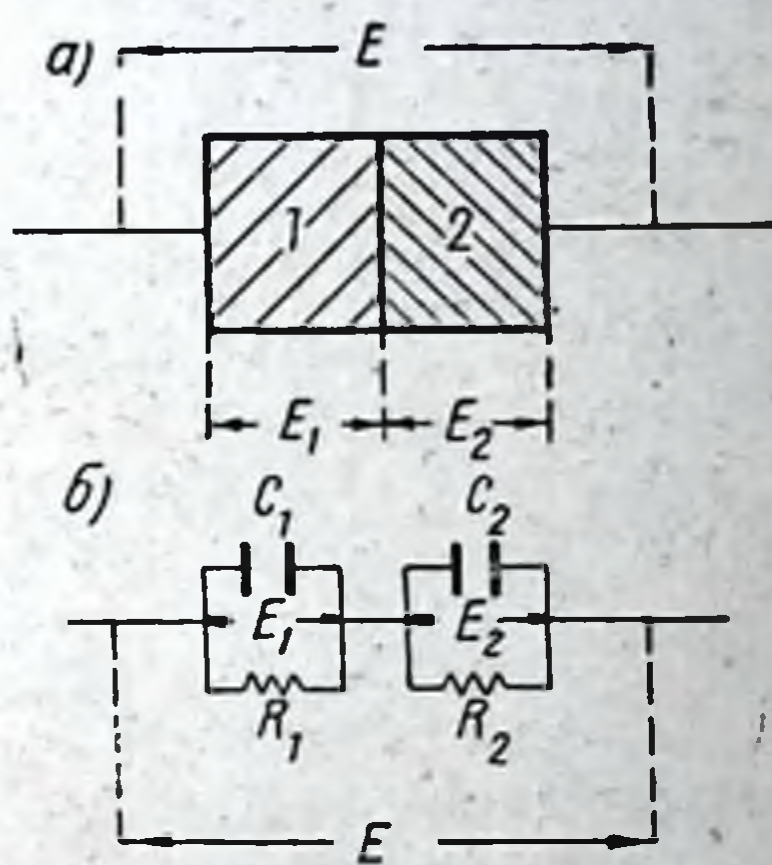


Рис. 12.

¹ Курортология и физиотерапия, 1935, вып. 5.

его (1) и (2) при неизменной амплитуде общего напряжения E , но при различной частоте.

Для решения этой задачи перейдем прежде всего к эквивалентной схеме (рис. 12б). На этой схеме каждая составная часть заменена соответствующим конденсатором с параллельно подключенным к нему сопротивлением. Общее напряжение распадается на два: E_1 и E_2 . Надо помнить, что в общем случае E представляет геометрическую, а не арифметическую сумму E_1 и E_2 . Только при постоянном токе, т. е. когда можно считать $f=0$, и при переменном токе, когда $\frac{\sigma_1}{\epsilon_1} = \frac{\sigma_2}{\epsilon_2}$, или, что все равно, $\text{tg } \delta_1 = \text{tg } \delta_2$, можно писать $E_1 + E_2 = E$.

Полагая толщину слоя каждой части (1) и (2) вещества одинаковой и E , σ_1 , ϵ постоянными, а $\omega = \text{variable}$, мы можем написать:

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = F_1(\omega); \quad P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = F_2(\omega),$$

где I_1 и I_2 — токи по сопротивлениям R_1 и R_2 . Желая отыскать распределение энергии в зависимости от частоты и пользуясь для этого теорией переменных токов, найдем следующую функцию:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 + R_2^2 \cdot \omega^2 \cdot C_2^2}{1 + R_1^2 \cdot \omega^2 \cdot C_1^2} \cdot \frac{R_1}{R_2}.$$

Так как поперечное сечение и толщина каждой части объекта одинаковы, то формула селективного действия в окончательном виде будет:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 + \frac{f^2}{\sigma_2^2} \left(\frac{\epsilon_2}{1,8 \cdot 10^{12}} \right)^2}{1 + \frac{f^2}{\sigma_1^2} \left(\frac{\epsilon_1}{1,8 \cdot 10^{12}} \right)^2} \cdot \frac{\sigma_2}{\sigma_1}.$$

На рис. 13 это уравнение изображено графически для трех случаев, а именно: кривая 1 для $\sigma_1 > \sigma_2$, кривая 2 для $\sigma_1 < \sigma_2$ и, наконец, кривая 3 для $\sigma_1 = \sigma_2$. Как видно из этих кривых, распределение мощности, приходящейся на каждую часть объекта, сильно зависит от частоты, и только тогда, когда $\sigma_1 = \sigma_2$, этой зависимости нет¹.

Предположим, что первая часть объекта (1) по заданию должна иметь преимущественное поглощение электрической энергии. Часть же (2) пусть служит оболочкой, которая, наоборот, не должна поглощать энергии; в медицине это могут быть какие-либо внешние органы, окружающие внутренний орган, а в тех-

¹ При условии, что и $\epsilon_1 = \epsilon_2$; в общем же случае прямая получится при $\frac{\sigma_2}{\epsilon_2} = \frac{\sigma_1}{\epsilon_1}$, или, что все равно, при $\text{tg } \delta_1 = \text{tg } \delta_2$.

нологии этой частью могут явиться стенки сосуда. Тогда найденные кривые приводят к весьма ценному практическому выводу: если удельная проводимость σ_1 полезной части вещества больше, чем σ_2 другой части, то необходимо пользоваться более высокой частотой, например, $f > 5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$ ($\lambda > 6 \text{ м}$), и тогда 80% всей затрачиваемой энергии будет поглощено этой полезной частью (см. кривую 1). Когда же мы имеем обратное со-

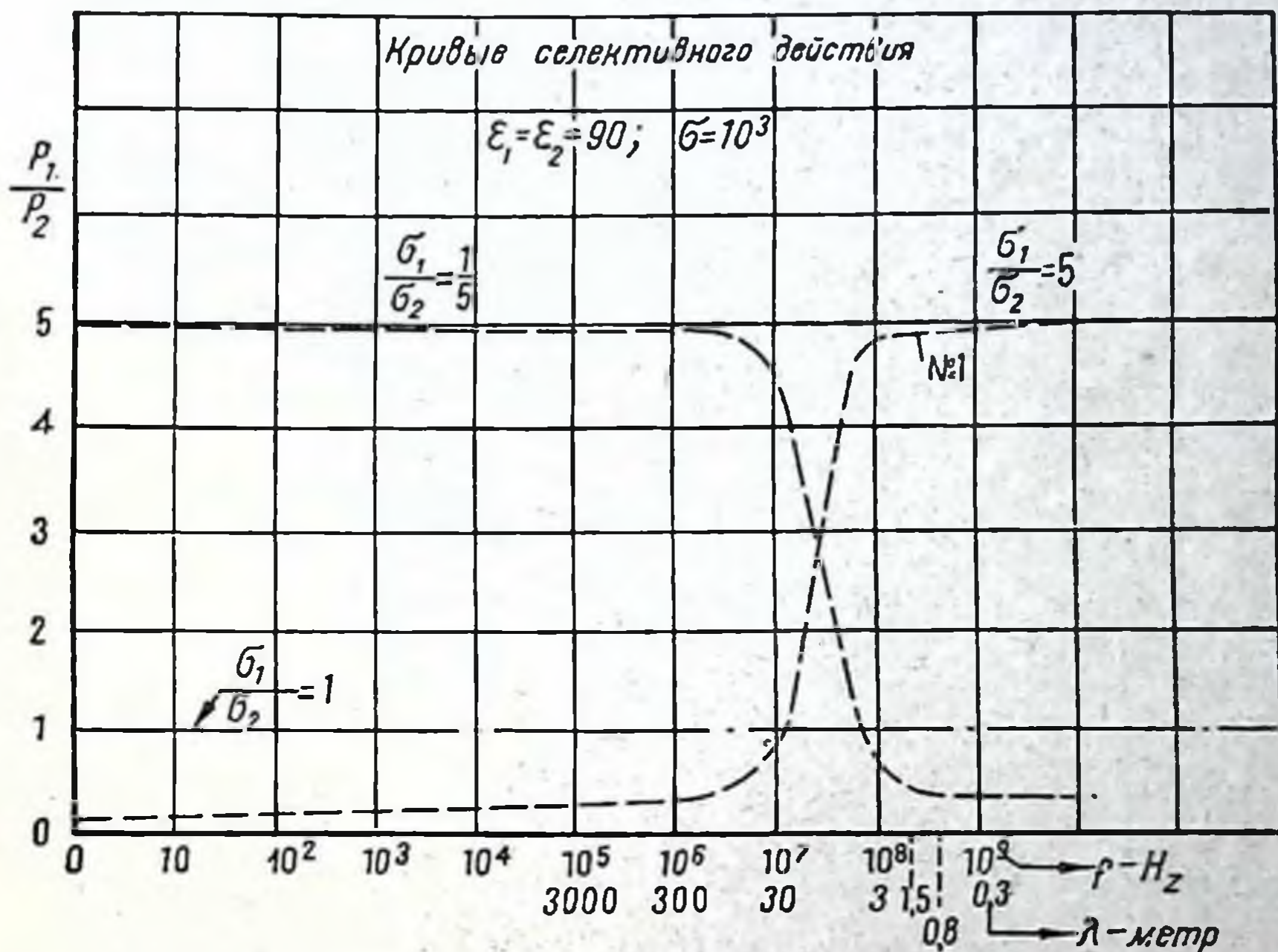


Рис. 13.

отношение проводимостей, т. е. если $\sigma_1 < \sigma_2$, наоборот, надо применять меньшую частоту (т. е. волну длиннее).

Для медицины в селективном действии лежит сущность использования различных длин волн как нового лечебного способа, для технологии же в этом кроется разрешение вопроса о рациональном использовании новых энергетических средств.

В литературе при разборе данного вопроса иногда вычисляют наивыгоднейшую волну (частоту) по σ и ϵ одной части сложного тела. Однако, как мы видели выше, это неверно; преимущественное поглощение энергии одной составляющей частью сложного тела зависит также и от σ , ϵ других частей этого тела.

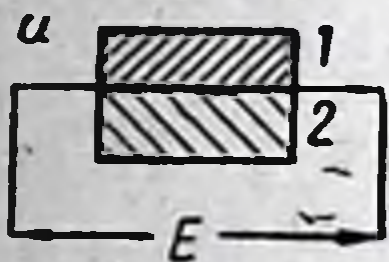
Только в том случае, когда через объект поддерживается постоянная амплитуда тока I и меняется частота, максимум поглощаемой энергии наступит при определенном значении ω ,

зависящем от σ и ϵ однородного объекта. Это значение нетрудно вычислить; оно будет:

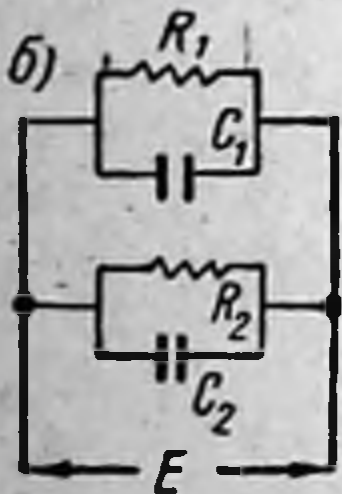
$$f = 1,8 \cdot 10^{12} \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ герц.}$$

Само собой разумеется, что во многих случаях биологической практики, а также и технологической, знание наперед σ и ϵ делается невозможным, и поэтому кривую, дающую характер селективного действия различных частот, надлежит получать экспериментальным путем.

Пользуясь установленной выше формулой селективного действия, мы допускаем независимость проводимости от частоты. На самом деле этого почти никогда не бывает, и, как мы уже говорили, более постоянной величиной является $\operatorname{tg} \delta$. Вводя эту величину в формулу, дающую селективный эффект, и принимая во внимание, что обычно $\operatorname{tg} \delta < 1$, мы получим новую ее интерпретацию, а именно:



$$\frac{P_1}{P_2} \approx \frac{\epsilon_2 \cdot \operatorname{tg} \delta_1}{\epsilon_1 \cdot \operatorname{tg} \delta_2}$$



или

$$\frac{P_1}{P_2} \approx \frac{\epsilon_2 \cdot \operatorname{tg} \delta_1}{\epsilon_1 \cdot \operatorname{tg} \delta_2} \cdot \frac{l_1^*}{l_2}$$

Характер кривых, данных на рис. 13, будет теперь иной, но общий вид их останется тот же, если отношение $\frac{\epsilon_2 \operatorname{tg} \delta_1}{\epsilon_1 \operatorname{tg} \delta_2}$ при изменении ча-

стоты не остается постоянным.

стоты не остается постоянным.

Сделаем еще замечание, что изложенная теория селективного поглощения энергии в неоднородном теле не имеет места в том случае, когда плоскость раздела различных сред идет параллельно силовым линиям (рис. 14а). Это вполне понятно, если обратиться к эквивалентной схеме для этого случая, данной на рис. 14б. В самом деле, вопрос о распределении общего напряжения между отдельными частями объекта отпадает, так как сопротивления R_1 и R_2 оказываются теперь включенными параллельно между собой под одно общее напряжение.

Далее необходимо отметить, что в тех случаях, когда сложный объект состоит из одного проводящего слоя и другого диэлектрического, то применением токов УВЧ можно создать селективное прогревание первого слоя. В самом деле, эквива-

* Если l_1 — толщина слоя одной части вещества, а l_2 — другой.

лентной схемой такого объекта будет схема, изображенная на рис. 96). Так как при токах УВЧ конденсатор представляет ничтожное сопротивление, то все напряжение E оказывается на зажимах сопротивления R , вследствие чего в нем и наступает увеличенное поглощение энергии.

Шестой причиной применения токов УВЧ служит внешне простой, но по существу очень сложный факт того, что коэффициент поглощения $\operatorname{tg} \delta$ для некоторых тел имеет максимум при определенном значении этой частоты. С последним обстоятельством не следует смешивать изложенное выше селективное действие, которое имеет место в неоднородном объекте. Достижение же коэффициентом $\operatorname{tg} \delta$ максимального значения при определенной частоте есть селективное действие этой частоты в однородном теле и является фактом полного или почти полного поглощения последним энергии при этой частоте. Этот факт связан также с аномальной дисперсией в данном веществе. Механизм такого явления во многих случаях может быть объяснен теорией полярных молекул Дебая и заключается в явлении резонансного колебания этих молекул или сложных их образований с данной частотой. При этом надо полагать, что явление полного поглощения сводится к тому, что весь поступающий запас энергии целиком или почти целиком идет на внутреннюю работу в данном веществе, причем безразлично, каким образом проявится эта работа с внешней стороны. При частичном же поглощении энергии на внутреннюю работу идет лишь небольшая часть ее; большая же часть возвращается в источник.

В тех случаях, когда коэффициент затухания велик, явление резонанса становится расплывчатым, и в нашем случае максимум $\operatorname{tg} \delta$ приобретает тогда расплывчатую форму, захватывающую определенный диапазон частот. Необходимо отметить, что с указанным максимумом или резким повышением $\operatorname{tg} \delta$ при очень высоких частотах не следует смешивать те небольшие максимумы или возрастания $\operatorname{tg} \delta$, которые могут наблюдаться у некоторых тел при сравнительно низких частотах и которые обуславливаются другими явлениями.

Далее необходимо указать, что явление полного поглощения у большинства сред может происходить в области только весьма высоких частот, соответствующих волнам ничтожной длины (сантиметровые и ниже). Только для твердых тел и только в том случае, если большое молекулярное образование, например, сложная клетка, обладает своим общим электрическим моментом, т. е. представляет собой электрический диполь, можно говорить о полном поглощении более низких частот, соответствующих более длинным волнам.

Внешнее проявление энергии при полном поглощении, надо

предполагать, может свестись не только к усиленному образованию тепла или создать процесс химического превращения, но и пойти на работу разрушения молекулярных связей, подобно тому, как это, например, бывает при колебаниях кварцевой пластинки, колеблющейся под действием токов высокой частоты.

В каком бы внешнем виде ни проявлялось полное поглощение на данной частоте, это явление можно отнести к специфическому действию частоты. Многие наблюдаемые явления, приписываемые обычно «специфическому» действию, в подавляющем своем большинстве не могут быть объяснены полным поглощением, да и не требуют для своего объяснения какого-либо особого свойства токов УВЧ, кроме указанных ранее пяти причин, заставляющих пользоваться этими токами.

Эти пять причин, изложенные выше, заставляют нас применять токи УВЧ для получения того или иного эффекта в основном лишь в силу более легкого доступа к объекту воздействия.

Как заключение к настоящему параграфу можно сделать следующий общий вывод. Применение токов УВЧ основано на поглощении электрической энергии полупроводниками (несовершенными диэлектриками) в переменном электромагнитном поле, причем использование именно токов УВЧ обусловлено рядом чисто привходящих причин, а именно:

- 1) возможностью пользоваться малыми градиентами электрического поля;
- 2) продолговатой формой объектов, обуславливающей малую емкость их;
- 3) возможностью обходиться без непосредственного контакта с пластинами;
- 4) легкостью достижения равномерного поглощения энергии и, в частности, прогрева по всей массе или, наоборот, локализации его;
- 5) возможностью селективного поглощения энергии и, в частности, прогрева неоднородных тел;
- 6) явлением полного или почти полного поглощения токов УВЧ.

Можно с большой долей вероятности утверждать, что все наблюдавшиеся до сего времени явления при действии токов УВЧ могут быть объяснены этими причинами, и все они сводятся к расходу электрической энергии главным образом на тепло и реже на физико-химическое преобразование. Затраты энергии на излучение ее диэлектриком без повышения его температуры не происходит, другого же вида преобразования, кроме перечисленных выше, пока не наблюдалось.

Имея в виду изложенное, термин «специфическое» действие токов УВЧ можно было бы употреблять только в связи с осо-

бым по внешним проявлениям характером перехода электрической энергии в другой вид. Так как новым видом энергии при этом является преимущественно тепло, то и правильнее было бы говорить о «специфическом тепловом» действии токов УВЧ, или ультракоротких волн (УКВ). Однако этот термин при таком определении будет слишком общим и скроет понятие о различных свойствах токов УВЧ, поэтому правильнее всего его употреблять, как уже говорилось, только в том случае, когда имеет место явление полного поглощения энергии.

§ 3. Основные положения для расчета генератора УВЧ. Соотношение между формой объекта и наиболее выгодной частотой

Задача расчета генератора УВЧ сводится к определению необходимой мощности, наиболее выгодной длины волны, напряжения и т. д. Независимо от характера того вида энергии, в который переходит электрическая энергия, поглощенная заданным объектом, мы имеем всегда определенный эквивалент между киловаттчасами и калориями. Для простоты дальнейших рассуждений и выбора этого эквивалента мы будем предполагать, что электрическая энергия переходит в тепло. Поэтому, если нам дан объем V см³, который нужно нагреть за время t секунд до разности температуры T °С, то, зная удельный вес вещества γ г/см³ и его теплоемкость p мал. кал/г, мы сразу же находим ту полезную мощность, которую должен давать генератор токов УВЧ по следующей формуле:

$$P = \frac{\gamma \cdot p \cdot T}{0,24 \cdot t} \cdot V \text{ ватт.} \quad (1)$$

Как покажет дальнейший расчет, определение частоты и напряжения генератора токов УВЧ в сильной степени связано не только с электрическими свойствами данного объекта, но и с его геометрической формой. В общем виде это обстоятельство понятно, ибо как полная проводимость объекта, так и его емкость зависят от его формы.

Для определения частоты и напряжения генератора в конечном счете нужно знать две основные величины, характеризующие данный объект с электрической точки зрения, а именно: диэлектрический коэффициент ϵ и тангенс угла потерь $\operatorname{tg} \delta$. Как известно, ϵ и $\operatorname{tg} \delta$ не являются величинами постоянными при изменении частоты, однако эта зависимость для ϵ очень ничтожна, и при практических расчетах на большом диапазоне частот с ней можно не считаться. Что же касается $\operatorname{tg} \delta$, то его изменения в зависимости от частоты для некоторых тел также оказываются небольшими на значительном диапазоне частот, однако для других тел он может возрасти с увеличением частоты или,

наоборот, падать. Предположим для первоначальных расчетов, что $\operatorname{tg} \delta$ наравне с ϵ есть константа, т. е. от частоты не зависит.

Для установления упомянутой связи между геометрической формой объекта, напряжением и частотой генератора совместим следующие три уже известные нам формулы:

$$P = E^2 \omega \cdot C \cdot \operatorname{tg} \delta \text{ ватт.} \quad (2)$$

$$C = \frac{S \cdot \epsilon}{4\pi \cdot l \cdot 9 \cdot 10^{11}} \text{ фар.} \quad (3)$$

$$\omega = 2\pi f. \quad (4)$$

Совместное решение их дает:

$$\frac{l}{S} = \frac{E^2}{P} \cdot \frac{\epsilon \cdot \operatorname{tg} \delta}{1,8 \cdot 10^{12}} \cdot f. \quad (5)$$

В этой формуле l см обозначает длину объекта вдоль силовых линий; S см²—поперечное сечение объекта, перпендикулярное к силовым линиям; E вольт—действующее (эффективное) напряжение на торцовых гранях объекта; P ватт—мощность, поглощаемую объектом при доведении его до разности температуры $T^\circ\text{C}$ за время t секунд. Для сокращения письма в дальнейшем обозначаем одной буквой ρ следующее выражение:

$$\rho = \frac{\epsilon \operatorname{tg} \delta}{1,8 \cdot 10^{12}}. \quad (6)$$

Эта величина, сама по себе отвлеченная, обозначает меру поглощаемой энергии. Поэтому ее будем называть коэффициентом потерь.

Найденная формула (5) теперь примет вид:

$$\frac{l}{S} = \frac{E^2}{P} \cdot \rho \cdot f. \quad (5')$$

Так как объем $V = S \cdot l$ нам задан, то формула (1) может быть представлена иначе:

$$S \cdot l = \frac{P \cdot 0,24 \cdot t}{\gamma \cdot P \cdot T} \quad (1')$$

Решая совместно уравнения (1') и (5'), мы получаем формулы:

$$l = E \cdot \sqrt{K_e \cdot \rho \cdot f} \text{ см;} \quad (7)$$

$$S = \frac{P}{E} \cdot \sqrt{\frac{K_e}{\rho \cdot f}} \text{ см}^2 \quad (7')$$

$$K_e = \frac{0,24 \cdot t}{\gamma \cdot \rho \cdot T}, \quad (8)$$

необходимые нам для выбора длины и поперечного сечения объекта, если нам наперед заданы частота и напряжение. Ра-

зумеется, что по этим формулам можно вычислить напряжение и частоту, если форма объекта известна. В том же случае, когда l , E и f не заданы, мы можем воспользоваться произвольным выбором двух из них. При этом очень важным является то обстоятельство, что мы ограничены выбором абсолютной величины напряжения для избежания электрического пробоя самого объекта и контура. Точно так же мы не можем произвольно выбирать сколь угодно большое значение S , так как при этом в контуре будет очень большой ток и коэффициент полезного действия этого контура окажется очень низким.

Формула (7) показывает, что чем длиннее объект, тем частота должна быть выше, т. е. длина волны короче. Это обстоятельство совпадает, между прочим, со второй причиной применения токов УВЧ, указанной в предыдущем параграфе. Точно так же этому соответствует тот факт, что плоское тело прогревается в поле УВЧ сильнее тогда, когда большая сторона его расположена вдоль силовых линий, т. е. перпендикулярно к пластинкам конденсатора, и, наоборот, такой объект почти совсем не нагревается, если этой стороной расположить его параллельно пластинкам конденсатора (рис. 15а и 15б).

а) *Нагрев больше*



б) *Нагрев меньше*



Рис. 15.

Так как произвольный выбор напряжения ограничен, мы исключим его из уравнений путем подстановки

$$\frac{E'}{l} \text{ в/см} \leq E'_{кр},$$

где $E'_{кр}$ есть тот предельный градиент электрического поля, который по свойствам данного вещества может быть в нем допущен без наступления электрического пробоя. В силу этого формула (5) может быть переписана следующим образом:

$$f \geq \frac{P}{B} \cdot \frac{1}{E'_{кр}} \text{ Hz} \quad (9)$$

или

$$f \geq \frac{1}{K_l \cdot \rho E'_{кр}} \quad (9')$$

Последняя формула позволяет найти минимально допустимую частоту вне зависимости от формы объекта, а лишь в зависимости от его электрофизических свойств.

Расширим теперь исследование введением такого условия, которое обеспечит нам удовлетворительный к. п. д., и тем самым окончательно исключим произвольный выбор формы объекта.

Если мы наперед зададимся определенной величиной к.п.д., то наивыгоднейшая частота и наивыгоднейшая форма объекта будут определяться уже другими, более сложными формулами.

Необходимо заметить, что в данном случае мы говорим о к.п.д. не всего генератора, а только того контура, в котором помещается объект. Само собой разумеется, что можно учесть потери на аноде генераторных ламп и производить расчет установки по общему к.п.д.

Потери в контуре могут быть выражены через произведение квадрата тока на его сопротивление, которое зависит от частоты. Для упрощения расчетов мы предположим, что вредные потери в контуре составляют некоторую долю от полезной мощности, т. е.

$$I^2 R = \xi \cdot P, \quad (10)$$

где

$$\xi < 1.$$

Сопротивление контура зависит от частоты в силу скин-эффекта и, например, для круглого провода длиной около 1 м и диаметром около 30 мм может быть выражено следующей формулой:

$$R = 3,77 \cdot 10^{-5} \sqrt{f} \text{ ом.} \quad (11)$$

Далее примем во внимание, что ток в контуре и в объекте приблизительно может быть рассчитан по формуле

$$I \cong E \omega C. \quad (12)$$

Наконец, вспомним, что емкость объекта может быть определена по формуле

$$C = \frac{S \cdot \epsilon}{4\pi \cdot l \cdot 9 \cdot 10^{11}} \text{ фар.}$$

По этой формуле вместе с предыдущими (12), (11), (10) мы можем найти, что

$$l \geq \frac{\epsilon}{1,8 \cdot 10^{12}} \cdot \frac{\sqrt{37}}{10^3} E_{кр}^2 \cdot f^{5/4} \cdot \left(\frac{K_e \cdot B}{\xi} \right)^{1/2}. \quad (13)$$

По формуле (9') при заданной величине $E'_{кр}$ находится предельная частота, ниже которой нельзя пользоваться, не превыдя допустимое пробивное напряжение. Подставив эту частоту в формулу (13), мы найдем минимальную длину объекта. Пользоваться меньшей длиной объекта недопустимо, ибо при ней не получится заданного к. п. д. Наконец, чтобы проверить общее напряжение, получающееся на объекте, необходимо удовлетворить неравенство

$$l \cdot E_{кр}^2 \leq E_{max}, \quad (14)$$

где E_{max} есть предельно допустимое полное напряжение на концах объекта. Эта величина ограничивается возможной изоляцией контура, так как напряжение E_k на обкладках конденсатора будет, конечно, больше, чем E (рис. 16).

Необходимо оговориться, что, принимая формулу (12) для тока контура, мы пренебрегли утечкой силовых линий от обкладки к обкладке через воздух. Такая ошибка будет мала, если пластины конденсатора выбраны в соответствии с формой объекта. На рис. 17 дана эквивалентная схема конденсатора с объектом. На этой схеме конденсаторы C_0 означают емкость воздушных зазоров между пластинками конденсатора и торцовыми гранями объекта, а конденсатор C_y означает емкость конденсатора при наличии утечки электрических силовых линий через воздух. При рациональной форме пластинок конденсатора, соразмерной с формой объекта, ток I_2 должен составлять незначительную долю от тока I_1 , в силу чего и допустимо приближенное равенство (12).

В тех случаях, когда формула (14) не удовлетворяется, можно изменить конфигурацию провода контура, т. е., иначе говоря, уменьшить численное выражение

$$\frac{\sqrt{37}}{10^3}$$

, наличие которого в формуле (13) обусловлено как раз величиной и формой провода контура. Уменьшение этого численного выражения произойдет при увеличении диаметра провода контура.

Для иллюстрации найденных формул (14), (13), (9) сделаем следующие примеры:

$$\text{Дано: } \epsilon = 2, \quad \text{tg } \delta = 0,001, \quad t = 100 \text{ секунд,}$$

$$T^\circ = 100^\circ\text{C}, \quad \gamma = 0,9, \quad p = 0,45, \quad B = 5500 \text{ см}^3$$

$$\xi = \frac{1}{20}, \text{ т. е. [к. п. д]}, \quad \eta = 0,95, \quad E'_{кр} = 10 \text{ кв/см.}$$

По нашим формулам находим: $S = 400 \text{ см}^3$, $l = 14 \text{ см}$, $f = 10,8 \cdot 10^6$ герц ($\lambda = 27,8 \text{ м}$).

Не все технологические и тем более медицинские объекты могут выдержать такой градиент, поэтому не всегда можно будет применить такую частоту. Поэтому, оставляя те же основные задания, сделаем другой пример, в котором $E'_{кр} = 4,8 \text{ кв/см}$.

Ответ имеем следующий:

$$S = 100 \text{ см}^2, \quad l = 55 \text{ см}, \quad f = 7,5 \cdot 10^7 \text{ герц } (\lambda = 4 \text{ м}).$$

Интересный результат получится, если взять, наоборот, вещество, допускающее работу с высоким градиентом, например, $E'_{кр} = 150 \text{ кв/см}$, что может иметь место у такого объекта,

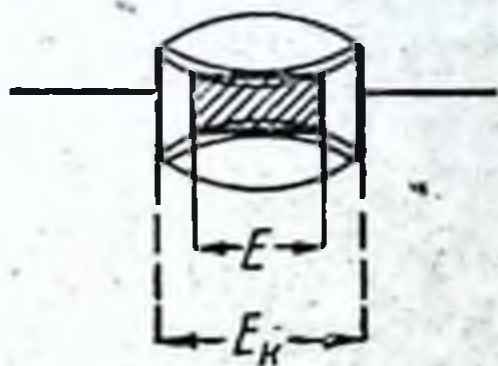


Рис. 16.

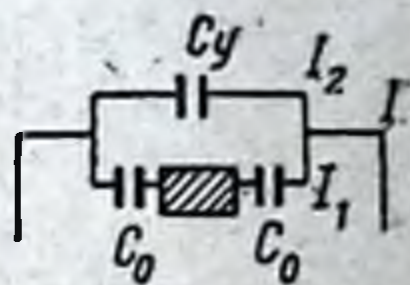


Рис. 17.

как минеральное масло. Принимая основные задаваемые величины те же самые, что и выше, найдем:

$$S = 15\,000 \text{ см}^2, \quad l = 3,7 \text{ мм}, \quad f = 0,94 \cdot 10^5 \text{ герц} \quad (\lambda = 3\,200 \text{ м}).$$

Для многих медицинских и технологических объектов на диапазоне высокой и ультравысокой частоты $\text{tg } \delta = 0,1$, $\epsilon = 80$. Допуская полное напряжение $E = 2\,000$ вольт, а остальные задаваемые величины без изменения, мы находим:

$$S = 400 \text{ см}^2, \quad l = 14 \text{ см}, \quad f = 2,18 \cdot 10^7 \text{ Hz} \quad (\lambda = 13,8 \text{ м}).$$

Если же изменить форму объекта и взять сечение меньше, т. е. $S = 100 \text{ см}^2$, а длину $l = 55 \text{ см}$, что может быть, например, при применении конвейера, то одновременно с уменьшением градиента увеличится и частота, а именно будет $f = 1,5 \cdot 10^8$ герц ($\lambda = 2 \text{ м}$). Очевидно, что при облучении значительных объемов (как это может быть в случае технологической практики), которые потребуют мощностей порядка 10 киловатт и больше, мы не сможем применить волну длиной порядка 2 м, ибо это на сегодня еще ограничено техникой генерирования токов УВЧ, так что для подобного рода объектов придется выбрать более длинную волну, может быть даже, КВ.

Если найденные в примерах результаты свести в таблицу, то можно видеть, что с повышением частоты (укорочением волны) поперечное сечение объекта уменьшается при соответственном возрастании его длины. Вместе с тем падает также напряжение, приходящееся на единицу длины объекта. Это и подтверждает, что одной из причин применения УВЧ является возможность избежать электрического пробоя облучаемого вещества.

$$V = 5\,500 \text{ см}^3; \quad \xi = \frac{1}{20}; \quad \eta = 0,95; \quad p = 0,45; \quad \gamma = 0,9; \quad T = 100^\circ\text{C}; \quad t = 100 \text{ сек.}$$

f герц	λ м	Размеры объекта		E' кв/см	Примечание
		S см ²	l см		
0,94 · 10 ⁵	3 200	15 000	0,37	150	$\epsilon = 2, \quad \text{tg } \delta = 0,001$
10,8 · 10 ⁶	27,8	400	14	12	
75 · 10 ⁶	4,0	100	55	4,8	
21,8 · 10 ⁶	13,8	400	14	0,14	$\epsilon = 80, \quad \text{tg } \delta = 0,1$
150 · 10 ⁶	2,0	100	55	0,036	

Что касается применения указанных расчетов для медицинской практики, то необходимо иметь в виду, что принятая $T^\circ = 100^\circ\text{C}$ здесь не имеет места. Однако и в этом случае мы будем получать примерно ту же область требующихся для прогре-

ва частот, но градиенты и полное напряжение при этом, а также мощность генератора, окажутся значительно ниже. Надо помнить также, что в случае медицинской практики форма объекта остается заданной. Кроме того, конечно, следует иметь в виду, что применение генераторов малой мощности не ставит остро вопрос о тщательном их расчете, а поэтому для медицинского применения токов УВЧ изложенная теория расчета имеет больше принципиальное значение, нежели практическое.

Во всех формулах мы предполагали, что ϵ и $\operatorname{tg} \delta$ остаются постоянными при изменении частоты. Такое допущение не всегда возможно. Поэтому в тех случаях, когда нам известна эта зависимость из опыта или теоретически, ϵ и $\operatorname{tg} \delta$ во всех формулах необходимо заменить их выражениями, в которые входит частота. Более резкое изменение от частоты претерпевает $\operatorname{tg} \delta$, в частности соответствующее его выражение может быть следующим:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{a}{f} + bf.$$

Подставив это выражение в формулу (6) и далее в неравенство (9'), мы вновь можем определить f , если известны коэффициенты a и b .

В заключение к настоящему параграфу можно рекомендовать следующую схему практического расчета:

- 1) по формуле (1) находим мощность;
- 2) выбираем E и l ;
- 3) по формулам (8) и (7) находим f ;
- 4) определяем $S = \frac{B}{l}$;
- 5) по формуле

$$C = \frac{S}{l} \cdot \frac{\epsilon}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^{11}}$$

и по формуле (12) находим емкость объекта и ток через него, который приближенно равен току в контуре;

6) по формуле $d = \frac{I \sqrt{f}}{k_1}^*$ находим диаметр провода контура в сантиметрах;

7) рассчитываем виток контура, определив предварительно его самоиндукцию по формуле

$$L = \frac{1}{\omega C_0},$$

* $k_1 \leq 4\pi \cdot 10^4$.

где

$$C_s = \frac{C_0 C}{C_0 + C} + C_v,$$

C_0 —емкость воздушных зазоров, C_v —емкость утечки;

8) получив размеры витка, проверяем потери в нем по формуле

$$I^2 R = \xi \cdot P,$$

причем R надо определять с учетом скин-эффекта.

Если ξ окажется велико, то надо снова повторить расчет, выбрав другие значения для E и l . Конечно, при выборе их надо руководствоваться допустимым электрическим градиентом для заданного вещества.

Заключение

Подводя итоги всем вышеизложенным соображениям, можно считать, что то практическое применение токов УВЧ, которое наметилось в основном чисто экспериментальным путем и обязано развитию техники генерирования токов УВЧ, может быть оправдано известными теоретическими предпосылками.

Эти предпосылки, точно так же, как и экспериментальные факты, говорят, без сомнения, за чрезвычайно большое значение токов УВЧ в медицине, в различных технологических процессах, сельском хозяйстве и т. п. и требуют дальнейшего развития техники генерирования токов УВЧ, новой техники их использования в указанных областях и, конечно, дальнейших научных исследований. Но во всяком случае нет необходимости преувеличивать роль токов УВЧ там, где их применение не оправдывается ни эффектом, ни экономическими соображениями.

О ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЕЙСТВИЯ УВЧ¹

А. Т. Д о л и н с к а я

Введение

В области биологических работ с УВЧ имеется целый ряд вопросов, казалось бы уже решенных и освоенных как метод до степени его лабораторной обиходности. Однако стоит лишь приступить к практическому использованию этого метода, как очень быстро приходится наталкиваться на несоответствие тому, что сплошь и рядом с большой категоричностью утверждается в литературе. Казалось бы, например, что такой относительно несложный вопрос, как вопрос о ф и з и ч е с к и х с п о с о б а х л о к а л и з а ц и и биодействия УВЧ в гомогенных диэлектриках, мог бы на сегодняшний день, когда количество работ по биодействию УВЧ приближается ко второй тысяче, не быть уже предметом разноречий. И однако, как мы увидим ниже, это не так. Зависит это главным образом от того, что с УВЧ экспериментируют недостаточно внимательно и в большинстве случаев слишком торопятся с выводами.

Целью настоящей работы являлось выяснение вопроса о топографии прогрева при действии УВЧ в однородных и неоднородных диэлектриках, причем нас особенно интересовало, действительно ли получается глубокий прогрев, имеющий определенную локализацию в центре гомогенного объекта, помещенного в конденсаторное поле, как на этом особенно настаивает К о в а р ш и к (Kowarschik), а в последнее время и Р а а б (Raab), а также какими условиями может обеспечиваться наличие такого центрального прогрева в моделях.

Впервые вопрос о глубинном прогреве в гомогенных средах при воздействии УВЧ был исследован Ш л и п х а к е (Schlierpake), показавшим зависимость данного явления от геометрического положения электродов и от расстояния последних от объекта («зазор») путем измерения температур термопарой. Автор установил различную степень нагрева тканей в глубине организма.

¹ Из физико-биологического отдела (зав.—доц. Г. Л. Френкель) Лен. фил. ВИЭМ.

Работы Шлипка послужили исходным положением для последующей разработки и детализации данного вопроса.

Хеллер (Heller) изучал распределение тепловой зоны при помещении в конденсаторное поле с малыми пластинами агаровых блоков, пропитанных химическим термощиндикатором, обеспечивающим возможность наблюдения распределения теплового поля по изменению цвета термощиндикатора.

На основе опытов с агаровым блоком Хеллер делает вывод, что величина и форма конденсаторных пластин обуславливают величину и форму поля воздействия. Маленькие пластины обеспечивают наилучшую концентрацию силовых линий и их направленность.

Гебберт (Gebbert) тоже изучал локализацию термоэффекта в зависимости от формы и расстояния пластин от объекта (свиной пузырь, наполненный мясным фаршем). Распределение тепла определялось тонкими ртутными термометрами по средней линии, перпендикулярной ходу силовых линий. Автор установил, что увеличение расстояния малых пластин от объекта обеспечивает более глубокий прогрев, объясняя его величиной удельной нагрузки на поверхность. Введение между объектом и электродами стеклянного диэлектрика даёт по Гебберту лучшие результаты, чем применение голых контактных электродов, что вполне вяжется с данными Петцольда (Pätzold) и др.

Альбрехт (Albrecht) показал, что при гомогенных объектах зона нагревания прежде всего появляется в срезе, непосредственно прилегающем к конденсаторным пластинам, относя это на счет большей здесь плотности тока. Форма нагреваемой зоны зависит от формы и величины конденсаторных пластин.

Коваршик, пользовавшийся глиняной моделью с термощиндикатором, сообщает о возможности получить глубокий срединный нагрев, применяя пластины, меньшие, чем сам объект. Наблюдаемое явление он охарактеризовал словами «эндотермическая терапия». Этот феномен он приписывает специфическому действию поля УВЧ.

Имеющиеся литературные данные по вопросу о локализации прогрева в гомогенных объектах вызывают у нас целый ряд сомнений. В частности и главным образом мы не можем подыскать (и не находим их также у других авторов) физических объяснений изолированному центральному прогреву, описанному Коваршиком и Раабом. Такой феномен, вполне понятный при помещении в поле гетерогенных диэлектриков (за счет селективного действия), совершенно непонятен для однородных объектов, что и побудило нас искать экспериментальным

путем те причины, которые могут лежать в основе описанного авторами факта.

Но, как мы это увидим ниже из описания опытов, самый факт изолированного глубинного прогрева гомогенного диэлектрика приходится подвергнуть большому сомнению.

І серия опытов

ОПЫТЫ НА ХЛЕБНЫХ МОДЕЛЯХ С ИЗМЕРЕНИЕМ Т° РТУТНЫМИ ТЕРМОМЕТРАМИ

(всего 45 опытов)

М е т о д и к а. Прямоугольные блоки вырезались из хлеба двухдневной давности и помещались двумя своими гранями параллельно пластинам конденсатора.

Топография прогрева определялась ртутными химическими термометрами¹, которые были предварительно тщательно сравнены и приведены к показаниям одного из них.

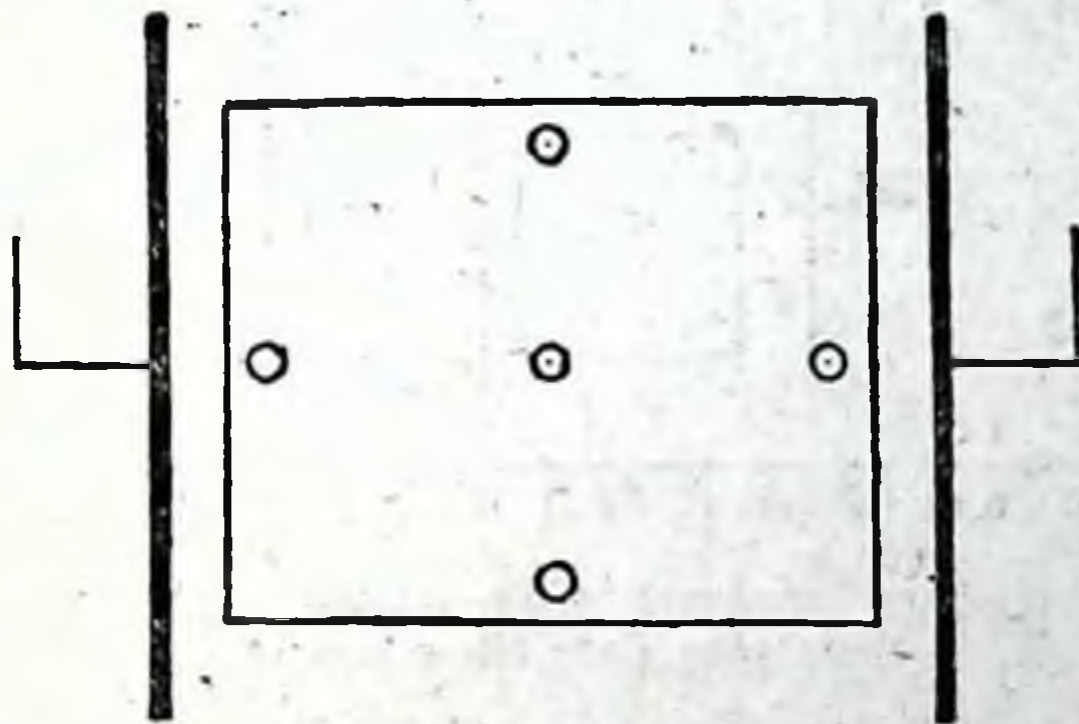


Рис. 18. Точки расположения термометров.

Резервуар термометров всегда погружался в массу хлеба строго на одну и ту же глубину. Температура измерялась в пяти определенных точках: в середине и по краям линий, соединяющих центры пластин и перпендикулярных к этим линиям (рис. 18).

Предварительно устанавливалась исходная температура во всех точках, и генератор включался лишь тогда, когда было установлено постоянство показаний термометров. Отсчет изменения температуры проводился на расстоянии 2—2,5 м от объекта помощью отсчетной трубы через каждую минуту; время замечалось секундомером. Объект находился в конденсаторном поле в течение 10 минут, после чего генератор выключался, и снова отмечались показания термометров.

¹ Нагревание одного термометра, находящегося в поле конденсатора в воздухе, составляет около 0,1—0,2°C. Когда же термометр погружен в тесто, то вследствие обмена тепла, выделяющегося в стекле термометра, окружающим его веществом сравнительно большой теплоемкости, ошибка должна быть еще меньше.

1-й вариант. Плоскопараллельные пластины, выходящие за пределы объекта

Ход нагрева в этом варианте изображен на рис. 19. Как видно из этого рисунка, максимальный прогрев имеет место не у граней, обращенных к пластинам, и не в центре блока, а у наружных граней. Такое распределение тепла зависит от того, что силовые линии у точек 2 и 4 сгущаются благодаря их искривлению в сторону объекта. Именно этой причиной следует объяснять феномен, описанный Шлиппаке: если в конденсаторное поле поместить пробирку с жидкостью, верхняя грани-

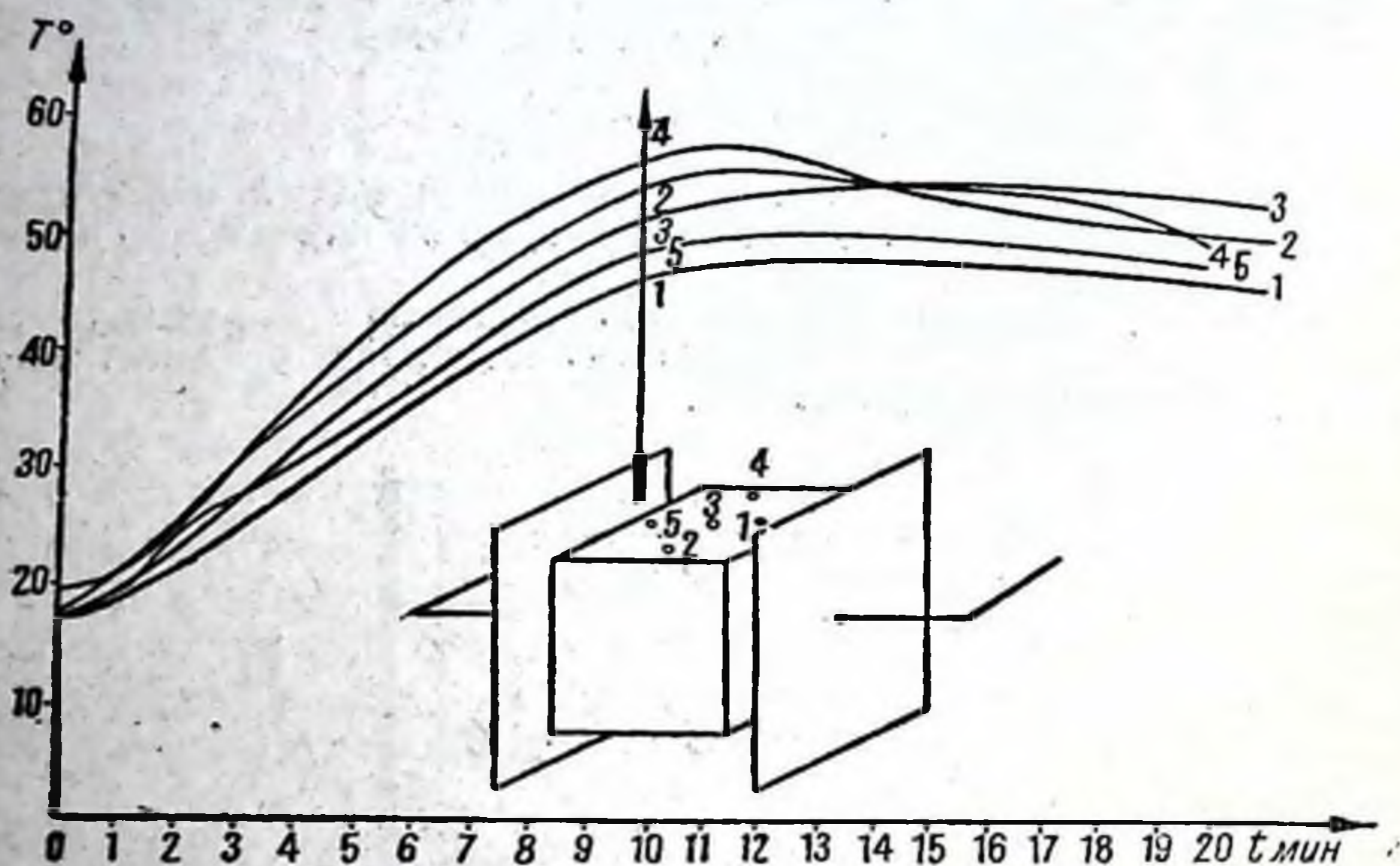


Рис. 19. Температурные кривые при плоскопараллельных пластинах, которые больше объекта.

ца которой ниже края пластин, то имеет место поверхностное вскипание жидкости, в то время как T° остальных слоев ее не достигает до точки кипения.

2-й вариант. Плоскопараллельные пластины меньше поверхности объекта

Ход нагрева в этом варианте изображен на рис. 20. Как видно из рисунка, в этом варианте нет нагрева у наружных граней, ибо здесь силовые линии разрежены, а наибольший нагрев имеет место опять-таки не в центре, а у граней, прилежащих к пластинам конденсатора.

3-й вариант. Разновеликие пластины при одинаковом зазоре

Пригодность этого метода локализации действия проверена на огромном материале диатермической практикой, где данный способ является единственным способом локализации. Как видно из рис. 21, он сохраняет свою полную значимость и для УВЧ.

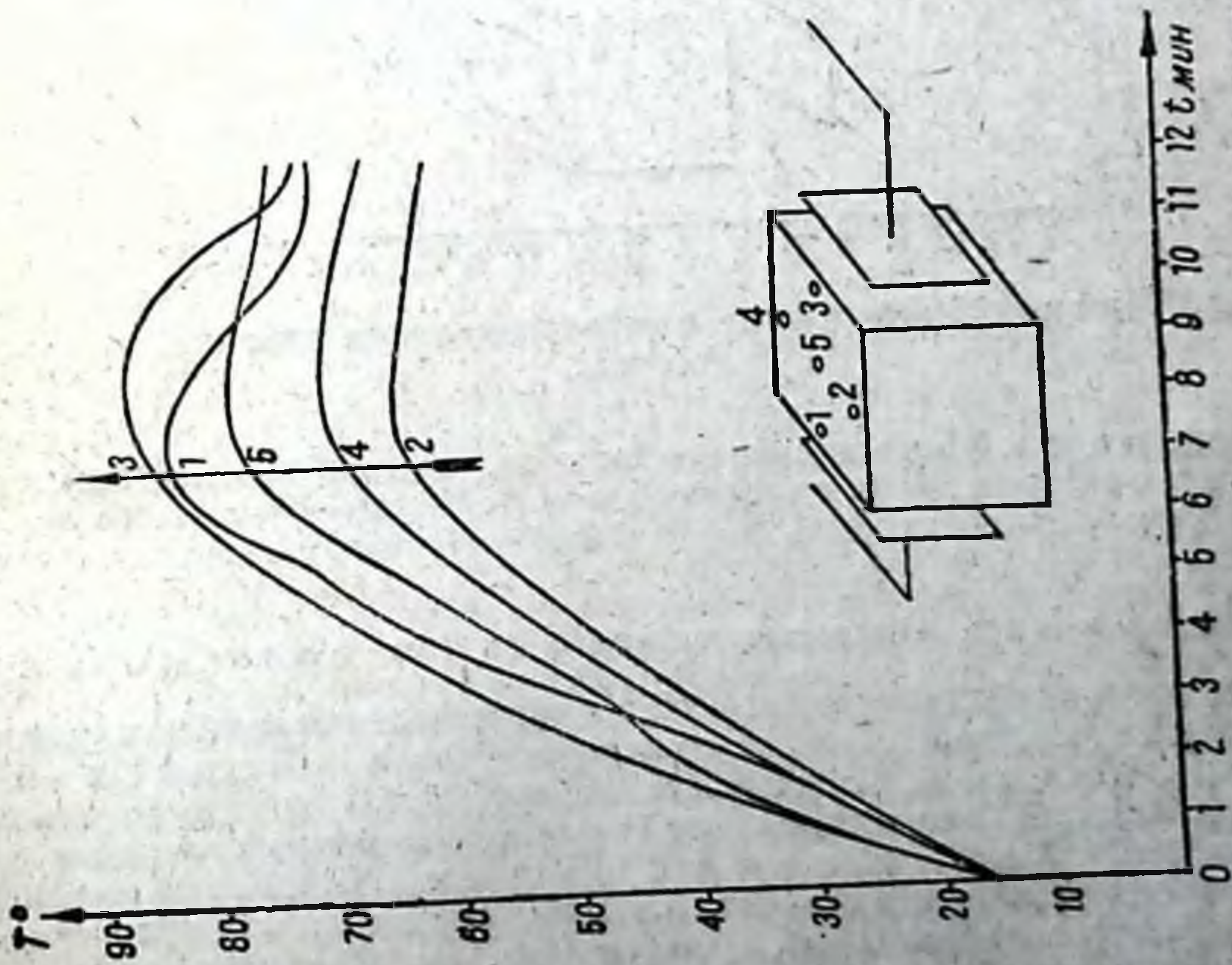


Рис. 20. Температурные кривые при плоскопараллельных пластинах, которые меньше объекта.

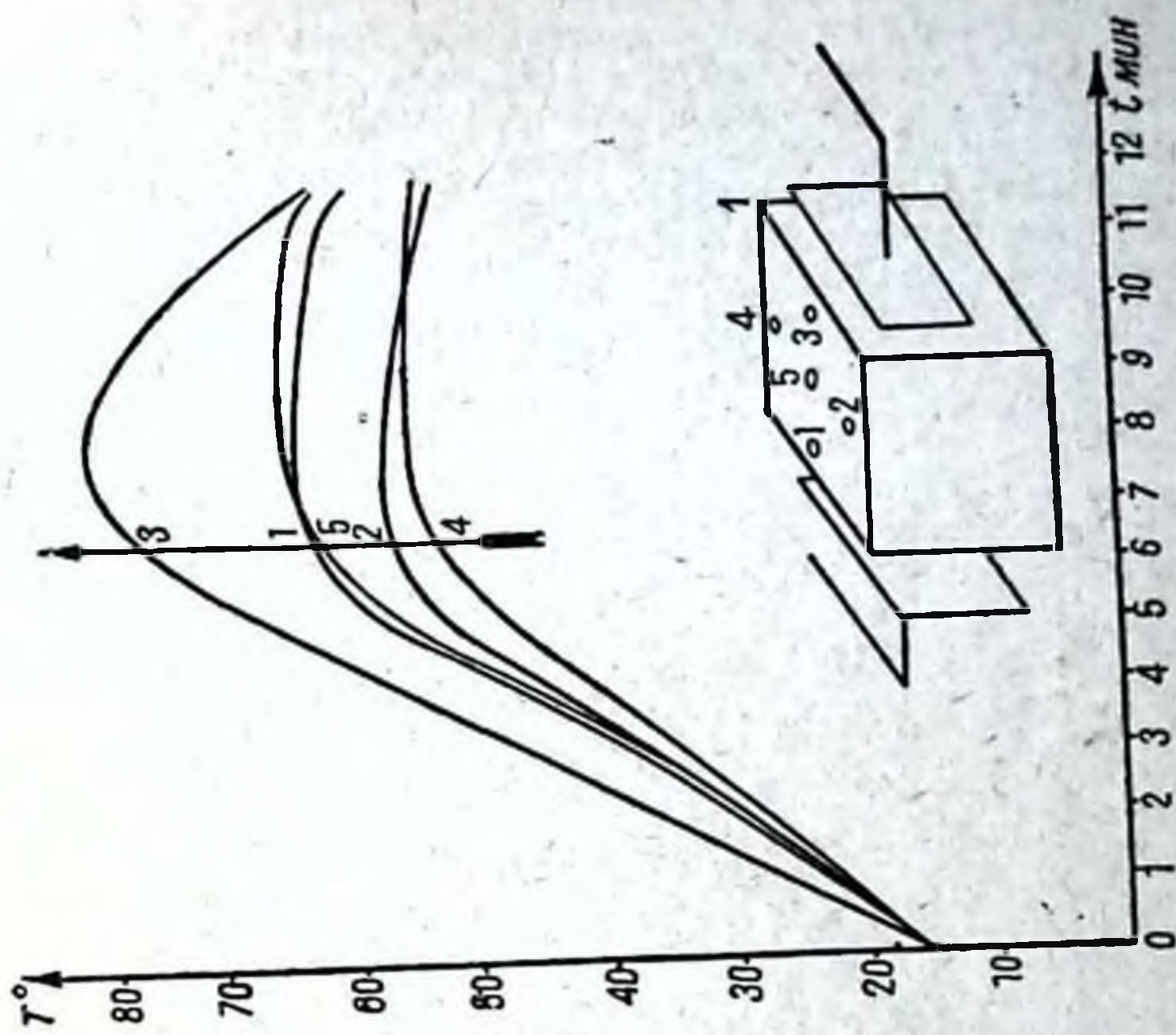


Рис. 21. Температурные кривые при различных величинах пластинах и одинаковых зазорах.

4-й вариант. Равновеликие пластины при разном зазоре

Разный зазор при равных пластинах оказывает действие, аналогичное разновеликим пластинам при равных зазорах. При этом нагревание локализуется преимущественно около малого зазора (рис. 22).

Следует заметить, что оба варианта—3-й и 4-й—влекут за собой асимметричную работу генератора, что понижает его отдачу и т. п. Это явление можно в значительной мере уменьшить, применяя одновременно оба метода, т. е. уменьшая и приближая к объекту тот электрод, у которого должно получиться преимущественное нагревание. Действительно, уменьшение

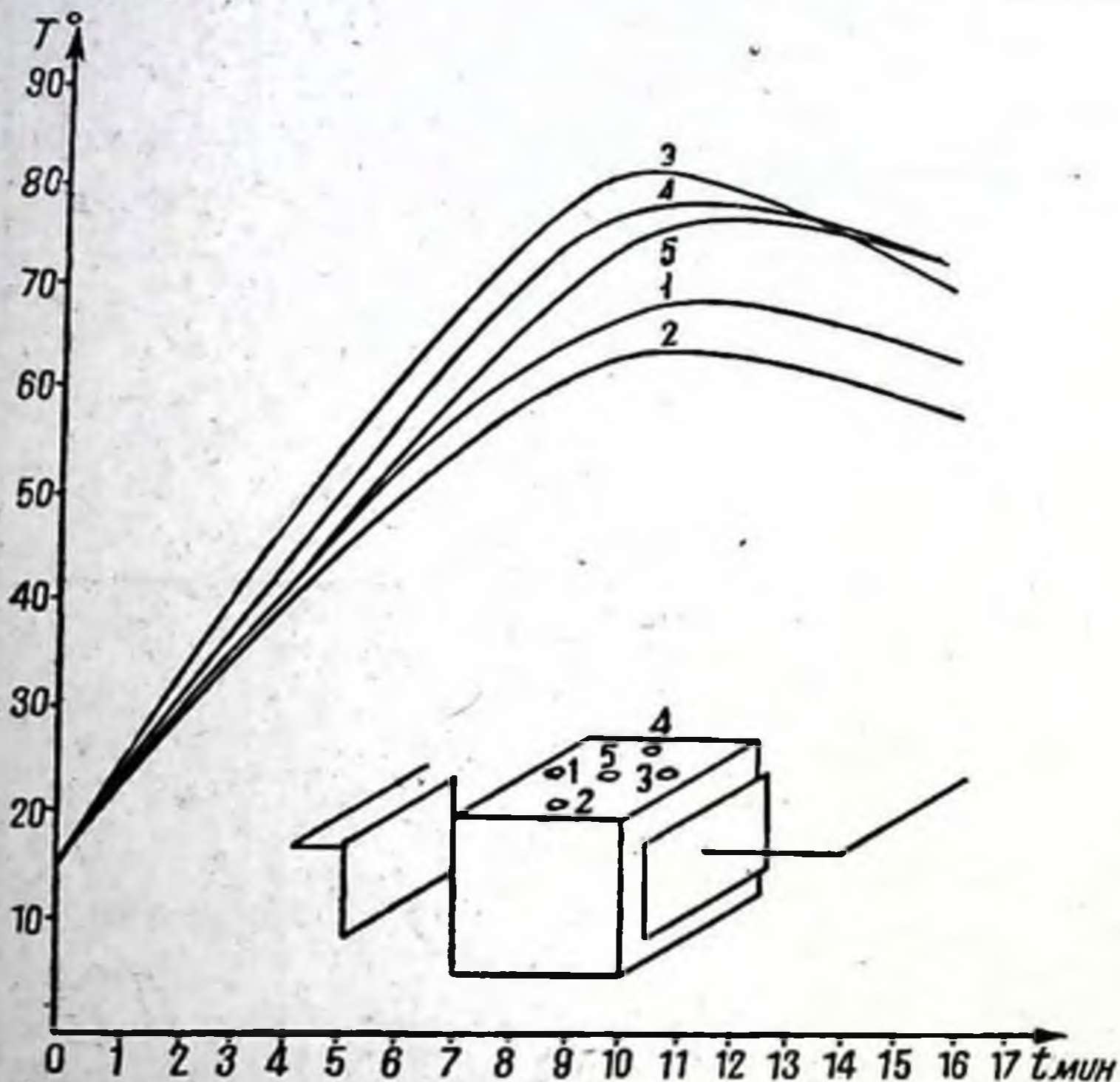


Рис. 22. Температурные кривые при равновеликих пластинах и разных зазорах.

электрода ведет к уменьшению его емкости, но приближение электрода к объекту, наоборот, увеличивает его емкость. Таким образом, оба эти изменения емкости могут быть до известной степени скомпенсированы.

5-й вариант. Опыты с «третьим» электродом

Этот вариант был поставлен в целях сопоставления ценности предложенного для усиления локализации термоэффекта Бирманом и Шварцшильдом (Bierman & Schwarzschild) метода «третьего» электрода (схема Бирмана изображена на рис. 23) с рекомендованным для тех же целей Хальфэном и Окларом (Halphen et Auclair) односторонним расположением обеих пластин («тангенциальное облучение»). В соответствии с указаниями Бирмана и Шварцшильда у пластины конденсатора (рис. 24), прилежащей к объекту, действительно наблюдается резкий нагрев.

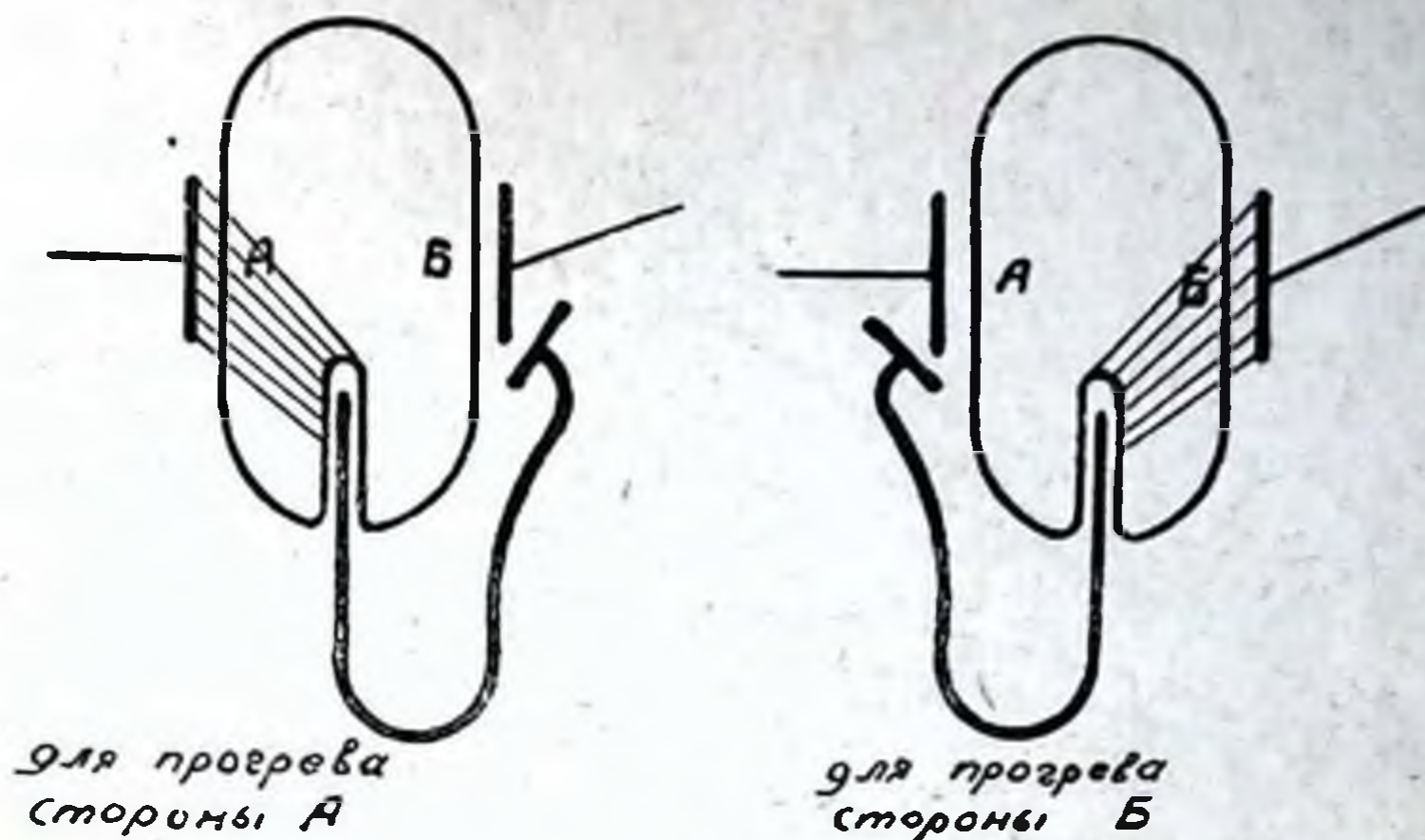


Рис. 23. Схема действия «третьего» электрода Бирмана.

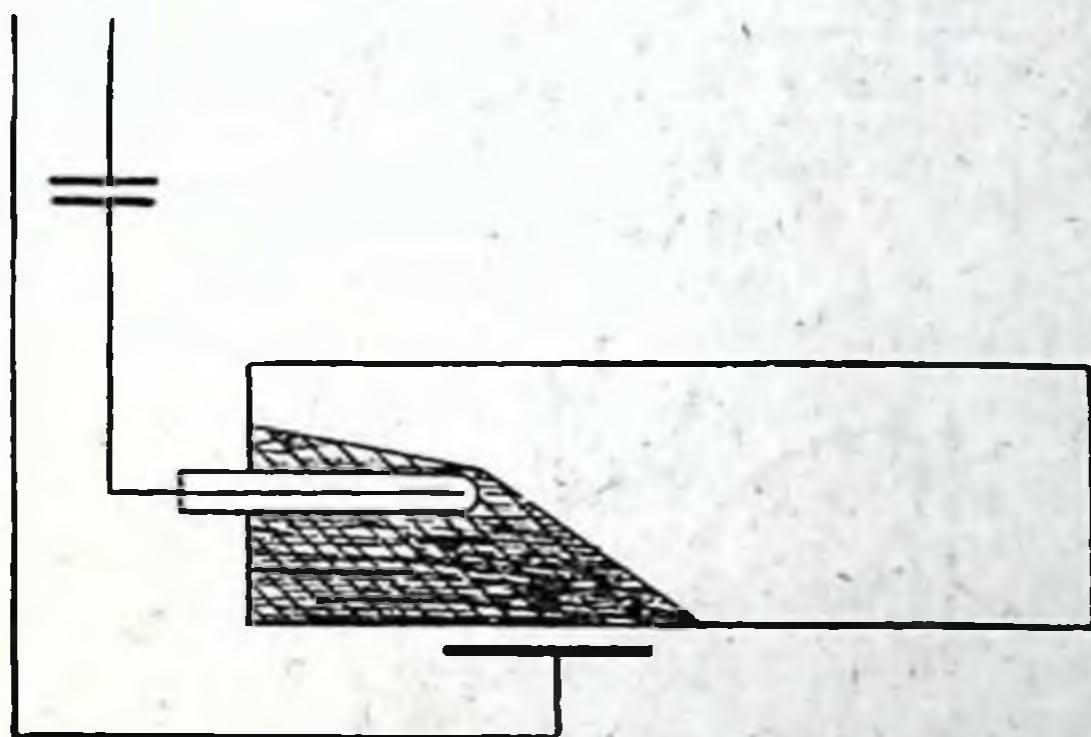


Рис. 24. Расположение «третьего» электрода на тестяном блоке.

6-й вариант. Опыты с тангенциальным расположением пластин

Как видно из рис. 25, с помощью такого расположения пластин удастся сфокусировать эффект не хуже, чем при помощи третьего электрода, в то время как на практике последний способ по сравнению с тангенциальным облучением имеет целый ряд недостатков (см. ниже).

7-й вариант. Опыты с блоком, имеющим средний перехват, при тангенциальном расположении пластин

Этот вариант поставлен для решения вопроса, возможно ли при тангенциальном помещении пластин у широких частей объекта прогревание его суженных частей там, где нет возможности располагать электроды трансверсально (как это имеет место при необходимой локализации действия, например, в локтевом суставе).

Как видно из рис. 26, при этом может быть достигнуто очень хорошее прогревание суженной части, степень которого находится в прямой зависимости от величины сужения (односторонняя выемка в блоке создает меньший прогрев, чем двусторонняя).

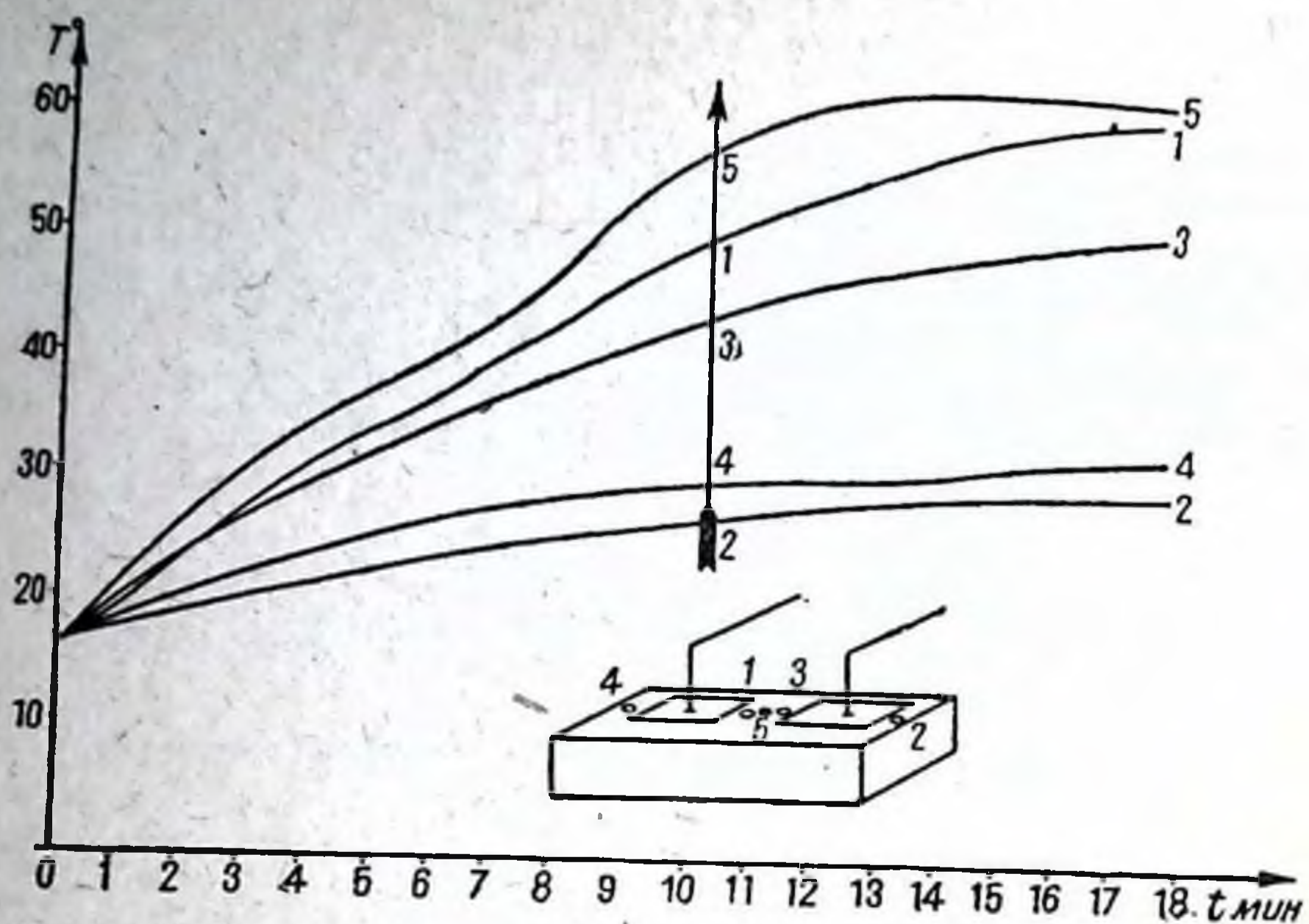


Рис. 25. Температурные кривые при малых, тангенциально расположенных пластинах.

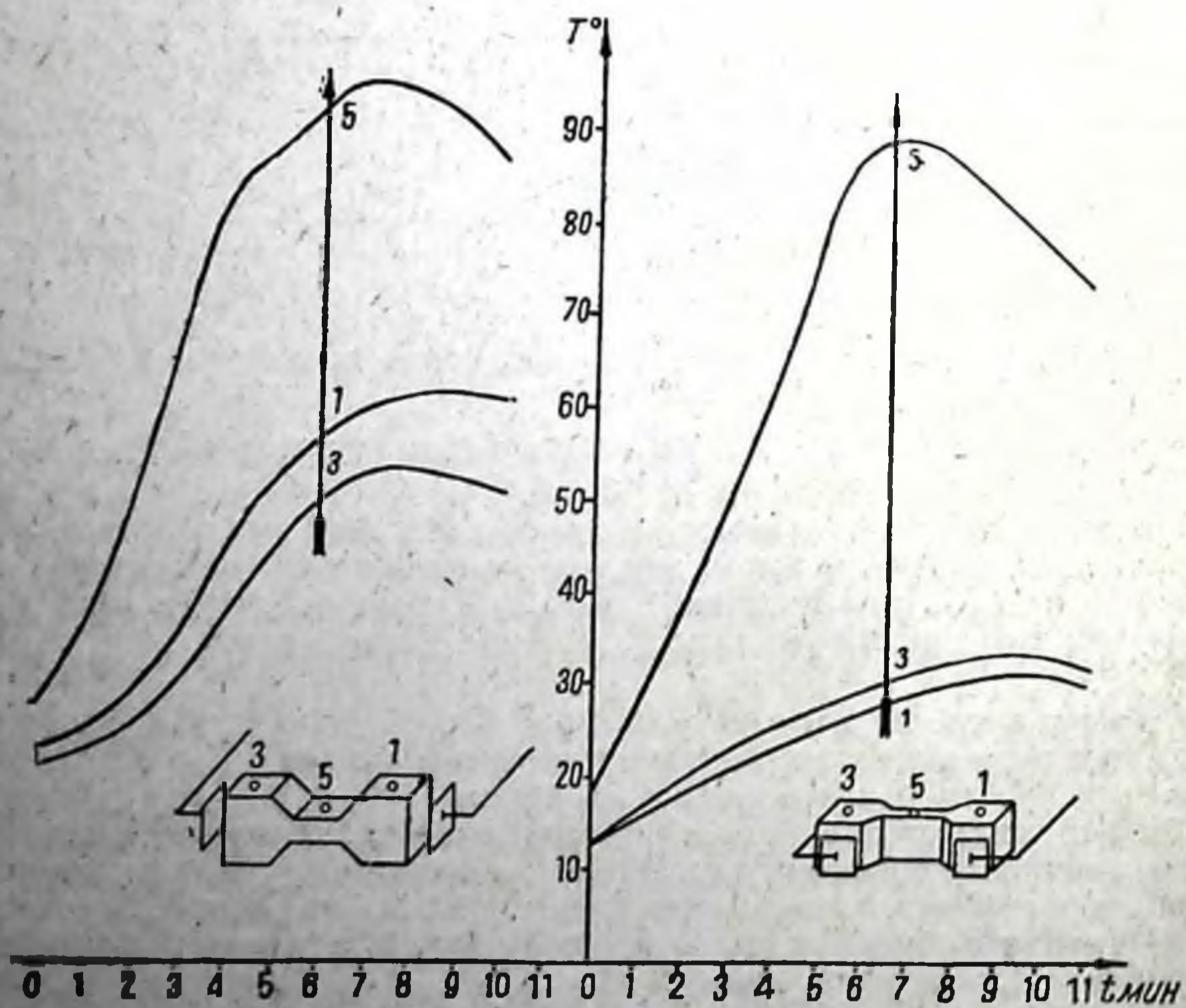


Рис. 26. Температурные кривые при малых пластинах, расположенных трансверсально (слева) и тангенциально (справа) на блоках со срединной выемкой.

II серия опытов

ОПЫТЫ НА МОДЕЛЯХ ИЗ ТГСТА С ХИМИЧЕСКИМ ТЕРМОИНДИКАТОРОМ (50 ОПЫТОВ)

В основном варианты этой серии опытов не отличаются от предыдущих, но содержат ряд дополнительных экспериментов. Применением химических веществ, меняющих свой цвет при определенной температуре («хамелеоны»), имеет для нашей темы то преимущество перед измерением T° помощью отдельных термометров, что дает картину изменения на всем пространстве исследуемой модели, а не в отдельных ее точках.

В качестве такого «хамелеона» я использовала комплексную соль $HgJ. AgJ$, рекомендованную для подобных работ Б у к к и (Bucky), Э з а у (Esau) и др. Соль приготавливалась ex tempore в химической лаборатории нашего отдела и меняла свою окраску (переход от светложелтой в оранжевую) при $44^\circ C$. Мы отказались от работы на агаровых блоках вследствие возможности при расплавлении агара потерять опыт, а также благодаря тому, что ровное диффузное распределение краски в тесте может быть достигнуто гораздо легче и лучше, чем в агаре; мы пользовались диффузным прокрашиванием модели и считаем ценными подобные исследования лишь при условии диффузного распределения хамелеона в блоке и совершенно недостаточным только посыпание его верхней поверхности, как это делали А л ь б р е х т и др.

Во всех опытах границы изменения окраски точно измерялись линейкой и фиксировались путем немедленной зарисовки на миллиметровой бумаге, ибо мы могли убедиться в том, что фотографическая пластинка очень плохо передает разницу между желтым и оранжевым цветом.

1-й вариант. Плоскопараллельные пластины, выходящие за пределы объекта

Как видно из рис. 27, 28 и 29, мы имеем здесь полное совпадение с тем, что было получено нами на хлебе; вся картина распределения тепла в этих случаях позволяет нам теперь высказать предположение о том, что приписывание УВЧ способности вызывать центральный прогрев имеет своей причиной н е д о с т а т о ч н о е о б р а щ е н и е в н и м а н и я н а в с ю к а р т и н у р а с п р е д е л е н и я т е п л а и о б р а щ е н и е в н и м а н и я т о л ь к о н а т о т ф а к т, ч т о у п л а с т и н б л о к г р е е т с я м е н ь ш е, ч е м в ц е н т р е. Ц е н т р а л ь н ы й п р о г р е в в э т о м в а р и а н т е н а с т у п а е т н е к а к п е р в и ч н ы й э ф ф е к т, а к а к р е з у л ь т а т к о н в е к ц и и о т р а н о н а г р е в а ю щ и х с я (з а с ч е т и с к р и в л е н и я с и д о в ы х л и н и й) н а р у ж н ы х г р а н е й б л о к а. В э т о м ж е у б е ж д а е т т о, ч т о п р и б о л е е

коротких экспозициях удавалось проследить постепенность распространения зоны прогрева: весь процесс начинался с наружных граней (рис. 27) и дальше распространялся на более глубокие слои (рис. 28). Наблюдаемые явления были просле-

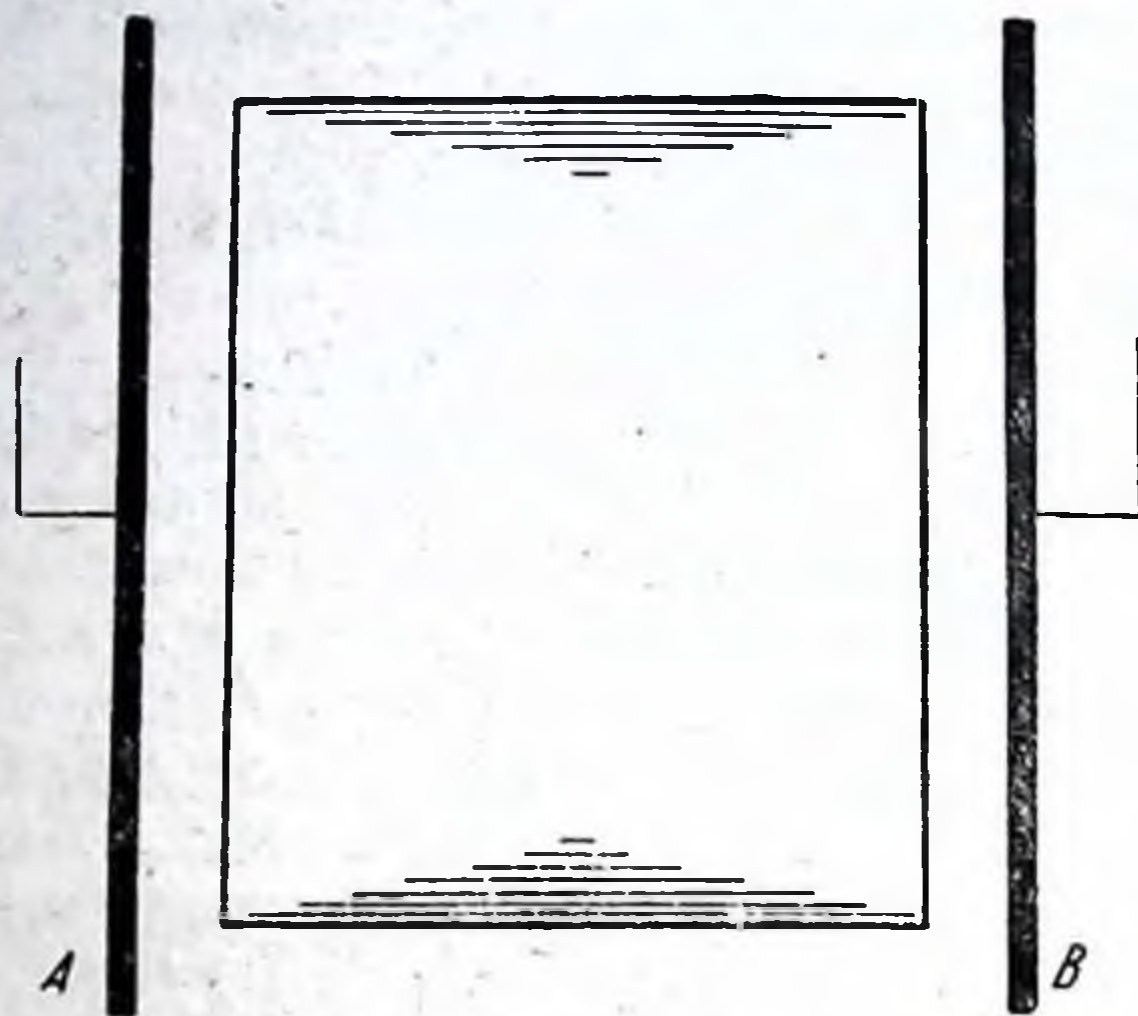


Рис. 27. Топография прогрева тестяных блоков при плоскопараллельных пластинах, которые больше объекта (малая экспозиция).

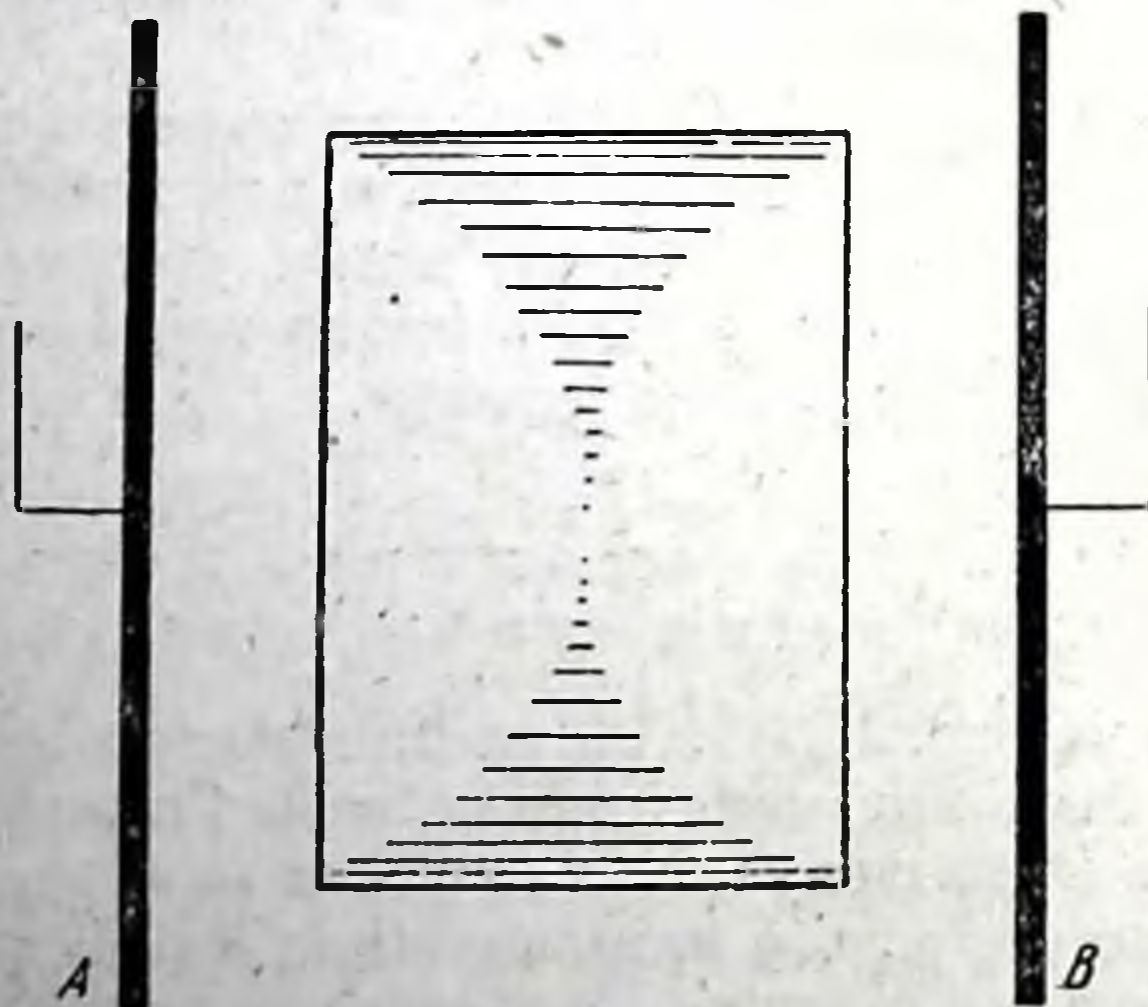


Рис. 28. Топография прогрева тестяных блоков при плоскопараллельных пластинах, которые больше объекта (большая экспозиция).

жены на многочисленных опытах, и это дает право утверждать, что получение глубинного центрального прогрева возможно только за счет остывания наружных поверхностей объекта при медленном (маломощном) прогреве.

Для проверки правильности утверждения Коваршика о том, что первичный центральный нагрев может быть получен помощью широкого раздвигания пластин, мною был проведен целый ряд опытов с различными величинами зазоров.

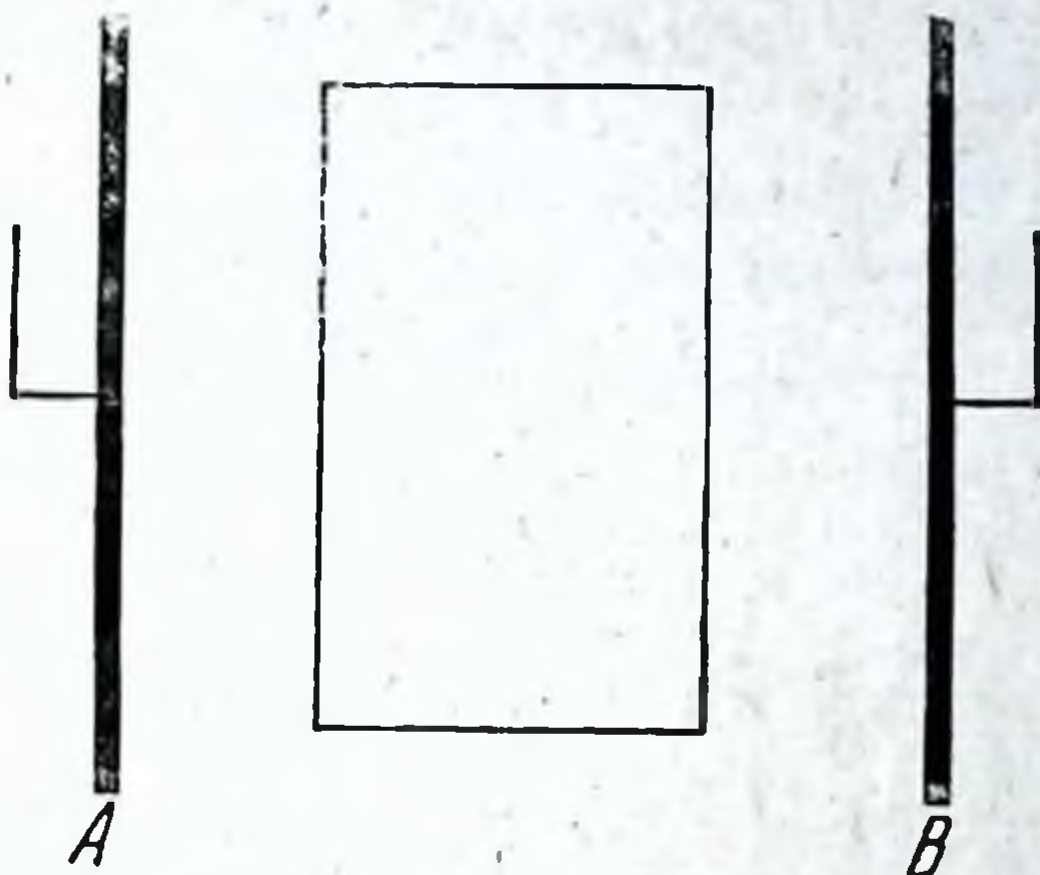


Рис. 29. Отсутствие прогрева при большом зазоре.

При этом оказалось, что вышеописанная закономерность остается в силе во всех случаях, пока хватает мощности генератора: центр блока греется слабее наружных краев. Когда зазоры становятся слишком широкими, то блок перестает нагреваться

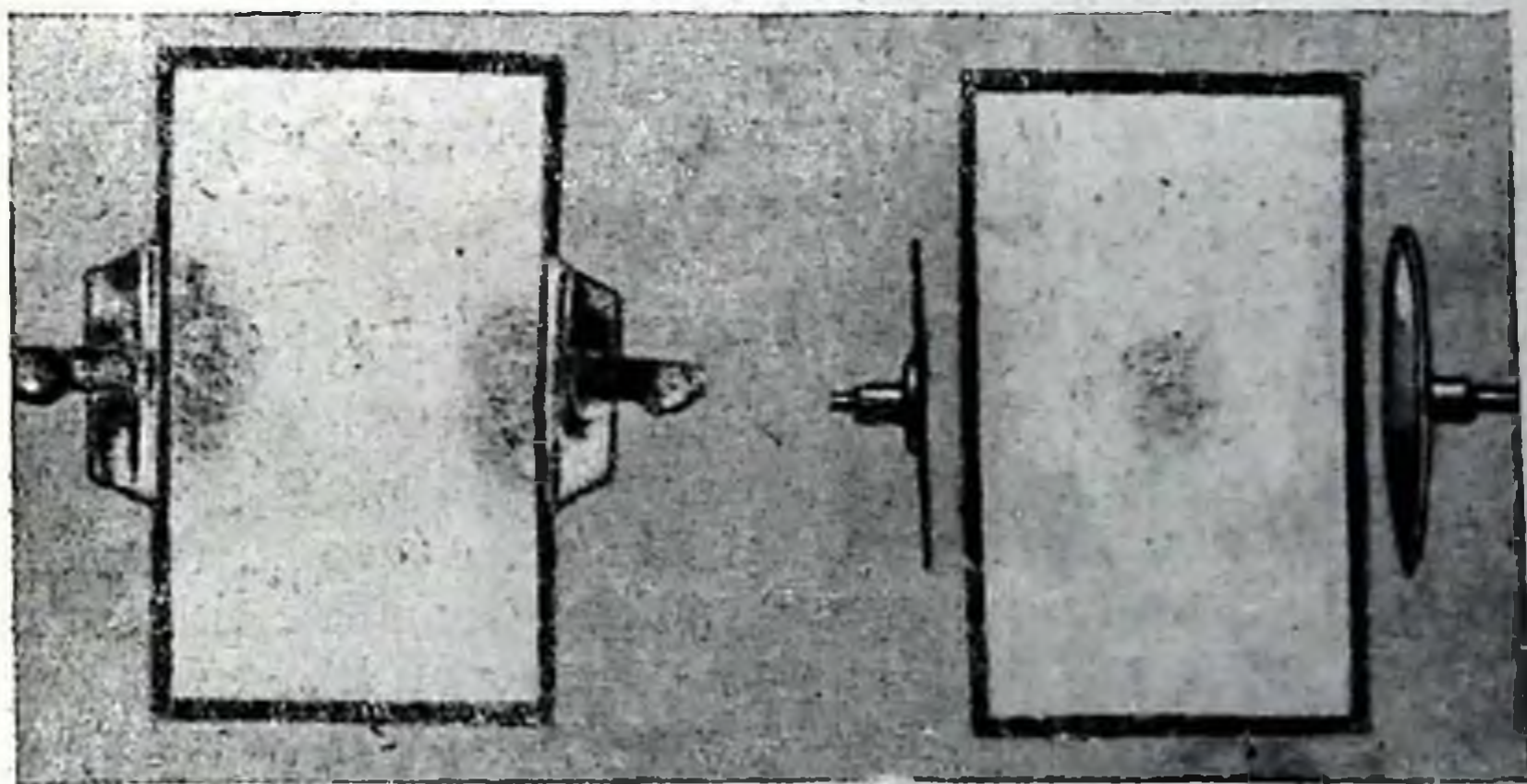


Рис. 30. Внутренний прогрев по Коваршику.

(рис. 29). Таким образом, на всем диапазоне ширины зазоров, от минимального до максимального, центральный термоэффект остается ниже, чем у поверхностей.

Утверждение Коваршика о возможности получить такой термоэффект, особенно при малых пластинах, кажется нам

со стороны такого опытного физиотерапевта настолько парадоксальным, что мы приводим в качестве документа рисунок из одной его работы (рис. 30).

2-й вариант. Плоскопараллельные пластины меньше поверхности объекта

Как видно из прилагаемого рис. 31, даже при достаточно большом зазоре прогрев всегда идет от пластин внутрь блока;

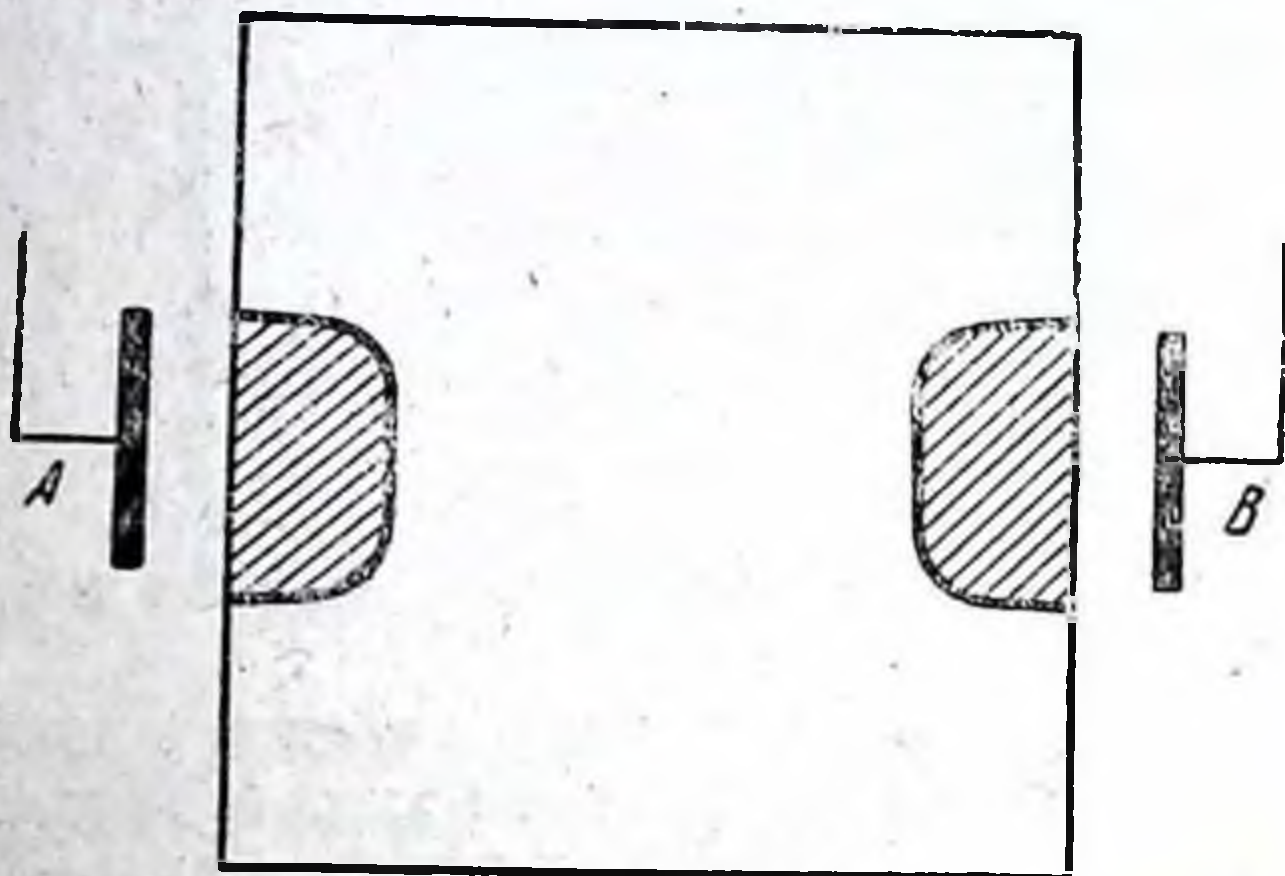


Рис. 31. Топография прогрева в тестяном блоке при равновеликих пластинах, которые меньше объекта.

нагрев никогда не начинается со свободных наружных границ или из центра.

3-й вариант. Разновеликие пластины при разном зазоре

В полном соответствии с опытами на хлебе мы получили больший прогрев у малой пластины и меньшего зазора. Однако при необходимости пользования означенным способом локализации никогда не следует брать величину пластин с очень большой разницей, ибо тогда может наступать также и краевой прогрев, даже при большем зазоре у большой пластины (рис. 32).

4-й вариант. Разновеликие пластины при разном зазоре

На рис. 33 видно, что метод разновеликих зазоров является одним из лучших способов локализации действия у малого зазора.

5-й вариант. Опыты с «третьим» электродом

Было получено полное подтверждение опытов с хлебом, однако выяснено, что благодаря большой плотности тока

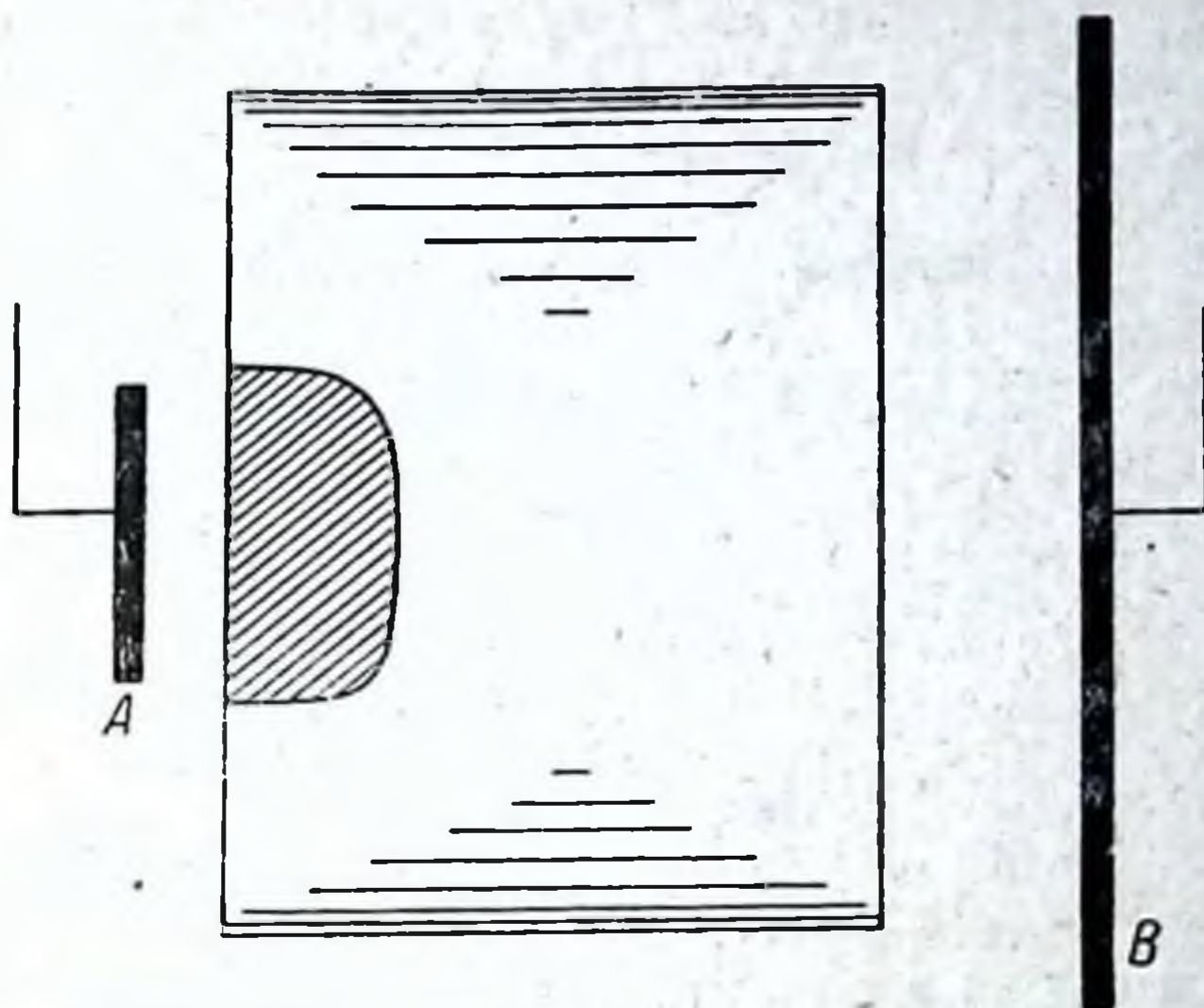


Рис. 32. Топография прогрева в тестяном блоке при разновеликих пластинах.

у «третьего» электрода создается опасность ожогов (см. ниже) — тесто в целом ряде опытов подгорало.

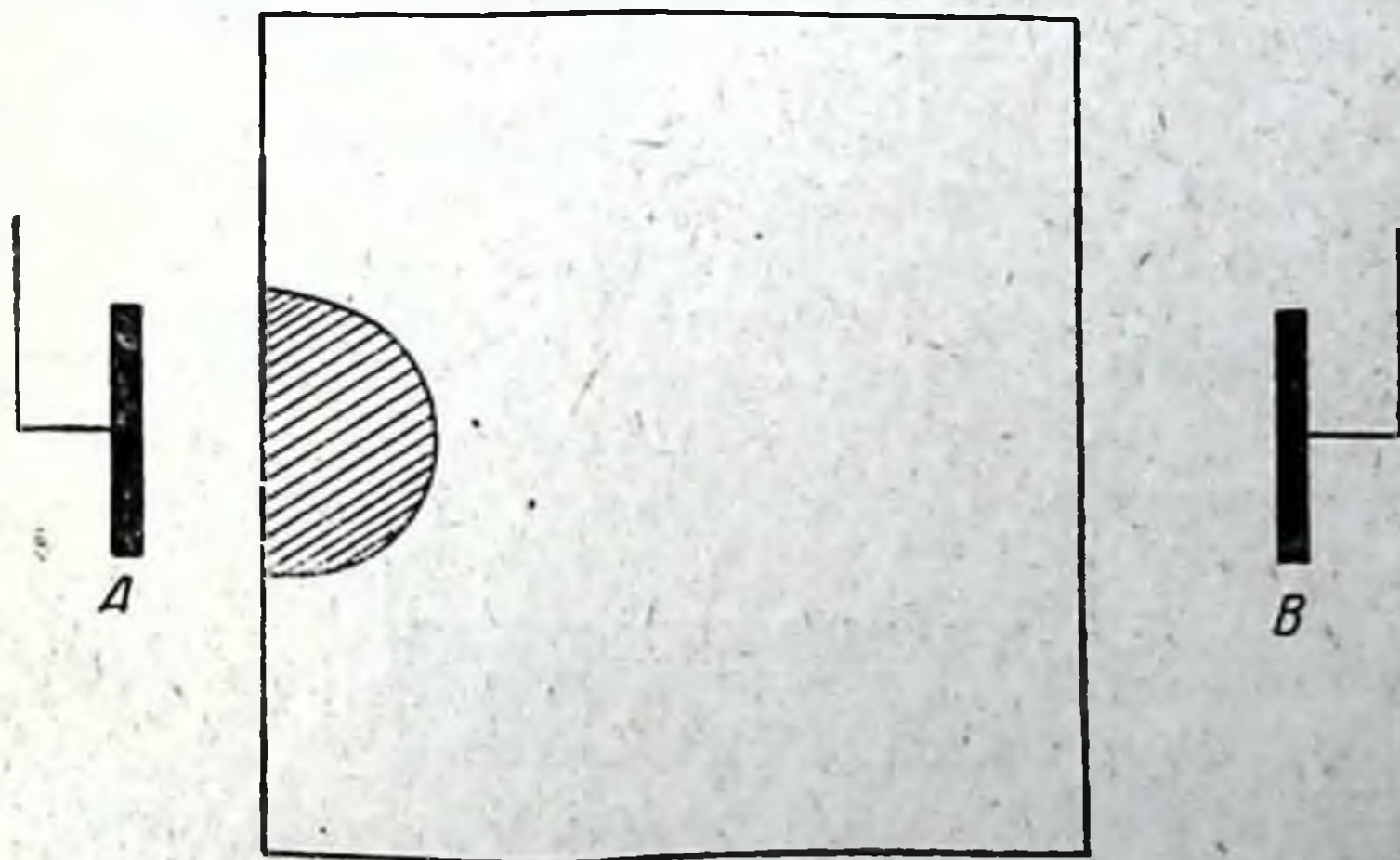


Рис. 33. Топография прогрева при равновеликих пластинах и разных зазорах.

6-й вариант. Опыты с тангенциальным расположением пластин

В этом варианте с исключительной четкостью были выявлены вся ценность и все удобство тангенциального расположения электродов, что хорошо иллюстрируется рис. 34.

7-й вариант. Опыты с блоком, имеющим срединный перехват при тангенциальном расположении пластин

Результаты опытов с «хамелеоном» вполне совпадают с полученными данными на хлебных моделях. Мы видим, что нагрев

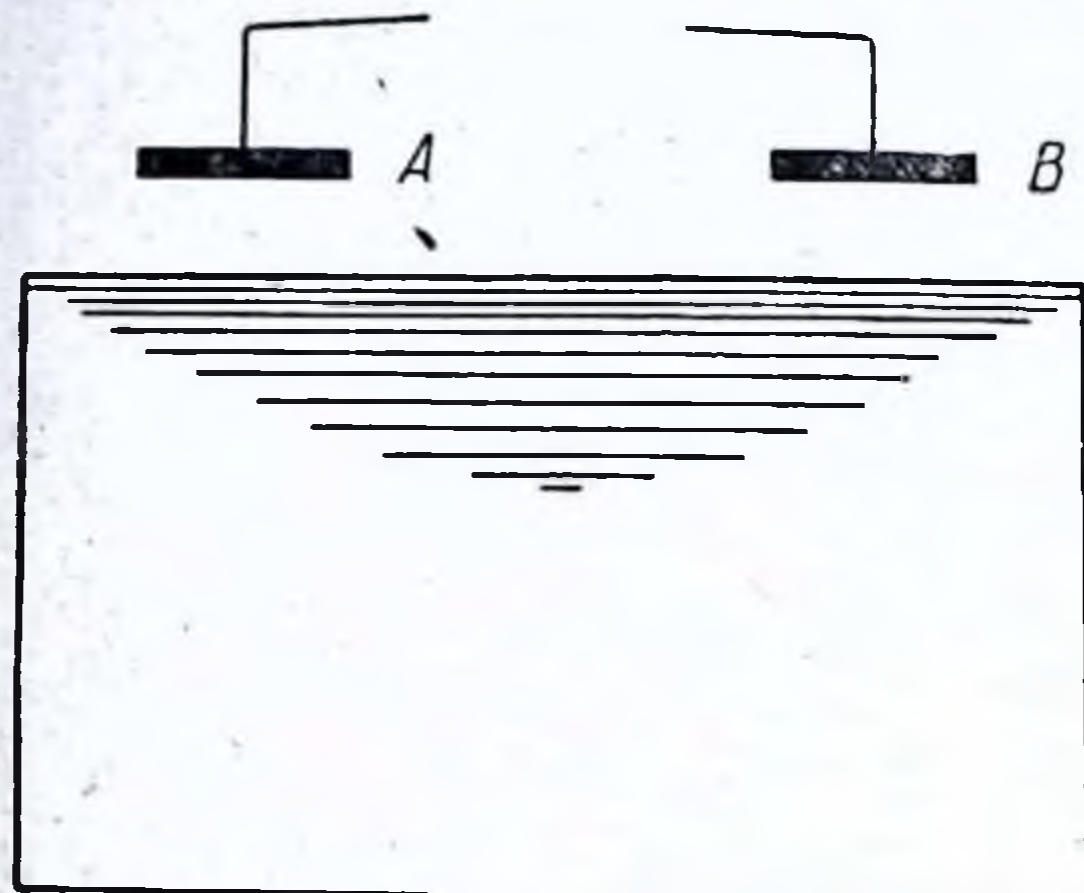


Рис. 34. Топография прогрева при малых пластинах, расположенных тангенциально.

в месте сужения, находящемся в отдалении от пластин, получается более интенсивным, чем в широких частях, находящихся под пластинами (рис. 35).

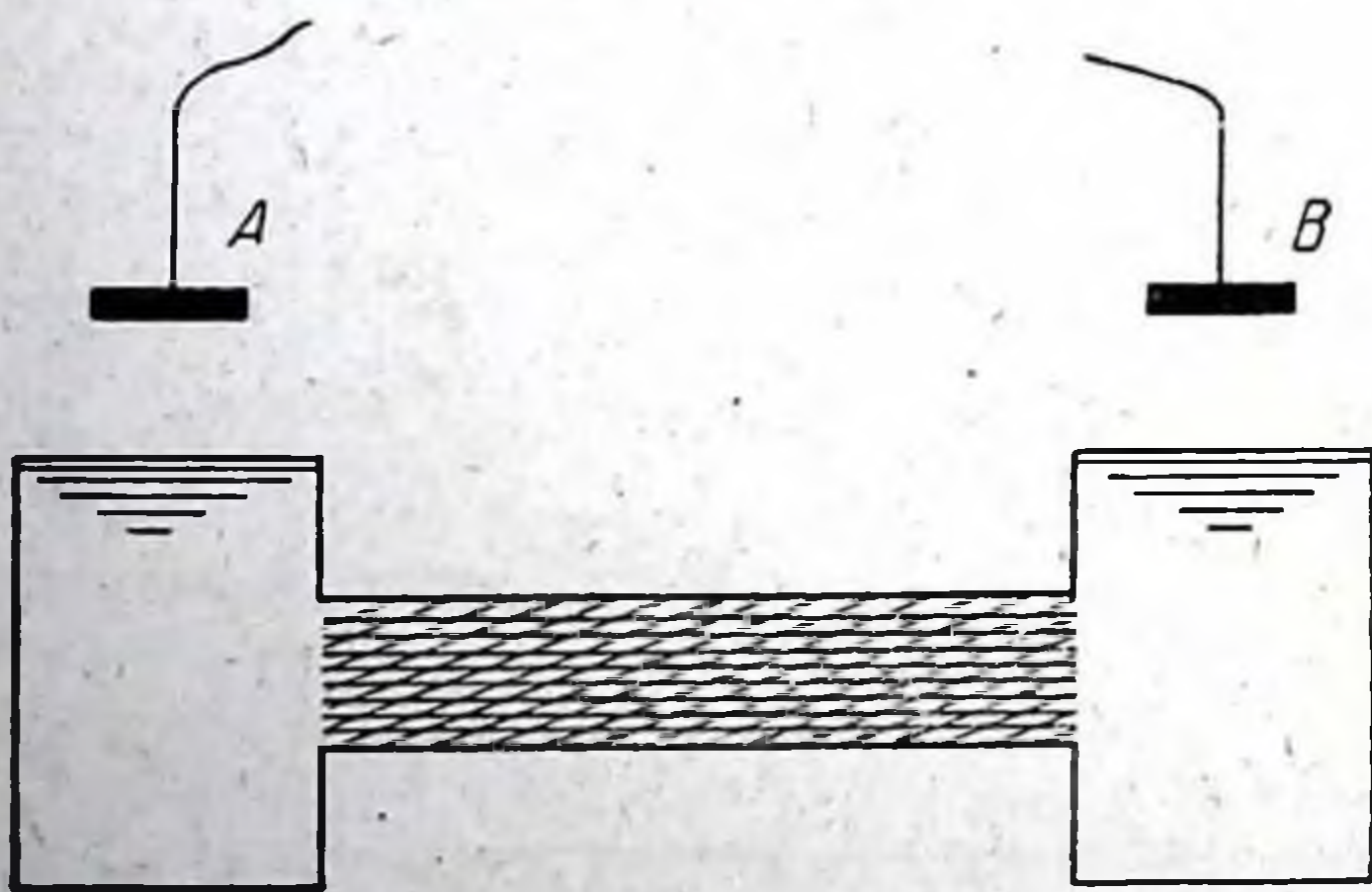


Рис. 35. Топография прогрева при малых пластинах, тангенциально расположенных у объекта со срединной выемкой.

8-й вариант. Тангенциальное облучение объектов, имеющих кривую поверхность

Ввиду того, что целый ряд физиологических объектов имеет более или менее выражено искривленную поверхность (почка,

желудок и т. д.), представлялось интересным выяснить характер топографии прогрева в этих случаях. Опыт с тангенциальным облучением почкообразной модели (рис. 36) показал интересную закономерность: кроме нерезкого нагрева под самыми пластинами, весьма резкий нагрев наступает у вогнутой поверхности модели, находящейся на значительном расстоянии от пластин. Причина этого явления кроется в том, что силовые линии сгущаются вогнутой поверхностью объекта.

Это обстоятельство, до сих пор не отмеченное в литературе должно быть принято во внимание при практическом (лечебном) использовании УВЧ. Благодаря этому, возможно, удастся пре-

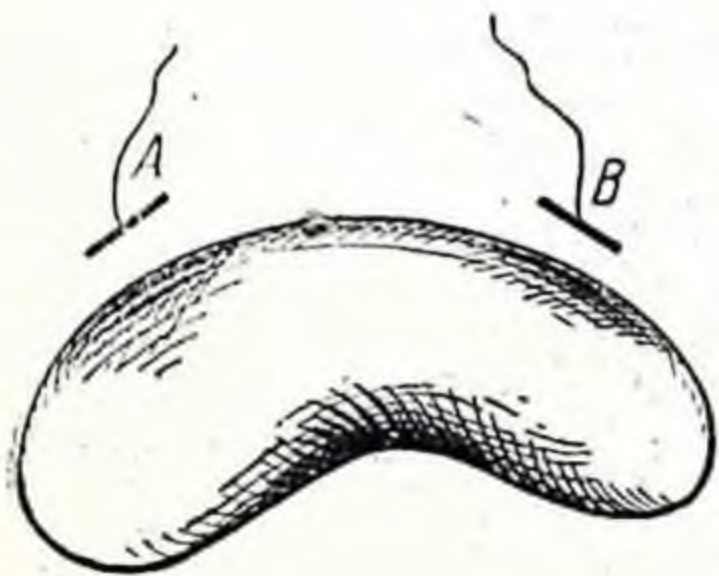


Рис. 36. Топография прогрева в почкообразной модели при малых пластинах, расположенных тангенциально.

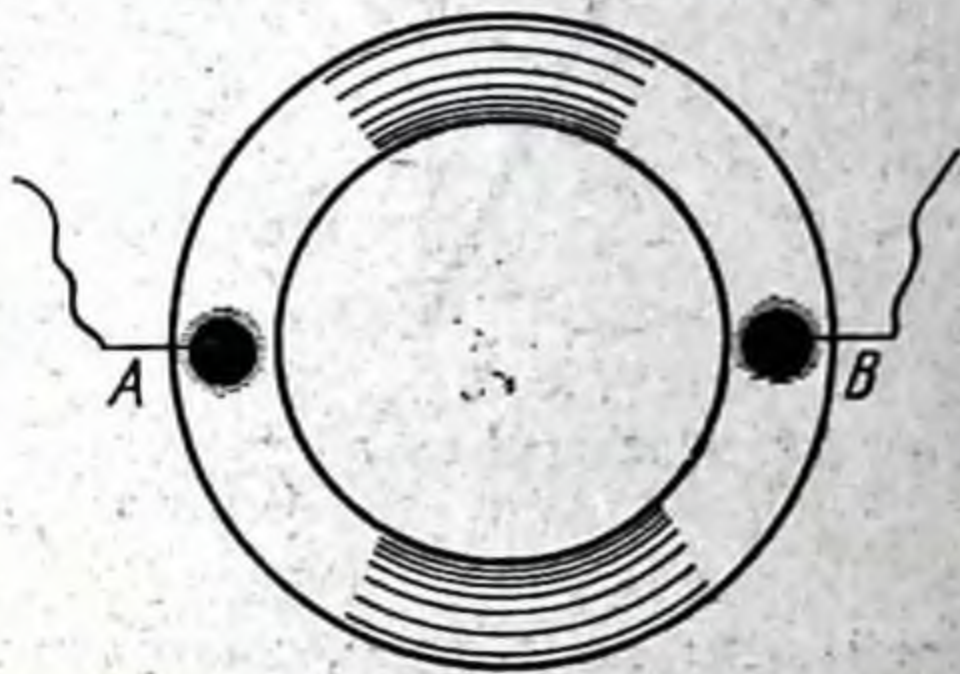


Рис. 37. Топография прогрева в кольцеобразной модели при тангенциально расположенных пластинах.

имущественно локализовать действие на малой кривизне желудка, почек и т. д. Это же создает и опасность ожогов в указанных местах при недостаточном обращении внимания на дозу.

Дальнейшее выяснение этого вопроса осуществлено на кольцеобразной модели; при этом оказалось, что прогрев распространяется на глубину у вогнутых поверхностей значительно больше, чем на участках, непосредственно лежащих под электродами (рис. 37).

9-й вариант. Опыты с различно выгнутыми электродами

Картины, получающиеся при применении различно выгнутых электродов, изображены на рисунках 38, 39, 40 и не нуждаются в специальных пояснениях.

10-й вариант. Опыты с увеличением емкостной проводимости зазоров

Рядом авторов [Нагельшмидт (Nagelschmidt), Петцольд] было указано, что сужение пучка силовых линий при

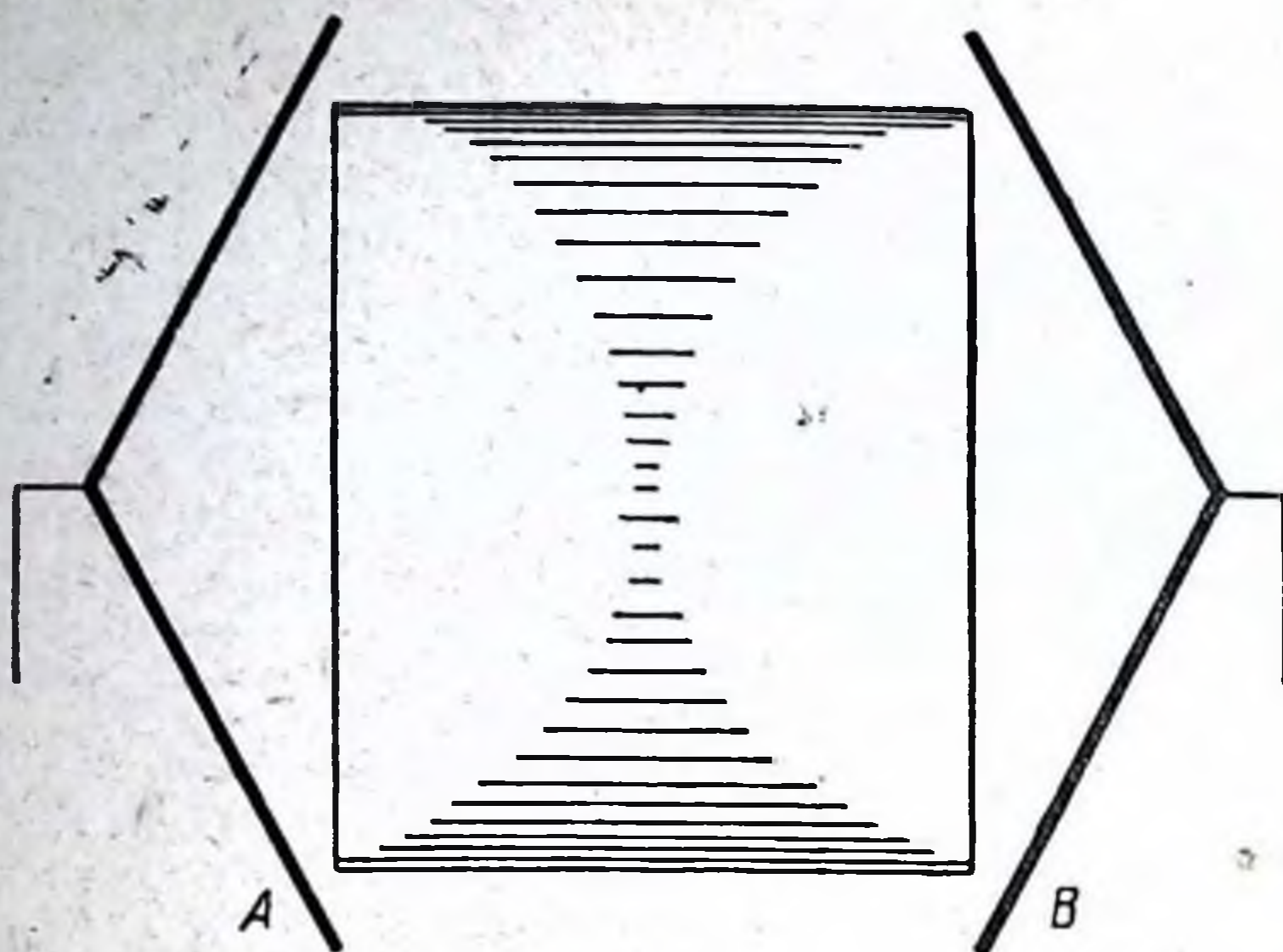


Рис. 38. Топография прогрева при вогнутых электродах, которые больше объекта.

воздействию на объект, находящийся в конденсаторном поле, а значит, и его более интенсивный сквозной прогрев может быть получен путем замены воздушного зазора диэлектриком, обладающим большим диэлектрическим коэффициентом,—так назы-

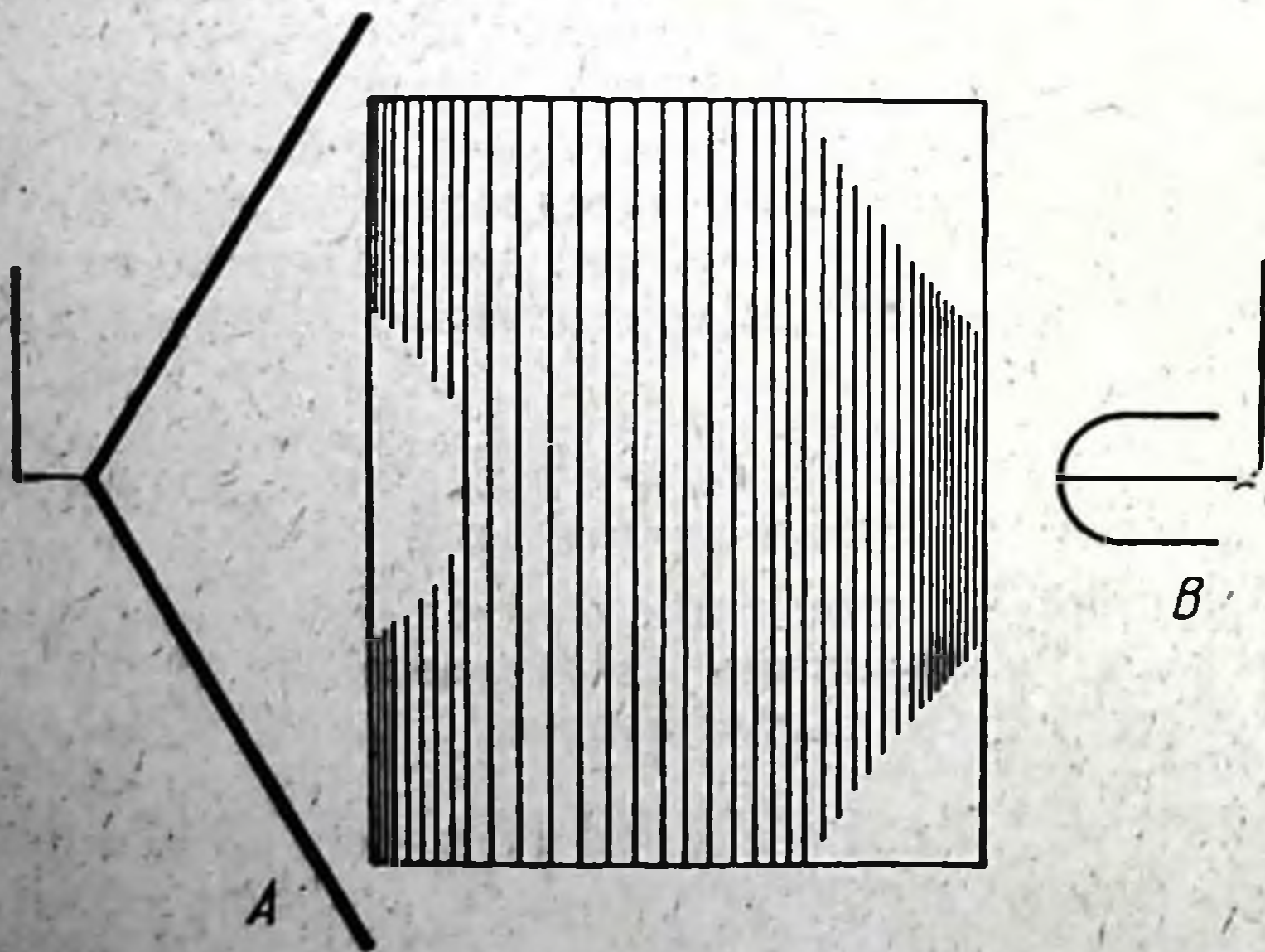


Рис. 39. Топография прогрева при равновеликих и разновыгнутых электродах.

ваемые «диэлектрические электроды» Нагельшмидта. Как видно из рис. 41, это в полной мере соответствует действительности, причем форма пучка силовых линий зависит от формы

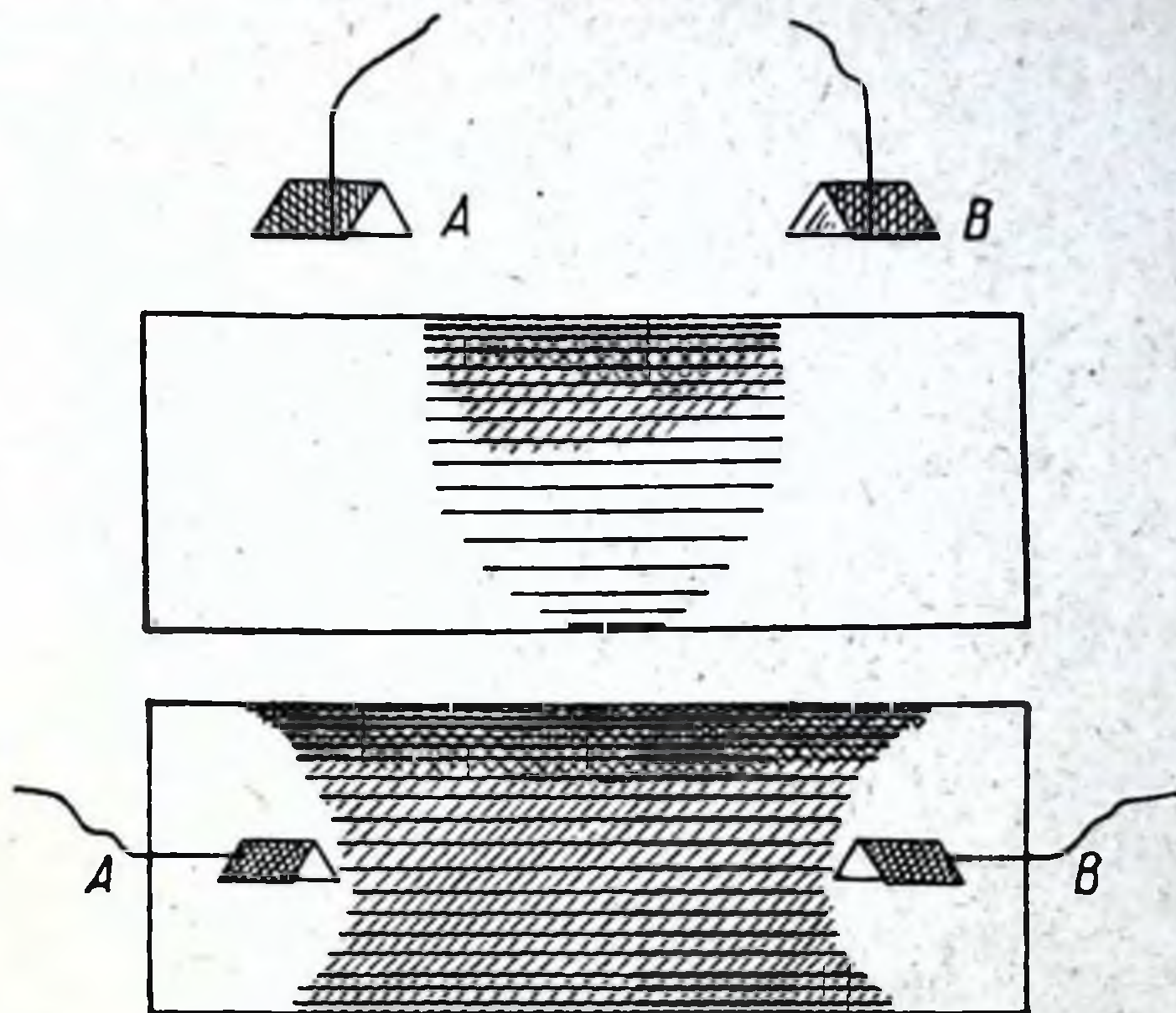


Рис. 40. Топография прогрева при вогнутых электродах, расположенных тангенциально. Наверху—вид сбоку; внизу—вид сверху.

заполняющих зазор диэлектриков, которыми в наших опытах служил майкалекс.

III серия опытов

ОПЫТЫ НА ТРУПАХ И НА ЖИВОМ ОБЪЕКТЕ

На основе описанных выше экспериментов и полученных в них определенных результатов естественно возникал вопрос о необходимости проверки этих данных на трупах и живых объектах. Здесь нас интересовала главным образом проверка преимуществ пользования «третьим» электродом и тангенциальным облучением для целей локализованного прогрева органов. Ориентировочные опыты были проведены на трупах, причем органом, в котором определялся нагрев, была избрана почка. Методика была следующей: отпрепаровывались обе



Экспозиция 2'

Рис. 41. Топография прогрева при «диэлектрических электродах».

почки, в них вставлялись ртутные термометры, рана зашивалась; в области левой почки снаружи на расстоянии 1—1,5 см укреплялась конденсаторная пластина, а in recto вводился узкий металлический стержень, заключенный в стеклянный колпак; вторая конденсаторная пластина отводилась в сторону от объекта и емкостно связывалась с «третьим» электродом (рис. 42); затем включался генератор, и записывались показания приборов и обоих термометров. Опыт длился око-

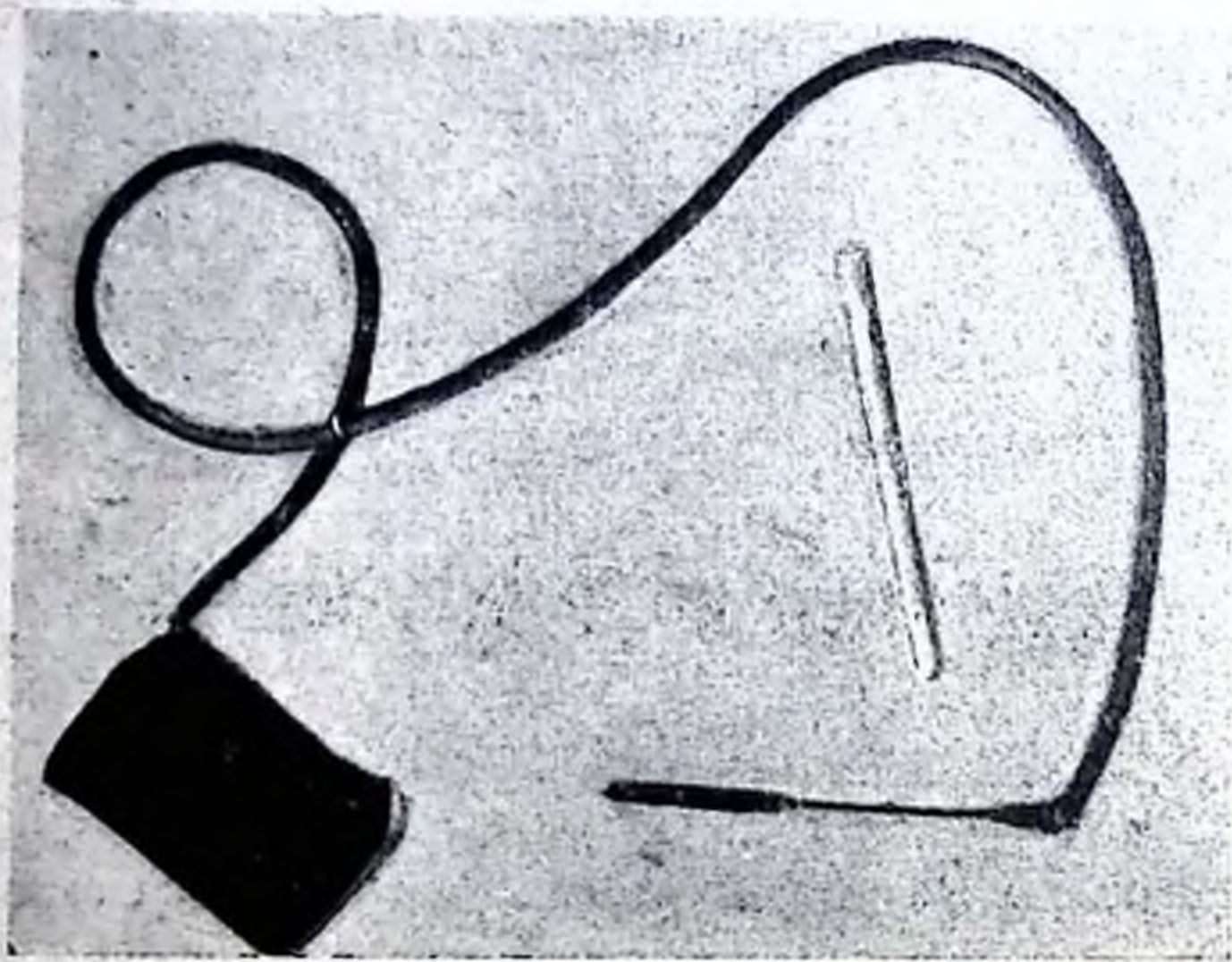


Рис. 42. Общая связь деталей «третьего» электрода.

ло 25 мин.; полученную разницу показаний термометров правой и левой почек см. на рис. 43.

При тангенциальном облучении обе пластины располагались в области левой почки с сантиметровыми зазорами, внутренний электрод исключался; в остальном техника опыта была та же.

Из рис. 44 видно, что разница более резко выражена при тангенциально расположенных пластинах, нежели при введении «третьего» электрода. Полученные данные послужили ориентировочными для дальнейших опытов, которые и были проведены на живой собаке с выведенными мочеточниками, что дало возможность получать порционно мочу за определенный срок из каждой почки в отдельности.

Мы могли предположить на основании работ нашей лаборатории, отчетливо показавших влияние УВЧ на диурез (подр. см. у А с т а н и н а), что более локализованное на одной стороне действие УВЧ может найти отображение на разности функциональных сдвигов более интенсивно и менее интенсивно облученной почки.

Для опытной собаки «Крошки» был установлен строгий пищевой режим с учетом вводимой жидкости. Опыт ставился в определенные часы утром до кормления животного, соблюдая двухдневные перерывы. Моча собиралась за каждый час из каждого мочеточника в отдельности на протяжении 8 часов. Каждая ча-

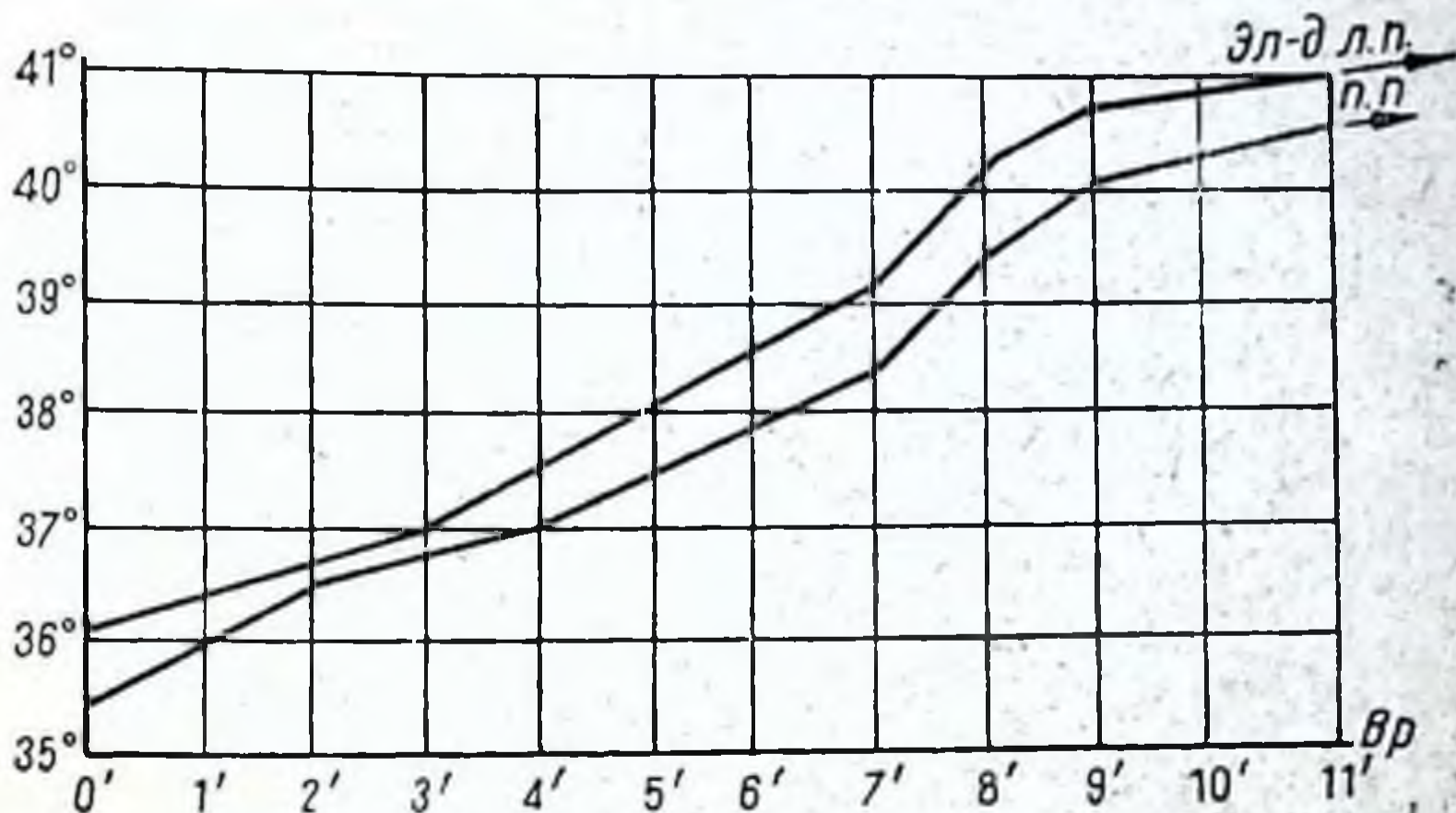


Рис. 43. Температурные кривые (на трупe) при «третьем» электроде.
Л. П.—левая почка; П. П.—правая почка.

совая порция исследовалась на содержание общего азота по микрометоду Кьельдаля, а также определялся молекулярный диурез (методом рефрактометрии).

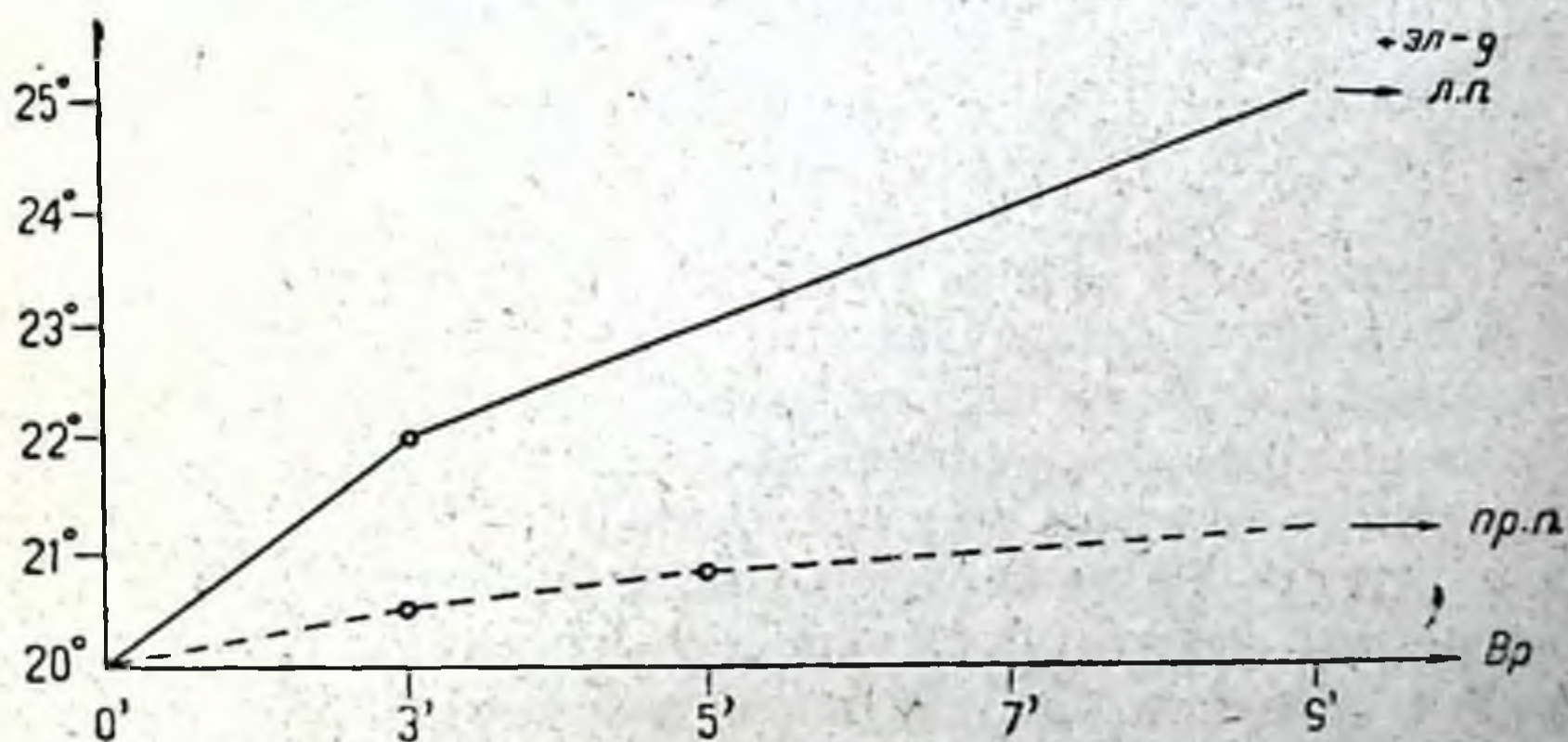


Рис. 44. Температурная кривая (на трупe) при тангенциальном расположении пластин.

Л. П.—левая почка; Пр. П.—правая почка.

Предварительно было проведено несколько опытов для определения нормы—количества выделяемой мочи и общего содержания азота, выделяемого каждой почкой; при этом оказалось, что левая почка у нашей собаки выделяет мочи меньше, чем правая, но выводит больше общего азота.

После этого собака была подвергнута воздействию УВЧ с применением «третьего» электрода; собака фиксировалась в обычном станке, *in testum* вводился внутренний электрод, конденсаторная пластина к левой почечной области фиксировалась бинтом; (рис. 45). Предварительно, до включения

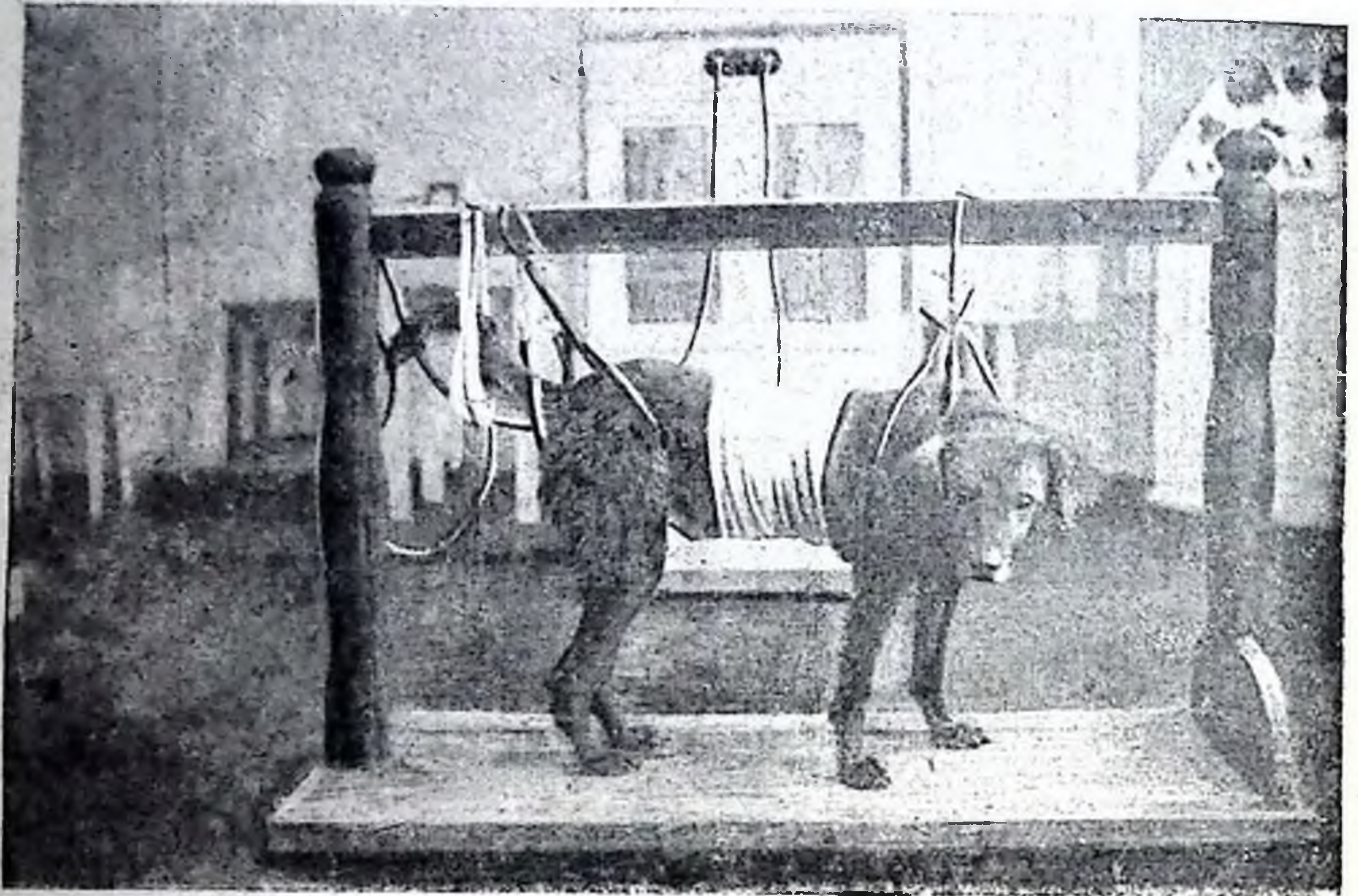


Рис. 45. Собака в станке для облучения с введенным «третьим» электродом.

генератора, измерялась температура в прямой кишке. При опыте генератор включался на 10—15 мин.; при пользовании внутренним электродом спустя 5—6 мин. у собаки появлялась резкая одышка, усиленная саливация и очень резкое повышение температуры в прямой кишке (на 5—6°C), которая измерялась тотчас же по выключении генератора. Сплошь и рядом наблюдалось резкое беспокойство: собака выталкивала внутренний электрод и т. д. Исследования мочи дали картину некоторого повышения диуреза со значительным повышением выделяемого общего азота. Подобные изменения касаются обеих почек, и усмотреть в данном варианте опытов превалирование изменений со стороны облучаемой почки не удалось (рис. 46).

При аналогичной постановке опыта с тангенциальным воздействием на левую почку мы могли установить чрезвычайно интересную картину: количество общего азота, выделяемого правой и левой почками, почти выравнивалось, получено резкое увеличение общего азота (рис. 46). На основании проведен-

ных опытов в данном варианте создается определенное впечатление о наличии наиболее резких функциональных сдвигов в левой почке при тангенциальном расположении малых пластины у левой почечной области¹.

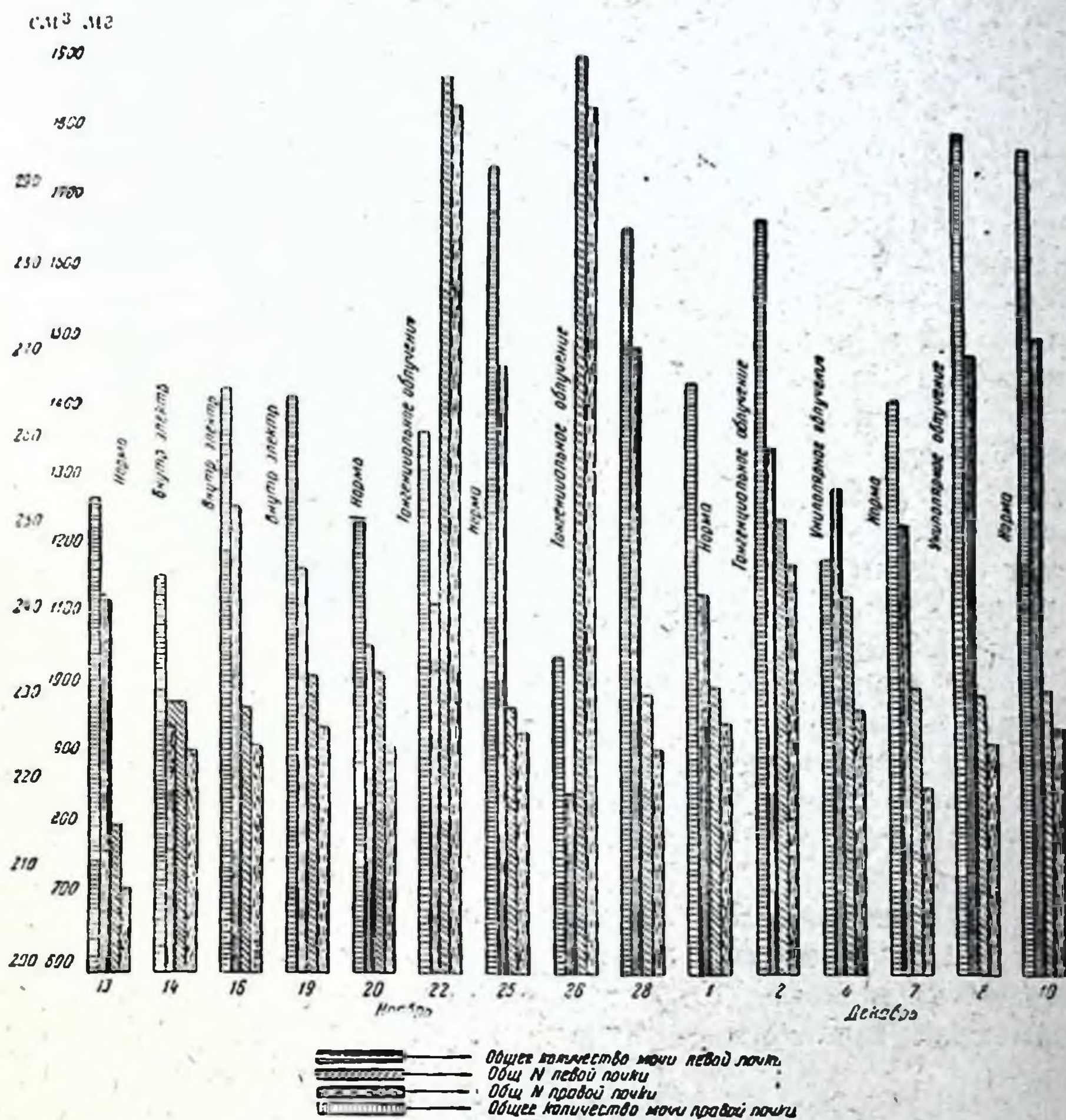


Рис. 46. График сравнительного увеличения общего азота в моче из правой и левой почек при тангенциальном облучении, облучении «третьим» электродом и униполярном воздействии.

Учитывая этот факт, а также то, что при тангенциальном облучении не создается никаких беспокойств объекта, мы находим возможным утверждать, что применение метода Ш в а р ц-

¹ Можно предполагать, что более резкая разница в работе облученной и необлученной почки несколько сглаживается рефлекторным воздействием одного парного органа на другой; поэтому представлялось бы интересным повторить эти опыты на собаке с денервированными почками, что мы и предполагаем сделать в дальнейшем.

ш и л ь д а не может быть рекомендовано для практики и подлежит замене широким использованием тангенциального метода облучения.

Выводы

1. Локализация термического действия УВЧ может быть достигнута применением разновеликих пластин (нагрев у малой пластины) или разновеликих зазоров (нагрев у малого зазора). В целях сохранения симметричной работы генератора следует комбинировать оба способа.

2. Ни в каких случаях не может быть получено первичное преимущественное прогревание центральной части гомогенного объекта без прогревания его периферических частей в смысле К о в а р ш и к а. Меньший, по сравнению с центральным прогревом, прогрев у пластин имеет место лишь при пластинах, превышающих по своим размерам объект; это зависит от большего прогрева наружных частей блока благодаря втягиванию здесь силовых линий в объект. Центральный прогрев возможен, таким образом, или за счет конвекции в этом случае, или за счет большой теплоотдачи со свободных поверхностей там, где это позволяют условия опыта.

3. Геометрия объекта имеет решающее значение для топографии термоэффекта в гомогенном объекте. Так, при тангенциальном облучении объектов, имеющих перехваты, в области перехвата наблюдается более интенсивный нагрев, чем вблизи пластин, а при облучении объектов с искривленной поверхностью действие локализуется по вогнутой стороне объекта.

4. Предложенный Ш в а р ц ш и л ь д о м для локализации действия «третий» электрод представляет ряд практических неудобств и может быть с успехом заменен чрезвычайно удобным тангенциальным облучением.

ЛИТЕРАТУРА

1. K o w a r s c h i k J., Wien. klin. Wchschr., S. 957, 1931.—2. Schliephake E., Die Kurzwellentherapie, Jena, G. Fischer, 1935.—3. Heller R., Klin. Wchschr., S. 2398, 1931.—4. Gebbert A., Klin. Wchschr., S. 905, 1934.—5. Pätzold J., Strahlenther., 49, 345, 1934.—6. Albrecht W., Ztschr. f. ges. exp. Med., 93, 816, 1934.—7. Bierman a. Schwarzschild M., Proc. Soc. exp. Biol. a. Med., 29, 439, 1932.—8. Halphen et Auclair, Bull. off. de la Soc. fr. d'El. et de Rad., 1932, déc.—9. Esau A. u. Busse E., Ztschr. f. Hochfrqz., 35, 9, 1930.

О СЕЛЕКТИВНОМ ТЕПЛОВОМ ЭФФЕКТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ УВЧ¹

В. В. Т а т а р и н о в

1. Тепловой эффект

При воздействии электрических полей ультравысокой частоты на различные биологические объекты в тканях этих объектов происходит ряд физических изменений. Наиболее легко наблюдаемым изменением является нагревание тканей, или «тепловой эффект». При этом, вообще говоря, различные ткани объекта нагреваются различно в зависимости от свойств этих тканей, а также от расположения границ раздела между ними, направления силовых линий поля и его частоты (длины волны). Это различное выделение тепла в различных тканях, образующих облучаемый объект, мы и отмечаем термином «селективный тепловой эффект».

Благодаря сложной электрической структуре вещества вообще, а органических тканей в особенности, воздействие на них электрических полей ультравысоких частот представляет собой с физической стороны явление весьма сложное и далеко не во всех деталях изученное. Однако макроскопически, в отношении распределения тока, напряжения и теплового эффекта, явления эти вполне точно описываются классической теорией электромагнитного поля при помощи двух параметров, характеризующих вещество: диэлектрического коэффициента ϵ и проводимости σ .

Параметры эти меняются в зависимости от частоты колебаний, температуры диэлектрика (объекта), амплитуды поля и т. д., но при данных конкретных условиях опыта, например при данной волне, температуре и амплитуде, для каждого вещества мы должны их рассматривать как вполне определенные постоянные величины. Для пояснения сказанного приведем следующий пример. Согласно классической электромагнитной теории света показатель преломления луча n равен $\sqrt{\epsilon}$. Но мы знаем, что

¹ Из физико-биологического отдела (зав.—доц. Г. Л. Френкель) Лен. фил. ВИЭМ.

прозрачные диэлектрики обладают известной дисперсией, т. е. их показатель преломления различен для разных волн спектра. Следовательно, и их диэлектрический коэффициент ϵ меняется с изменением длины волны.

Эти изменения параметров ϵ и σ с частотой колебаний, температурой и т. д. зависят от физической структуры диэлект-

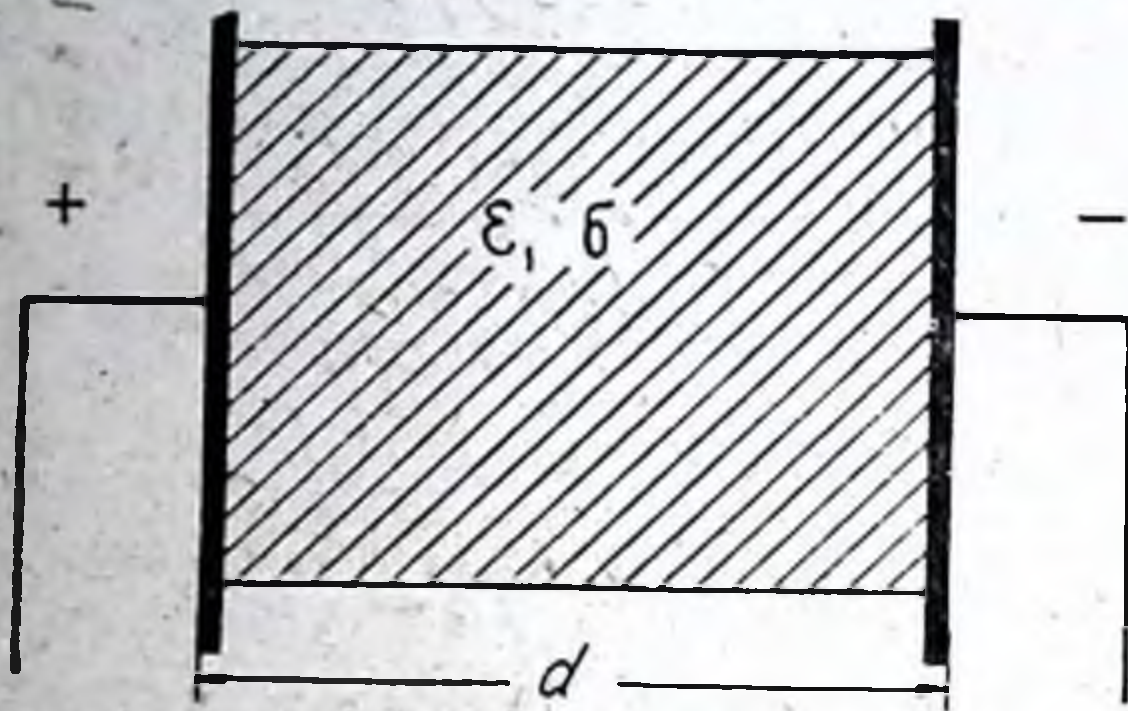


Рис. 47. Конденсатор с однородным диэлектриком.

риков и будут различны в зависимости от присутствия в них нейтральных частиц, поляризующихся лишь под действием поля, или полярных молекул (дебаевские диполи), изменяющих свою ориентацию под действием поля, от наличия ионов, их размеров и подвижностей и т. д.

Вследствие этого изучение зависимости ϵ и σ от длины волны, температуры и т. д. открывает путь к углублению наших представлений о строении вещества и физических процессах в облучаемых объектах. Но в настоящей заметке мы не будем касаться этих вопросов, а покажем лишь, как в простейших случаях, считая для данных условий опыта параметры ϵ и σ постоянными, можно рассчитать тепловой эффект УВЧ в различных тканях.

2. Тепловой эффект в однородном диэлектрике

Рассмотрим сначала случай однородного тела. Для этого вообразим плоский конденсатор, в котором пространство между пластинами заполнено однородным диэлектриком с диэлектрическим коэффициентом ϵ и проводимостью $\sigma = 0$ (совершенный диэлектрик) (рис. 47).

Если на пластины конденсатора подается переменное напряжение U с амплитудой U_0 и угловой частотой ω , то

$$U = U_0 \cos \omega t. \quad (1)$$

Напряжение электрического поля E между пластинами будет равно падению напряжения на единицу длины:

$$E = \frac{U}{d} = \frac{U_0}{d} \cos \omega t. \quad (2)$$

$\frac{U_0}{d}$ есть амплитуда поля, которую мы обозначим через E_0 . Тогда E выразится так:

$$E = E_0 \cos \omega t. \quad (2')$$

Плоский конденсатор имеет емкость

$$C = \frac{\epsilon S}{4\pi d}, \quad (3)$$

где S есть площадь каждой пластины. Для постоянного тока проводимость такого конденсатора равна нулю, но если к пластинам его подведено напряжение U частоты ω , то через него пойдет емкостный ток J_1 , величина которого будет:

$$J_1 = UC\omega j = \frac{U_0 S \epsilon \omega}{4\pi d} j \cos \omega t. \quad (4)$$

Он упреждает по фазе напряжение U (и поле E) на $1/4$ периода, что и отмечается символически множителем j . Емкостный ток не нагревает диэлектрик, и, следовательно, его тепловой эффект равен нулю. Такие токи называются безваттными. Следовательно, в случае $\sigma=0$ тепловой эффект в диэлектрике всегда равен нулю. Диэлектрик, у которого $\sigma=0$, называется совершенным диэлектриком. Вполне совершенным диэлектриком является лишь пустота. Из материальных тел более или менее совершенными диэлектриками можно считать неполярные газы и жидкости, например, бензол.

Прежде чем перейти к несовершенным диэлектрикам, преобразуем несколько выражение (4). Приняв во внимание уравнение (2), получаем:

$$J_1 = E \frac{S \epsilon \omega}{4\pi} j,$$

или

$$\frac{J_1}{S} = E \frac{\epsilon \omega}{4\pi} j. \quad (5)$$

$\frac{J_1}{S}$ есть плотность тока (ток через площадь 1 см^2), которую мы обозначим через i_1 , причем окончательно получим:

$$i_1 = E \frac{\epsilon \omega}{4\pi} j. \quad (5')$$

Предположим теперь, что наш диэлектрик несовершенный, т. е. имеет σ , отличную от нуля. Тогда через конденсатор кроме емкостного пойдет еще и ток проводимости, который определится по закону Ома.

Если проводимость диэлектрика σ , то удельное сопротивление его $\rho = \frac{1}{\sigma}$. Рассматривая весь диэлектрик между пластинами, как проводник длины d и поперечного сечения S , найдем, что его сопротивление R будет:

$$R = \rho \frac{d}{S} = \frac{d}{\sigma S}. \quad (6)$$

Следовательно, по закону Ома ток будет:

$$J_2 = \frac{U}{R} = \frac{U_0 S \sigma}{d} \cos \omega t$$

или, приняв во внимание равенство (2),

$$J_2 = ES\sigma.$$

Обозначив плотность тока проводимости J_2 через i_2 , найдем:

$$i_2 = \frac{U_2}{S} = E\sigma. \quad (7)$$

Ток проводимости находится в фазе с напряжением и полем. Тепловой эффект этого тока определяется уравнением:

$$Q \frac{\text{кал}}{\text{сек}} = 0,24 \frac{U_0^2}{2R},$$

а так как

$$U_0 = E_0 d \text{ и } R = \frac{d}{\sigma S},$$

то

$$Q \frac{\text{кал}}{\text{сек}} = \frac{0,24}{2} E_0^2 \sigma S d. \quad (8)$$

Заметив, что Sd есть объем диэлектрика τ , получим

$$\frac{Q}{\tau} = q \frac{\text{кал}}{\text{сек} \cdot \text{см}^3} = 0,24 \frac{E_0^2 \sigma}{2}, \quad (9)$$

где q обозначает собственно тепловой эффект, т. е. число калорий, выделяющееся в каждом кубическом сантиметре диэлектрика в секунду. Если будем выражать тепловой эффект в ваттах на 1 см^3 , то получим

$$q = \frac{E_0^2 \sigma}{2}. \quad (9')$$

Итак, в случае несовершенного диэлектрика, имеющего параметры ϵ и σ , плотность i полного тока будет равна сумме плотностей токов емкостного и проводимости и выразится:

$$i = i_1 + i_2 = E \frac{\epsilon \omega}{4\pi} j + E\sigma = E \left[\sigma + \frac{\epsilon \omega}{4\pi} j \right]. \quad (10)$$

Тепловой эффект будет зависеть только от тока проводимости и определится уравнением (9) или (9').

3. Тепловой эффект в неоднородном диэлектрике

В случае неоднородного объекта формулы (9) и (10) предыдущего параграфа остаются в силе. Тем не менее задача чрезвычайно осложняется, потому что ϵ , σ и E в различных точках объекта теперь уже не одинаковы. Главное затруднение представляет определение поля E в различных тканях облучаемого объекта, так как оно зависит не только от параметров ϵ и σ , но и от ориентировки занимаемых различными тканями объемов по отношению к силовым линиям поля.

Решение задачи возможно лишь в простейших случаях. Ниже мы разберем два из них, наиболее простых, но в то же время и наиболее важных.

Случай I. Силовые линии параллельны границе раздела

Предположим, что мы имеем плоский конденсатор, пространство между пластинами которого заполнено двумя различными диэлектриками I и II, характеризуемыми параметрами ϵ_1 , σ_1 и ϵ_2 , σ_2 . Пусть граница раздела этих диэлектриков параллельна силовым линиям и нормальна поверхности пластин (рис. 48).

Мы знаем, что потенциал каждой пластины должен иметь одно и то же значение во всех ее точках. Следовательно, и разность потенциалов во всех частях пластин, соприкасающихся как с диэлектриком I, так и с диэлектриком II, должна быть одна и та же.

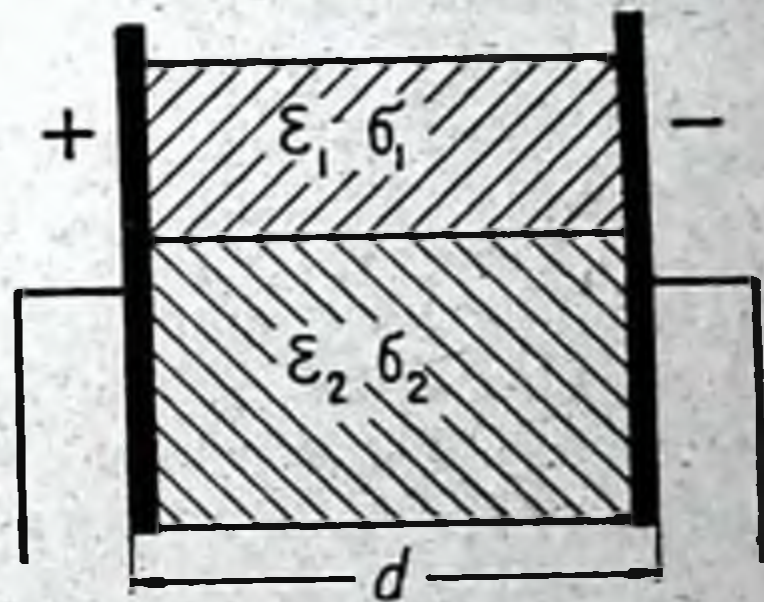


Рис. 48. Расположение I двух диэлектриков в поле конденсатора.

Поэтому поле между пластинами конденсатора в этом случае будет одинаково в обоих диэлектриках и равно

$$E = \frac{U}{d} \quad (11)$$

Тепловые эффекты в диэлектриках будут соответственно

$$\left. \begin{aligned} q_1 &= \frac{E_0^2 \sigma_1}{2} \\ q_2 &= \frac{E_0^2 \sigma_2}{2} \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Отношение же тепловых эффектов, характеризующее селективность, будет

$$K_1 = \frac{q_1}{q_2} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2}. \quad (13)$$

Итак, когда силовые линии параллельны границе раздела двух диэлектриков, то селективный тепловой эффект в них зависит

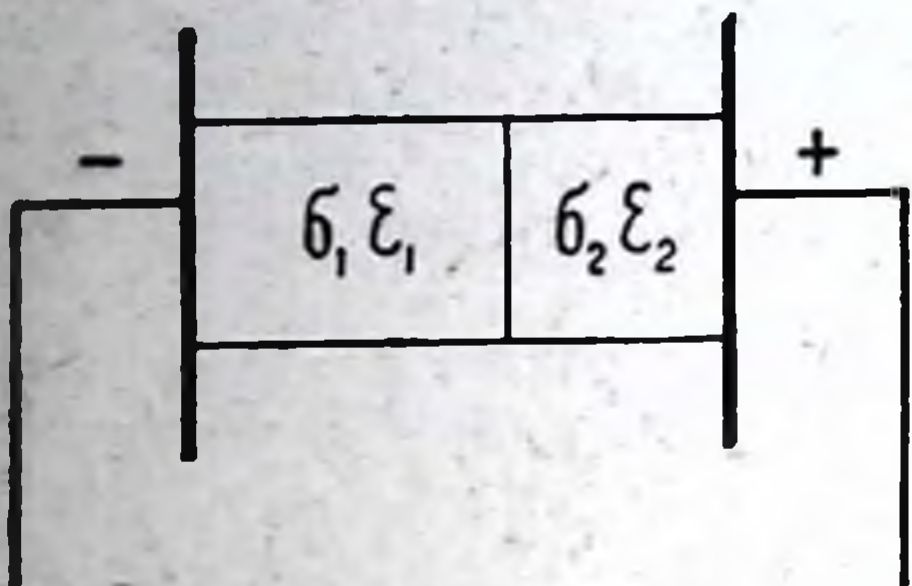


Рис. 49. Расположение II двух диэлектриков в поле конденсатора.

только от проводимостей σ_1 и σ_2 и совершенно не зависит ни от их диэлектрических коэффициентов ϵ_1 и ϵ_2 , ни от частоты колебаний (длины волны). Это обстоятельство дает, между прочим, прекрасный способ определения относительных проводимостей при ультравысоких частотах, со-

вершенно независимый от точности нашего знания диэлектрических коэффициентов.

С л у ч а й II. С и л о в ы е л и н и и п е р п е н д и к у л я р н ы к г р а н и ц е р а з д е л а

Предположим теперь, что граница раздела перпендикулярна силовым линиям поля и параллельна пластинам конденсатора (рис. 49). Предположим еще, что толщина слоя первого диэлектрика равна d_1 , а второго— d_2 , причем

$$d = d_1 + d_2. \quad (14)$$

В этом случае E в обоих диэлектриках уже не будет одинаково. Согласно теории Максвелла в этом случае должны быть одинаковы в обоих диэлектриках плотности полных токов. Это дает нам возможность составить такое уравнение для определения E_1 и E_2 :

$$E_1 \left[\sigma_1 + \frac{\epsilon_1 \omega}{4\pi} j \right] = E_2 \left[\sigma_2 + \frac{\epsilon_2 \omega}{4\pi} j \right]. \quad (15)$$

Кроме того, замечая, что поле в каждом диэлектрике в отдельности однородно, заключаем, что напряжение U на полюсах конденсатора определится для любого момента уравнением:

$$U = E_1 d_1 + E_2 d_2. \quad (16)$$

Решив уравнения (15) и (16) относительно E_1 и E_2 , перейдя к амплитудам, и вычислив по формуле (3) тепловые эффекты для каждого диэлектрика, получим:

$$\left. \begin{aligned} q_1 &= \frac{U_0^2 \sigma_1}{2} \frac{\left(\frac{4\pi\sigma_2}{\omega}\right)^2 + \epsilon_1^2}{\left(\frac{4\pi}{\omega}\right)^2 \left[d_1\sigma_2 + d_2\sigma_1 \right]^2 + \left[d_1\epsilon_2 + d_2\epsilon_1 \right]^2} \\ q_2 &= \frac{U_0^2 \sigma_2}{2} \frac{\left(\frac{4\pi\sigma_1}{\omega}\right)^2 + \epsilon_2^2}{\left(\frac{4\pi}{\omega}\right)^2 \left[d_1\sigma_2 + d_2\sigma_1 \right]^2 + \left[d_1\epsilon_2 + d_2\epsilon_1 \right]^2} \end{aligned} \right\} (17)$$

Мерой селективного теплового эффекта будет опять отношение:

$$K_2 = \frac{q_1}{q_2}, \quad (18)$$

показывающее, во сколько раз первый диэлектрик нагревается сильнее, чем второй. Подставляя в уравнение (18) значения q_1 и q_2 из уравнений (17), найдем:

$$K_2 = \frac{q_1}{q_2} = \frac{\sigma_1 \left[\left(\frac{4\pi\sigma_2}{\omega}\right)^2 + \epsilon_1^2 \right]}{\sigma_2 \left[\left(\frac{4\pi\sigma_1}{\omega}\right)^2 + \epsilon_2^2 \right]} \quad (19)$$

Введем обозначения:

$$\text{и } \left. \begin{aligned} \frac{4\pi\sigma_1}{\omega} &= \alpha_1 \\ \frac{4\pi\sigma_2}{\omega} &= \alpha_2 \end{aligned} \right\} (20)$$

Тогда получим:

$$K_2 = \frac{\alpha_1 (\alpha_2^2 + \epsilon_2^2)}{\alpha_2 (\alpha_1^2 + \epsilon_1^2)} \quad (21)$$

Заметим, что если σ выражена в практических единицах ($\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$), то оказывается, что

$$\text{и } \left. \begin{aligned} \alpha_1 &= 60 \lambda \sigma_1 \\ \alpha_2 &= 60 \lambda \sigma_2 \end{aligned} \right\} (22)$$

причем λ должна быть выражена в сантиметрах.

По формулам (22) мы легко можем вычислить α_1 и α_2 , а по формуле (21) найти отношение K_{II} тепловых эффектов в двух диэлектриках для II случая. Это отношение, как видим, зависит уже не только от проводимостей, но также и от диэлектрических коэффициентов ϵ_1 и ϵ_2 и от частоты колебаний.

Легко показать, что в двух рассмотренных случаях селективный тепловой эффект будет вообще не только различен, но может оказаться даже прямо противоположным, т. е. может оказаться, например, что в первом случае сильнее нагревается диэлектрик первый, а во втором — диэлектрик второй, или наоборот.

Для подтверждения сказанного вообразим следующий ряд опытов.

Предположим, что мы имеем конденсатор с двумя различными тканями, граница между которыми расположена согласно случаю II (рис. 49). Пусть второе вещество, имеющее параметры ϵ_2 и σ_2 , остается одним и тем же, а первое вещество будем менять, беря ткани с различными проводимостями σ_1 . Что касается ϵ_1 , то будем его считать согласно с Петцолдом тоже постоянным и равным 85. Таким образом, в наших опытах мы будем менять только σ_1 , в результате чего будет изменяться отношение K тепловых эффектов, и мы получим функциональную зависимость K от σ_1 . Зависимость эту можно изобразить графически, откладывая по оси абсцисс σ_1 , а по оси ординат K . Для разных частот зависимость получится различная, и потому мы получим ряд кривых для разных длин волн. На рис. 50 даны такие графики для $\epsilon_2=85$ и $\sigma_2=0,008$ (параметры крови по Петцолду). Кривые K , как видно, имеют более или менее резкие максимумы, которые по мере увеличения волны смещаются в сторону малых проводимостей σ_1 . Все кривые пересекаются в точке $\sigma_1=0,008$, и $K=1$, как этого и следовало ожидать. Действительно, для обеих тканей мы приняли $\epsilon_1=\epsilon_2=85$, а для второй — еще $\sigma_2=0,008$. Ясно, что когда и $\sigma_1=0,008$, то обе ткани оказываются в электрическом отношении совершенно одинаковыми, и тепловые эффекты в них, конечно, должны быть тоже одинаковы, т. е.

$$q_1 = q_2 \text{ и } K = \frac{q_1}{q_2} = 1.$$

Если проделать те же опыты при расположении границы раздела, соответствующем случаю I (рис. 48), то мы для всех длин волн получим один закон изменения K , изображенный на рис. 50 прямой OI.

Предположим теперь, что первая ткань имеет проводимость, например, $\sigma_1=0,002$, и найдем по графикам (рис. 50) отношения тепловых эффектов K хотя бы для волны $\lambda=8$ м. Для положения II по соответствующей кривой получим $K=2,3$, т. е. при положе-

нии II первая ткань будет нагреваться в 2,3 раза сильнее, чем вторая. Наоборот, при положении I, которому соответствует

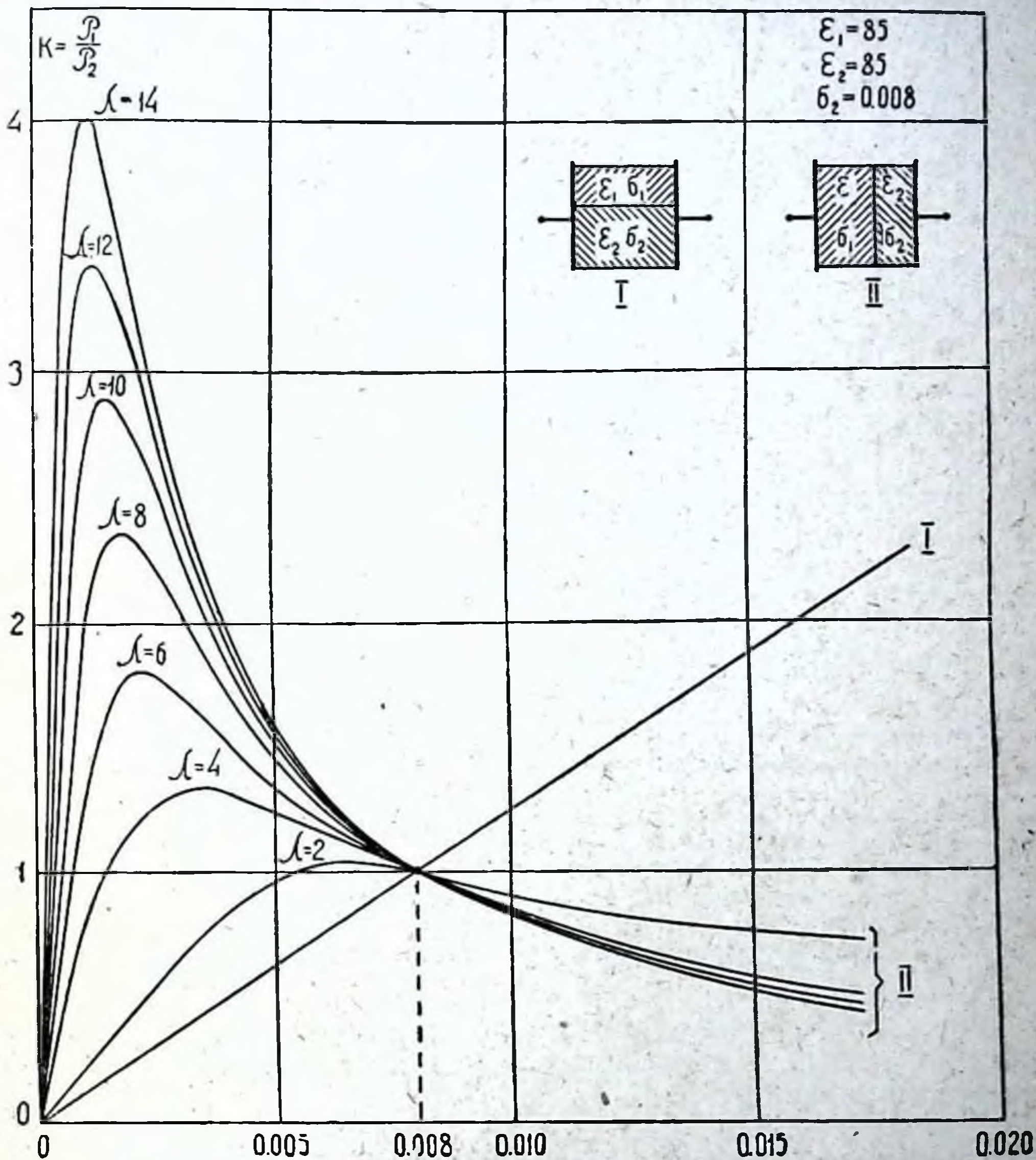


Рис. 50. Кривые $K=f(\sigma_1)$ отношения тепловых эффектов для I и II случаев при $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 85$ и $\sigma_2 = 0,008$.

прямая OI, мы найдем $K = 0,25$, т. е. нагревание ткани первой будет приблизительно в 4 раза меньше, чем второй.

Итак, селективный тепловой эффект УВЧ существенным образом зависит от ориентировки границы раздела прогреваемых тканей относительно направления силовых линий.

Мы рассмотрели два основных случая ориентировки. В общем случае решение задачи представляет большие трудности. В действительности мы всегда будем иметь большее или меньшее приближение к рассмотренным основным случаям, и это необ-

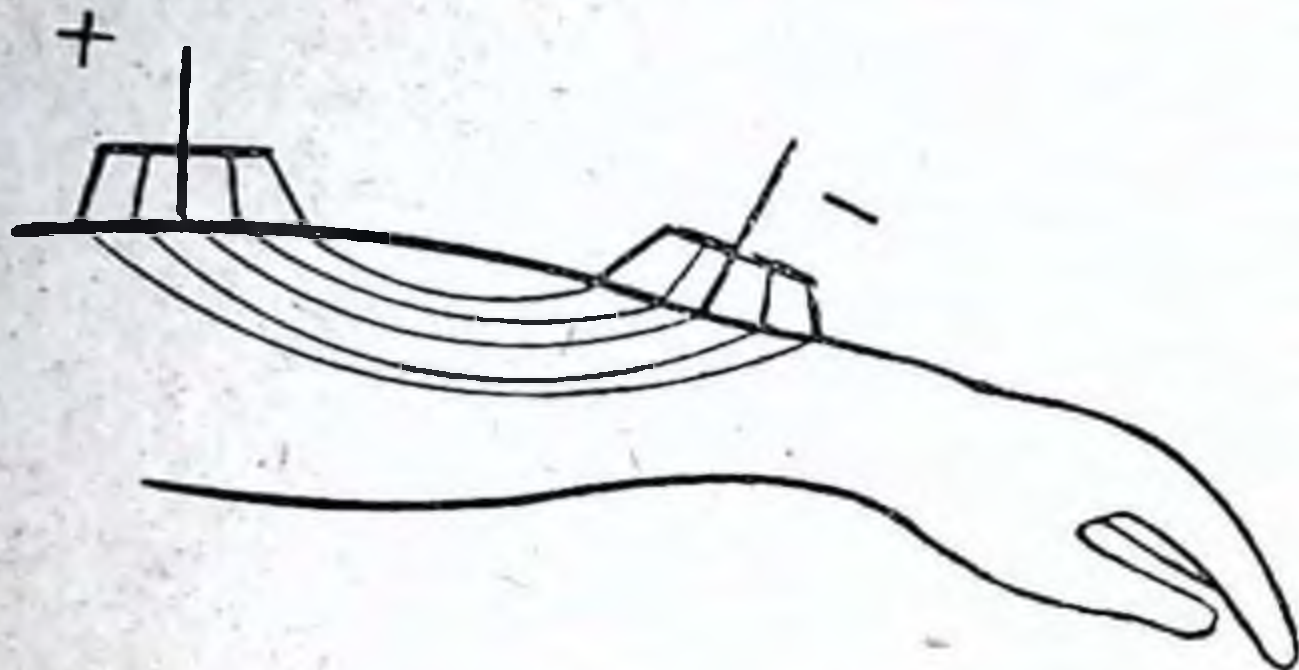


Рис. 51. Облучение руки, приближающееся к положению I.

ходимо всегда иметь в виду. Так, например, селективный тепловой эффект может получиться совершенно различный, если мы будем прогревать руку, поднося электроды к запястью и локтевому суставу, как изображено на рис. 51, или снизу и сверху

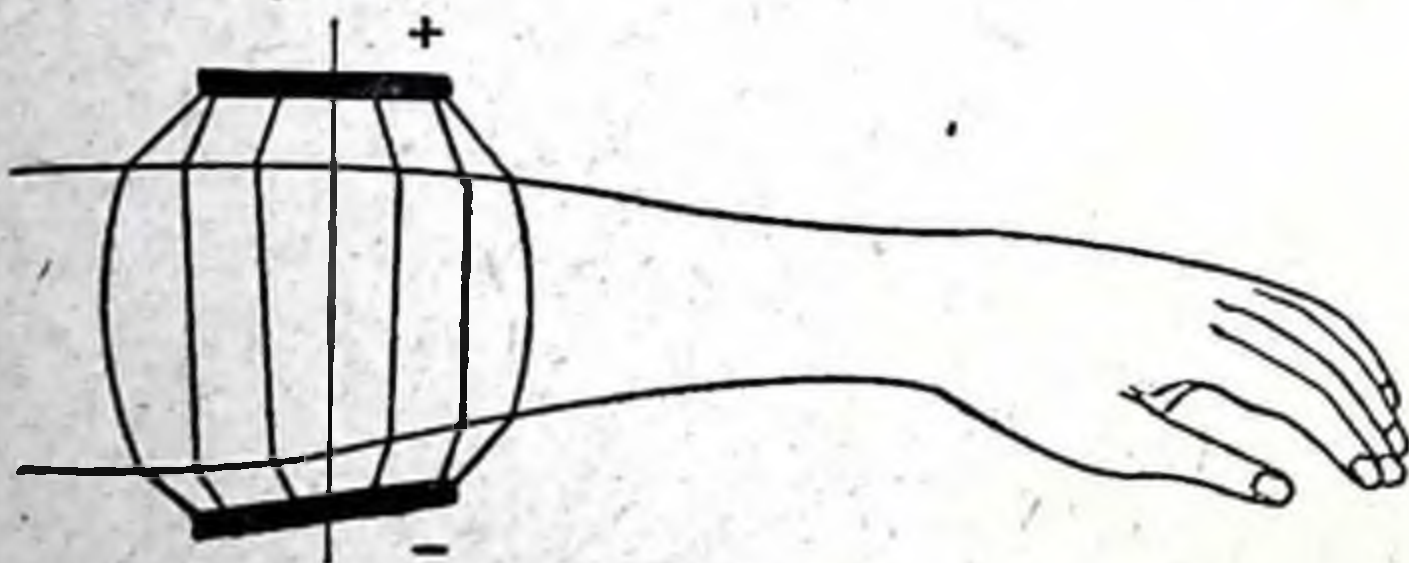


Рис. 52. Облучение руки, приближающееся к положению II.

(рис. 52). В первом случае кости, главные нервы, сосуды и т. д. будут расположены параллельно силовым линиям, а во втором — перпендикулярно.

Укажем еще на один пример. Предположим, что мы приблизили две пластины конденсатора к поверхности тела, смазанной хорошо проводящей мазью. У поверхности тела силовые линии будут ей параллельны (рис. 53), и мы будем иметь положение I, при котором тепловые эффекты пропорциональны проводимостям. Так как проводимость смазанной поверхности значительно больше проводимости внутренних частей тела, то плотность тока и тепловой эффект в тонком поверхностном слое могут оказаться настолько значительными, что вызовут ожоги.

Рааб¹ (Raab) указывает на такие случаи, неправильно приписывая их влиянию скин-эффекта.

Итак, хотя бы для приближенного расчета селективного теплового эффекта необходимо знание электрических параметров ϵ и σ , входящих в состав облучаемого объекта тканей. Однако значения этих параметров для большинства органических тканей неизвестны с достаточной точностью, и определение их при ультравысоких частотах представляет большие трудности.

Отметим тут же, что два исследованных случая расположения диэлектриков в конденсаторном поле дают возможность сравнительно простого определения ϵ и σ любой ткани, если эти параметры известны для одного какого-нибудь вещества при разных частотах. Действительно, определение относительных тепловых эффектов, соответствующих двум основным положениям границы раздела диэлектриков, не представляет особого труда, и зная, например, ϵ_1 и σ_1 и измерив K_1 и K_2 , легко, воспользовавшись уравнениями (13), (20) и (21), вычислить ϵ_2 и σ_2 , а по уравнению (9) рассчитать амплитуды поля и напряжения на конденсаторе. Работы в этом направлении в настоящее время разворачиваются в физической лаборатории физико-биологического отдела Лен. филиала ВИЭМ.

Из всего сказанного мы видим, что два основных исследованных случая воздействия УВЧ на диэлектрики представляют исключительный интерес и должны в метрике электрических параметров несовершенных диэлектриков сыграть роль, аналогичную роли двух известных «положений Гаусса» в магнетрици.



Рис. 53. Тангенциальное облучение поверхности тела.

¹ Raab, Die Kurzwellen in der Medizin, Berlin, 1933.

ЗАМЕЧАНИЯ О ДОЗИРОВКЕ УВЧ¹

В. В. Татаринов и Ф. С. Белицкая

Дозировка и ее точность во всех случаях терапии должны определяться требованиями медицинской науки.

Во многих случаях требования, предъявляемые к точности дозировки, оказываются весьма невысокими. Так именно обстоит дело со всеми так называемыми «безвредными средствами».

Хотя УВЧ никак нельзя причислить к таким безобидным биоагентам, тем не менее дозировка их в настоящее время остается чрезвычайно несовершенной.

Так, целый ряд авторов в отношении дозировки рекомендует руководствоваться ощущением пациента и уменьшать мощность колебаний или прекращать облучение, когда больной начинает получать неприятное ощущение.

Эта неточность дозировки объясняется: 1) отсутствием удовлетворительной метрики и 2) недостаточностью наших знаний о действии УВЧ на живой объект.

Говоря о дозировке, прежде всего необходимо условиться относительно той величины, которую следует считать мерою дозы УВЧ. Такими величинами могут быть, например, амплитуда напряжения на пластинах конденсатора, амплитуда поля, плотность тока или, наконец, суммарный тепловой эффект облучения. Несмотря на известную неравномерность распределения теплового эффекта в организме, нам представляется наиболее целесообразным именно эту величину, являющуюся мерою действительно поглощенной пациентом электромагнитной энергии, принять за основную меру дозы. Несомненно, при дальнейшем уточнении дозровок должны приниматься во внимание как размеры облучаемого органа, так и амплитуда напряжения и частота, определяющие качество воздействующей энергии.

Практика действительно уже наметила этот путь, но правильного подхода к нему до последнего времени не было. Мощность УВЧ до сих пор часто определяется мощностью, потребляемой

¹ Из физико-биологического отдела (зав.—доц. Г. Л. Френкель) Лен. фил. ВИЭМ.

в анодном контуре генератора, которая обычно в десятки и сотни раз превосходит мощность, получаемую пациентом. Это объясняется тем, что мощность анодного контура генератора легче всего определить по анодным вольтметру и амперметру. Однако идти этим путем—значит идти по линии наименьшего сопротивления и идти к заведомо неправильным результатам. Для подтверждения сказанного достаточно указать, что даваемая пациенту доза (отсасываемая объектом энергия) в зависимости от расположения пластин и настройки генератора может колебаться в пределах от 0 до 30% мощности генератора.

Измерение тока или напряжения в какой-либо определенной части вторичного контура тоже не дает непосредственных данных для расчета теплового эффекта, так как при различных фидерах и настройках вообще узлы и пучности тока и напряжения меняют свое расположение, не говоря уже о том, что в промышленности мы до сих пор не имеем технических приборов для абсолютных измерений тока и напряжения при УВЧ. Поэтому приборы, включаемые во вторичный контур, мы должны рассматривать лишь как индикаторы колебаний, позволяющие произвести настройку контура.

Однако если при данном объекте, пластинах и при определенной настройке мы будем менять амплитуду колебаний путем изменения, например, анодного напряжения, то тепловой эффект будет изменяться пропорционально квадрату показаний индикатора. Этим обстоятельством можно воспользоваться, чтобы составить себе представление о порядке дозы электромагнитной энергии, получаемой пациентом. Для этого следует произвести чисто опытным путем градуировку индикатора для данного объекта, данной пары пластин и данной настройки, заменяя объект соответствующим образом подобраным эквивалентом и измеряя нагревание этого эквивалента. Так, например, эквивалентом пальца может служить пробирка с физиологическим раствором, эквивалентами других органов—стеклянные сосуды соответствующих размеров, наполненные тем же раствором, и т. п. Имея в виду изменение проводимости электролитов с температурой, что может изменить настройку контура, не следует нагревать эквивалент слишком сильно. Хорошо, если температура раствора во время опытов не будет отличаться больше чем на 2—3°C от комнатной. Этим мы освобождаемся еще от необходимости вводить поправку на остывание. При этих условиях градуировка может быть произведена следующим упрощенным способом.

1) Прежде всего следует приготовить соответствующий эквивалент и определить его водяной эквивалент M по теплоемкости и массам стекла и раствора.

2) При облучении данного объекта (например, пальца) надо

заметить его расположение относительно пластины конденсатора и после настройки генератора записать показание индикатора I .

3) По окончании облучения объекта, не изменяя настройки генератора, внести в поле конденсатора на место объекта эквивалент. Контролем правильного расположения эквивалента может служить равенство показаний индикатора при облучении пациента и эквивалента.

4) Потом генератор выключается, и записывается начальная температура эквивалента T_0 с точностью до $0,1^\circ\text{C}$.

5) Генератор включается, и записывается начальный момент t_0 прогрева.

6) Когда температура эквивалента повысится на $2-3^\circ$, генератор выключается, и замечается момент выключения t . За конечную температуру эквивалента принимается наивысшая его температура T , которая вообще отмечается термометром несколько секунд спустя после выключения генератора.

Расчет полного количества тепла, полученного эквивалентом, производится по формуле

$$Q_{\text{кал}} = M (T - T_0).$$

Тепловой эффект в 1 сек. будет

$$Q_1 \frac{\text{кал}}{\text{сек}} = \frac{M (T - T_0)}{t - t_0}.$$

Мощность, поглощенная эквивалентом в ваттах, будет

$$P_{\text{ватт}} \cong \frac{4M (T - T_0)}{t - t_0}.$$

Зная объем раствора и пренебрегая мощностью, выделившейся в стекле, легко определить и тепловой эффект в 1 см^3 раствора.

Как было сказано выше, тепловой эффект P должен быть пропорционален I^2 , т. е.

$$P = aI^2. \quad (\text{A})$$

Отсюда вычисляем

$$a = \frac{P}{I^2}.$$

Если позволяет конструкция генератора, то следует, не меняя настройки, повторить несколько раз опыт с тем же эквивалентом при более высоких анодных напряжениях, следовательно, и при больших мощностях. Таким образом мы получим ряд значений коэффициента a , которые благодаря неизбежным ошибкам измерений будут вообще различны между собой. За окончательное значение a принимается среднее арифметическое из полученных чисел.

Когда a определено, то формула (А) позволяет по показаниям индикатора определить для данного объекта и данной настройки тепловой эффект P .

Изложенный способ измерения дозировки, как было сказано выше, может дать лишь порядок величины дозы. Тем не менее, даже первые попытки его применения уже дают не лишние пи интереса цифры.

Приведем некоторые числа, полученные этим способом в наших опытах.

Эквивалент представлял собой плоский стеклянный сосуд с физиологическим раствором. Электроды в виде пластинок около 12 см^2 располагались над поверхностью раствора на расстоянии двух сантиметров от этой поверхности и на d сантиметров друг от друга. Приводим числа, полученные при 3 различных настройках, соответствующих расстояниям $d = 9, 11$ и 15 см . Длина волны была 6 м (50 мгHz).

d	W	P	$\eta\%$	I^2	a	$T-T_0$
9	1 120	5,2	0,26	2,1	2,5	0,3 (?)
	2 090	8,7	0,42	2,9	3,0	0,5
11	600	7,0	1,20	1,6	4,4	0,4
	1 500	10,4	0,69	2,2	4,6	0,6
15	1 400	19,1	1,4	2,6	7,4	1,1
	2 090	29,6	1,4	4,0	7,4	1,7

Значение букв в этой таблице следующее:

d —расстояние между пластинами в сантиметрах.

W —мощность, потребляемая в анодной цепи генератора, в ваттах.

P —мощность, поглощаемая эквивалентом, в ваттах.

η —коэффициент полезного действия в процентах.

I^2 —квадрат показания индикатора.

$T-T_0$ —полное повышение температуры эквивалента.

Рассматривая эту таблицу, видим прежде всего, что коэффициент полезного действия генератора при облучении оказывается порядка 1% и сильно меняется в зависимости от обстоятельств, чего и следовало ожидать. Как η , так и a возрастают по мере увеличения расстояния между пластинами. Принимая во внимание расположение пластин, эту закономерность легко понять. Действительно, при малых расстояниях d большая часть силовых линий замыкается между ними в воздухе, минуя эквивалент (рис. 54), при увеличении же расстояния d число линий,

расположенных в воздухе, уменьшается, тогда как число проходящих через раствор немного возрастает.

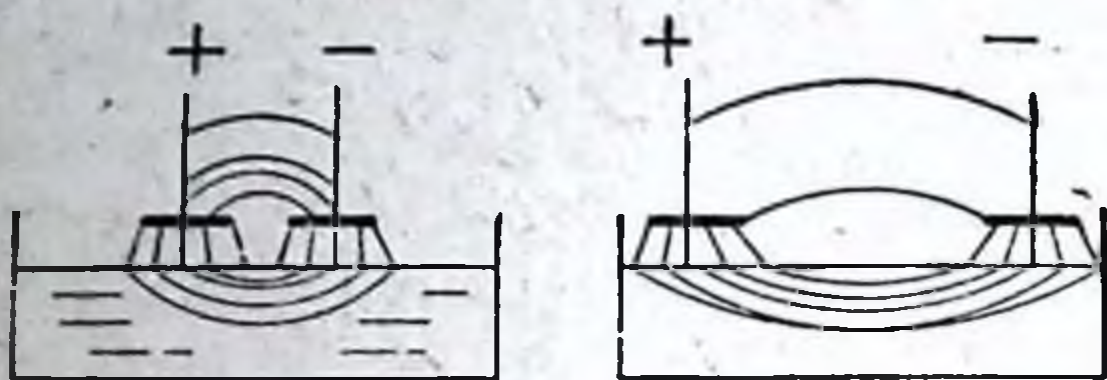
При соответствующих облучениях поверхности тела показания индикатора обычно не превосходили одного деления, а поглощаемая пациентом мощность, следовательно, была порядка

$$P = aI^2 = a,$$

т. е. не превосходила 10 ватт.

Далее видим, что значения коэффициента a получаются более или менее

Рис. 54. Распределение силовых линий поля при малом и большом расстояниях.



надежными, когда повышение температуры эквивалента достигает не менее 1°C . Это само собой понятно, так как при нагревании на несколько десятых градуса слишком неточно определение поглощенного эквивалентом количества тепла.

В заключение заметим еще, что при опытном исследовании влияния различных дозровок необходимо выяснить значение качества подаваемой электромагнитной энергии, которое зависит не только от частоты, но также и от способа питания анодной цепи генератора.

МЕТОД РАСЧЕТА ГЕНЕРАТОРОВ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ, РАБОТАЮЩИХ НА САМОВОЗБУЖДЕНИИ¹

П. Н. А н д р е е в

В настоящей статье дается в самой сжатой форме теория и практика расчета генераторов ультравысокой частоты, работающих на самовозбуждении. В качестве материалов использованы работы инж. К у г у ш е в а и самого автора, напечатанные в 6-м выпуске «Научно-технического сборника» Института связи в Ленинграде за 1934 год.

Приводимый метод расчета разработан применительно к генераторам ультравысокой частоты, используемым в различных областях технологии, медицине и т. д., с учетом ряда специфических требований, вызываемых особыми условиями их применения.

Как известно, основным фактором, определяющим режим любого лампового генератора, работающего на самовозбуждении, является обратная связь, причем при наличии переменного сопротивления нагрузки, как это имеет место в генераторах рассматриваемого типа, возможность широкой регулировки ее является необходимым условием для получения максимальной мощности при высоком коэффициенте полезного действия.

В обычных схемах генераторов ультравысокой частоты коэффициент обратной связи

$$K = - \frac{\bar{V}_g}{\bar{V}_a}$$

зависит от емкости анод-катод и сетка-катод, и так как последние целиком определяются конструкцией лампы и обычно имеют относительно большую величину, то возможность регулировки обратной связи в желаемом направлении совершенно исключается.

Выходом из положения служит схема, разработанная лабораторией А. М. К у г у ш е в а в Центральной радиолaborатории, в которой в качестве фактора обратной связи использована катодная реактивность. Включение последней в одноламповую схему показано на рис. 55, а в двухтактную—на рис. 56.

На рис. 57 дана развернутая эквивалентная схема, к которой могут быть приведены схемы рис. 55 и 56 при условии, что X_a и X_g равны 0, что мы и делаем для упрощения дальнейших рассуждений.

Плавное изменение катодной реактивности X_0 позволяет подобрать каждый раз наиболее выгодный режим генератора, причем, как показали теоретические и экспериментальные исследования, генератор при этом может оказаться работающим либо по схеме К о л п и т ц а, либо по схеме Г а р т л е я.

¹ Из физико-технического отдела (зав.—доц. А. М. Кугушев) Лен. фил. ВИЭМ.

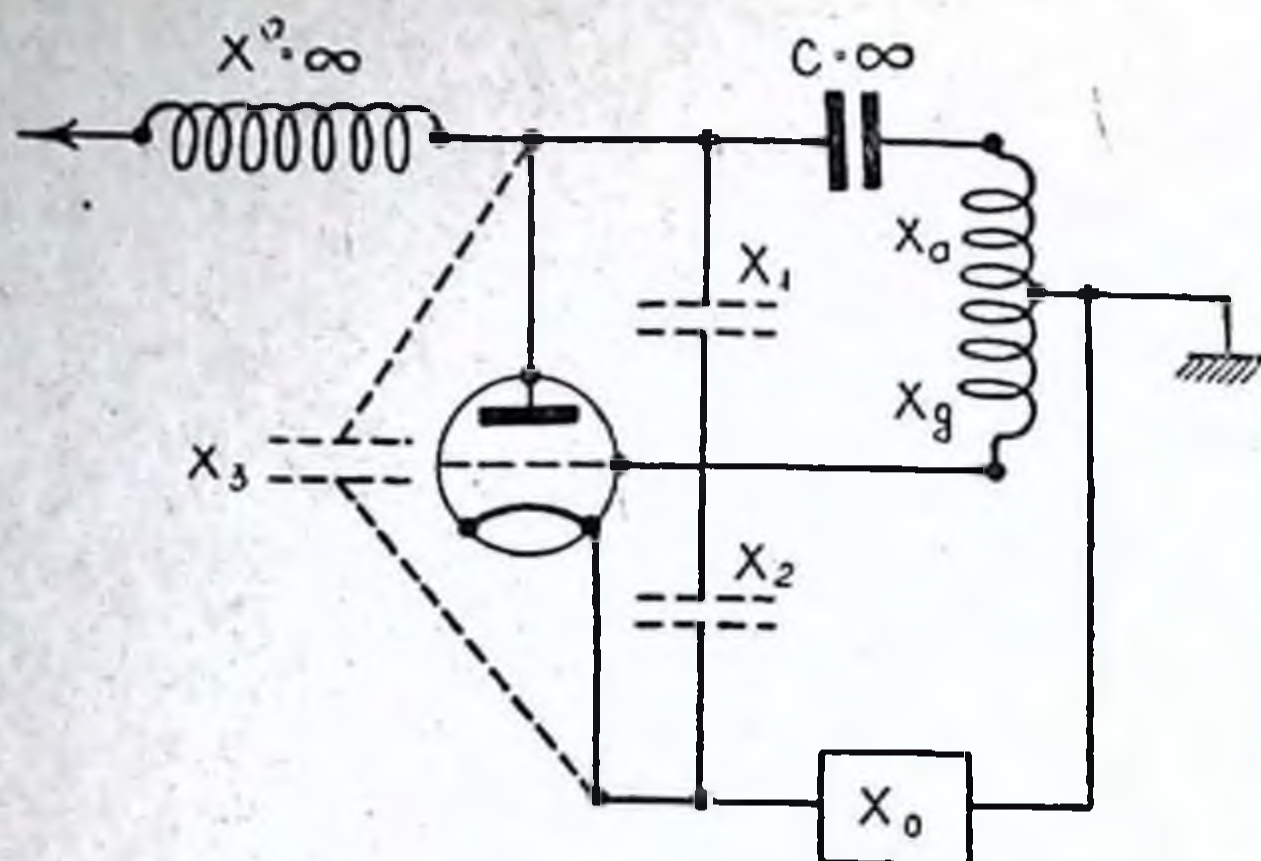


Рис. 55. Однотактная схема генератора УВЧ с вынесенными внутриэлектродными емкостями и катодной реактивностью.

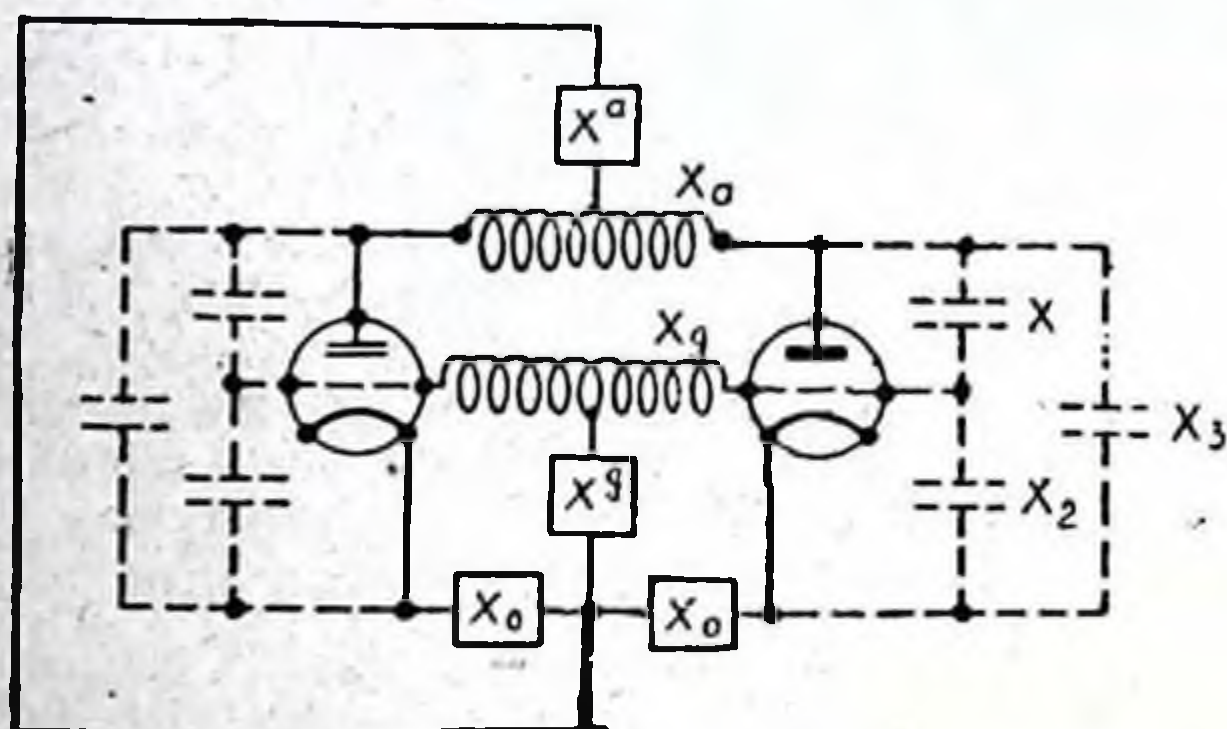


Рис. 56. Двухтактная схема генератора УВЧ с вынесенными внутриэлектродными емкостями и катодными реактивностями.

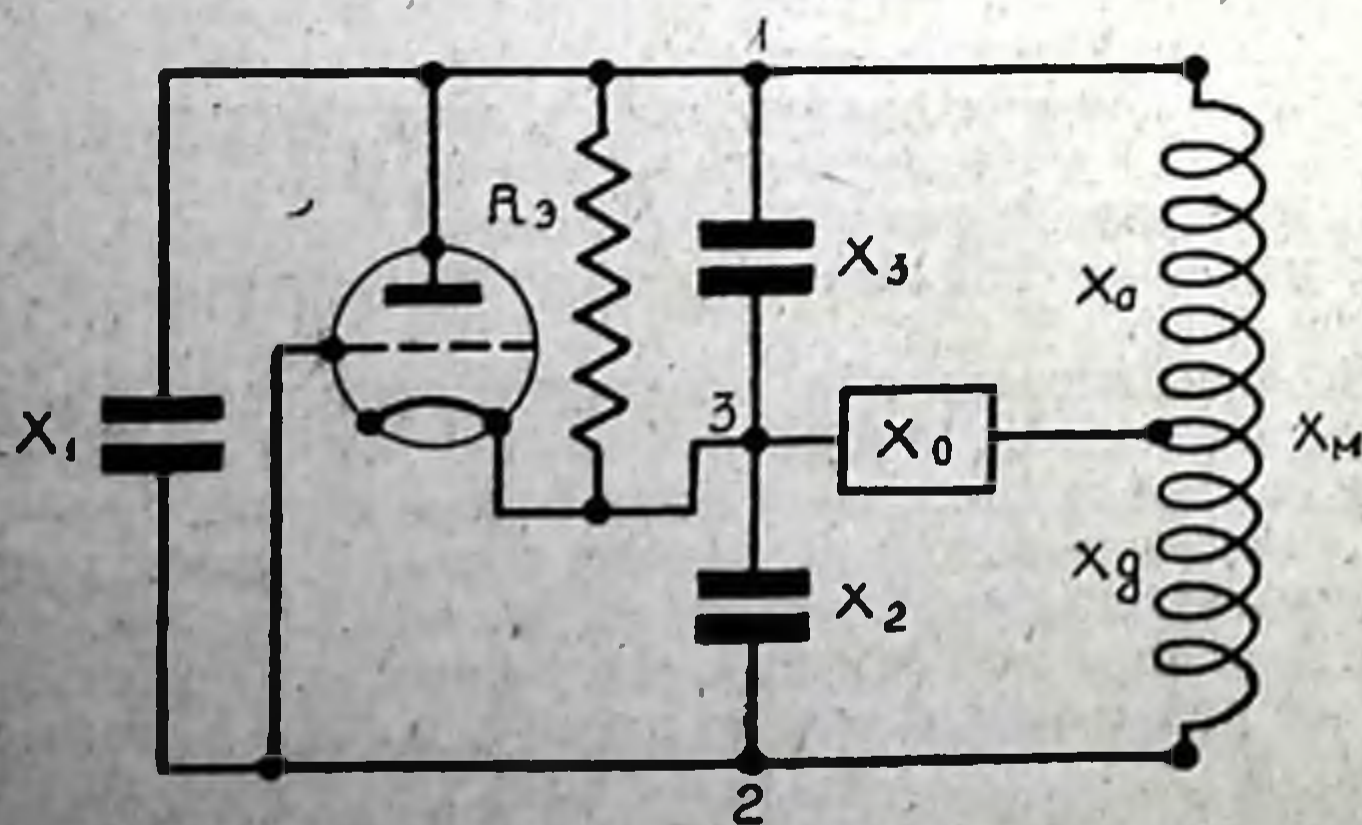


Рис. 57. Развернутая эквивалентная схема генератора УВЧ с одной лампой.

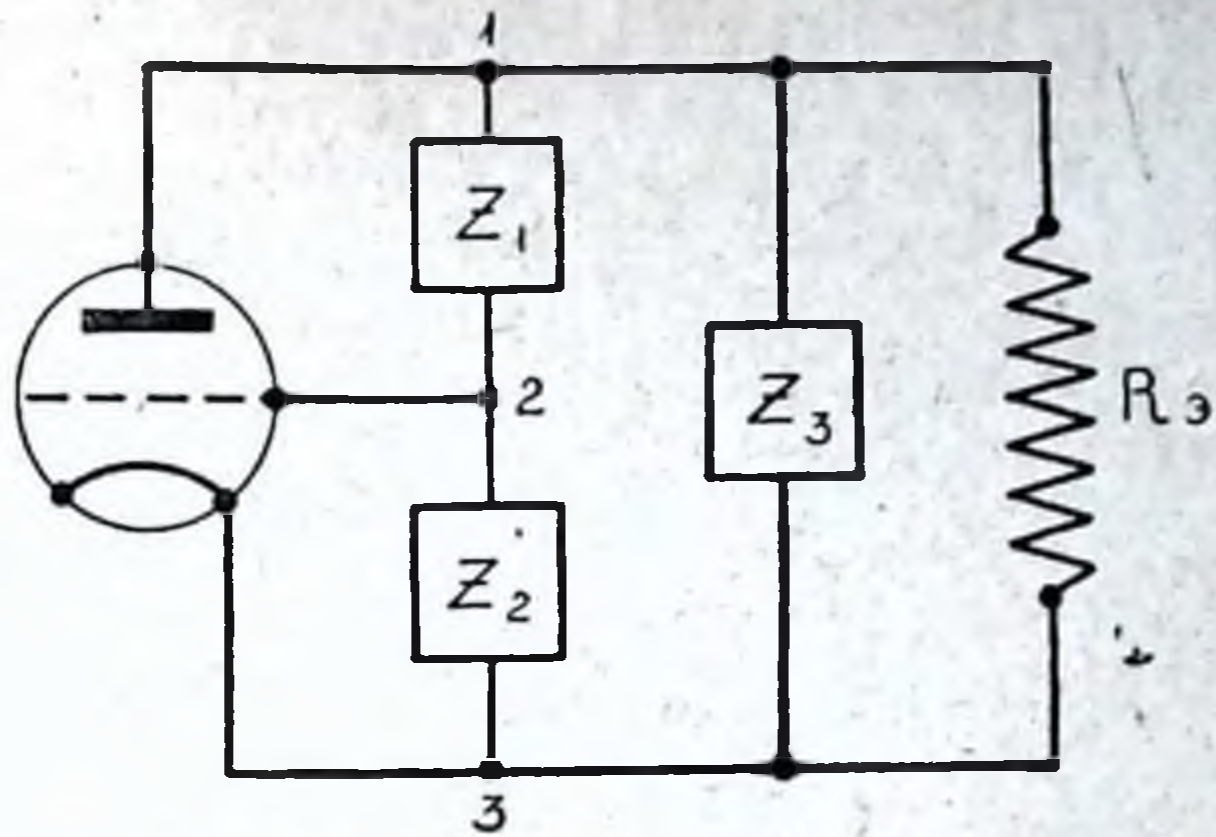


Рис. 58. Общая принципиальная схема лампового генератора, работающего на самовозбуждении.

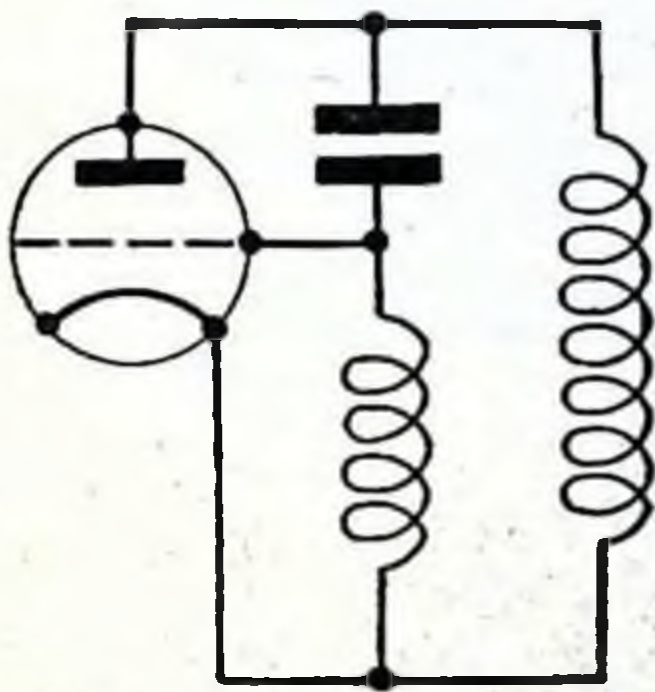


Рис. 59. Схема Гартлея.

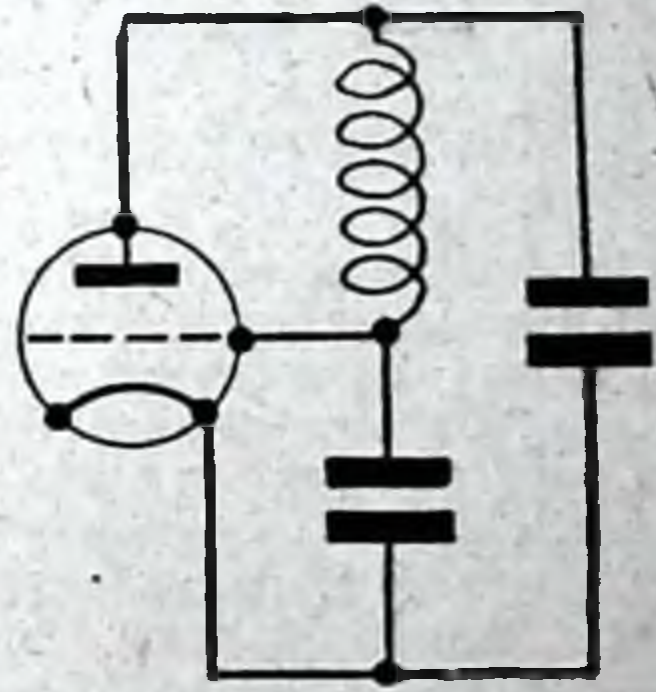


Рис. 60. Схема Колпитца.

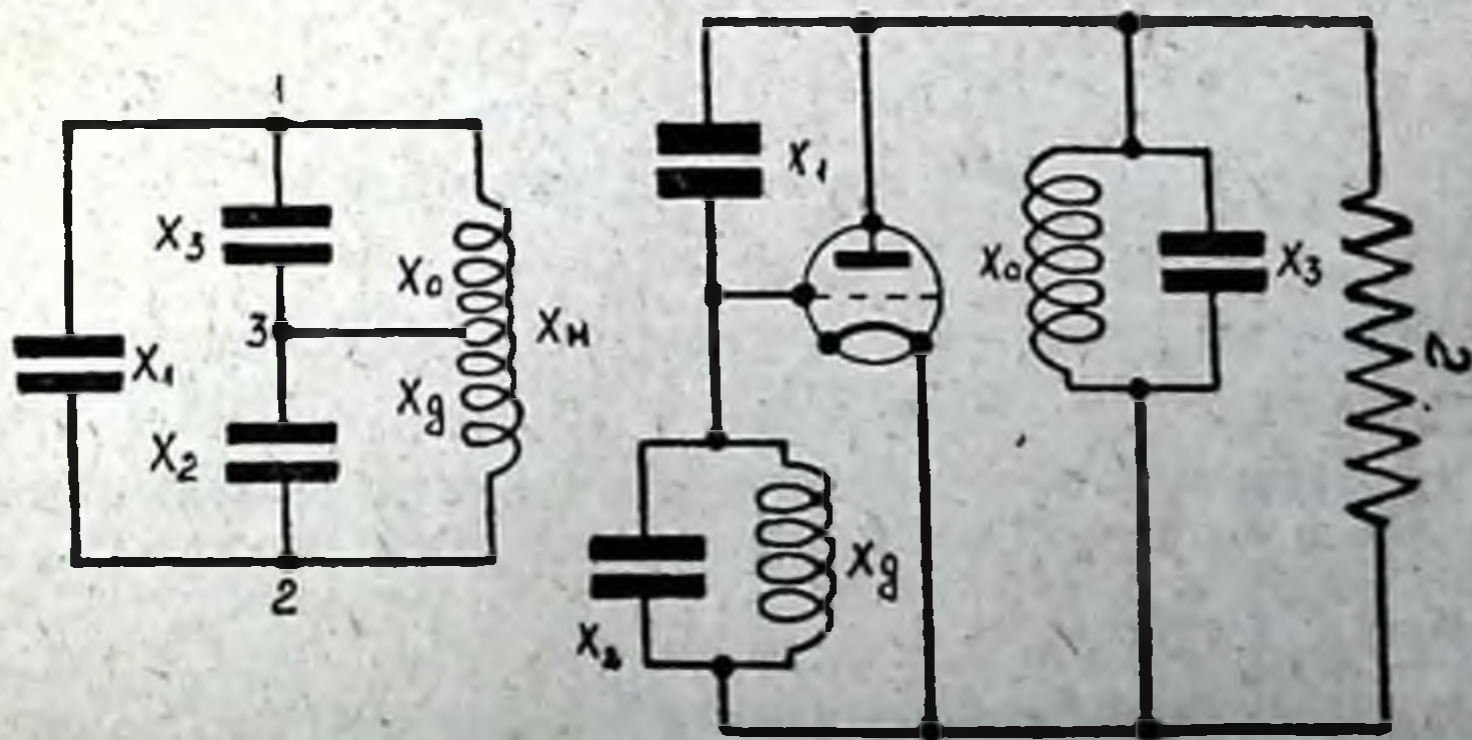


Рис. 61. Приведение схемы генератора УВЧ к схеме Гартлея.

Схему, изображенную на рис. 57, обобщая, можно привести к схеме, изображенной на рис. 58, и тогда при $Z_1 = -jX_1$ мы получим так называемую схему Г а р т л е я (рис. 59).

Если же $Z_1 = +jX_1$, то мы получим схему К о л п и т ц а (рис. 60). Совершенно очевидно, что путем изменения катодной реактивности X_0 от 0 до ∞ можно перейти от одной схемы (Г а р т л е й) к другой (К о л п и т ц), как это и показано на рис. 61 и 62.

Теория и практика генерирования ультравысокой частоты показывают, что в подавляющем большинстве случаев работа с предельными значениями катодной реактивности ($X_0=0$ и $X_0=\infty$) невозможна. Последнее обстоя-

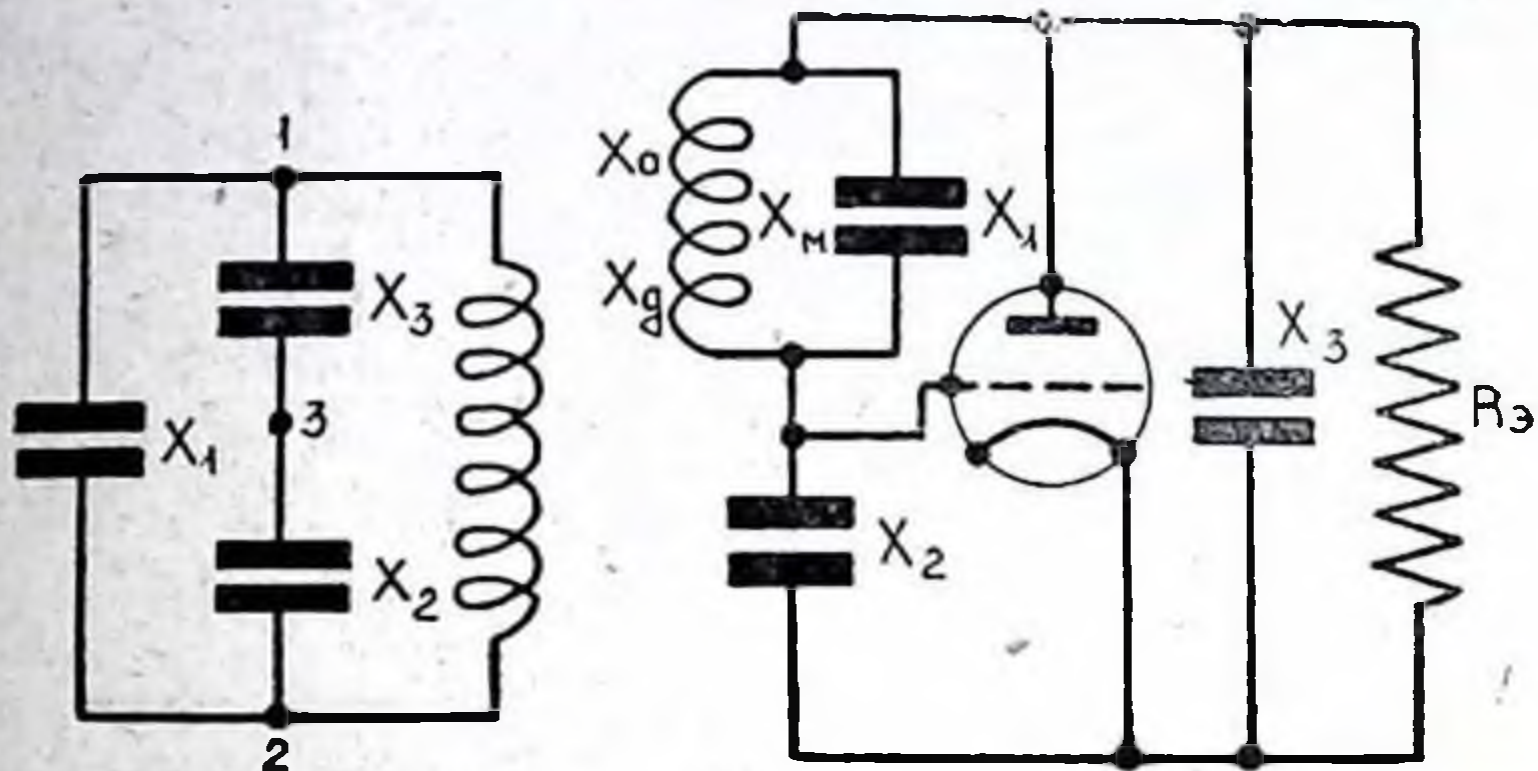


Рис. 62. Приведение схемы генератора УВЧ к схеме Колпитца.

тельство заставляет при расчете и конструировании генераторов ультравысокой частоты применять значения катодной реактивности $0 < X_0 < \infty$.

Вторым, не менее существенным, чем коэффициент обратной связи, фактором, определяющим режим работы генератора ультравысокой частоты, является фактор времени пробега электронов, от которого, с одной стороны, зависит предельная волна генератора, а с другой—угол сдвига фаз между током и управляющим напряжением, что в свою очередь определяет собой величину отдаваемой генератором мощности. Последнее обстоятельство особенно остро дает себя знать на частотах выше 66,6 мгГц.

Для определения предельной волны и угла сдвига фаз между анодным током и управляющим напряжением можно пользоваться приведенными ниже формулами:

$$\lambda_{\text{пр}} = \frac{4 \cdot r_a \cdot 10^3}{V \bar{V}} \text{ см} \quad (1)^1$$

$$\varphi^\circ = \frac{360^\circ \cdot r_a \cdot 10^3}{\lambda \sqrt{V}} \quad (2)$$

Здесь V —анодное напряжение в вольтах, r_a —радиус анода в сантиметрах, λ —длина волны в сантиметрах.

Зная угол сдвига фаз φ и основные параметры имеющихся ламп, можно определить величину максимальной колебательной мощности, которую

¹ Следует заметить, что приведенные формулы (1) и (2)—приближенные, в них не учитывается конфигурация катода и действительное значение напряжения, действующего на электронный поток в лампе.

можно получить от одноламповой схемы.

$$P_{\max \sim} = \frac{I_m V_0 \cos \varphi}{4} \left(1 - \frac{I_m}{S V_0} - \frac{D V_{a_0}}{V_0} \right) \quad (3)^1$$

Очевидно, в случае двухтактной схемы величина максимальной колебательной мощности будет в два раза больше.

По найденной величине мощности P_{\max} может быть найдена величина эквивалентного сопротивления

$$Z_3 = \frac{8 P_{\max \sim}}{I_m^2 \cos \varphi}. \quad (4)$$

Отметим, что в формулах (3) и (4) величина I_m берется равной 0,8—0,9 от тока насыщения лампы I_s . Для нахождения амплитуды переменной составляющей анодного напряжения следует пользоваться выражением:

$$V_a = V_0 \left(1 - \frac{I_m}{S V_0} - \frac{D V_{a_0}}{V_0} \right). \quad (5)$$

Далее порядок расчета следующий.

Находим величину приведенного внутреннего сопротивления ламп R'_i и величину амплитуды переменной слагающей анодного тока. Для этого по номограммам (см. А. И. Б е р г, Теория и расчет генераторов, стр. 116 и 140) находим: коэффициент приведенного сопротивления α_i
» первой гармоники α_1 .

Отсюда приведенное внутреннее сопротивление лампы будет равно:

$$R'_i = R_i \cdot \alpha_i, \quad (6)$$

а амплитуда первой гармоники

$$I_{a_1} = I_m \cdot \alpha_1. \quad (7)$$

Величина амплитуды переменного напряжения на сетке находится из

$$V_g = D I_{a_1} (R'_i + Z_3). \quad (8)$$

Коэффициент обратной связи может быть найден:

$$K = D \left(1 + \frac{R'_i}{Z_3} \right). \quad (9)$$

Величина сеточного смещения определится из

$$V_{g_0} = D (V_0 - V_{a_0}). \quad (10)$$

Проверка на режим производится по общеизвестной формуле

$$V_0 - V_a \geq V_g - V_{g_0}. \quad (11)$$

Постоянную слагающую анодного тока определяем, пользуясь номограммой (см. Б е р г, Теория и расчет генераторов, стр. 116), откуда находим величину коэффициента постоянной слагающей α_0

$$I_0 = I_m \cdot \alpha_0. \quad (12)$$

¹ Формула (3) также страдает некоторой неточностью, так как в ней не учитывается зависимость коэффициента использования анодного напряжения от времени пробега электронов.

По V_0 и I_0 находим величину подводимой мощности

$$P_0 = V_0 I_0. \quad (13)$$

Зная величину колебательной и подводимой мощности, можем найти коэффициент полезного действия генератора

$$\eta = \frac{P_{\text{max} \sim} \cdot 100}{P_0} \% \quad (14)$$

Переходя к расчету отдельных элементов схемы генератора и токов в различных его цепях, обратимся к эквивалентной схеме, изображенной на рис. 63, составленной на основании схемы, данной на рис. 57.

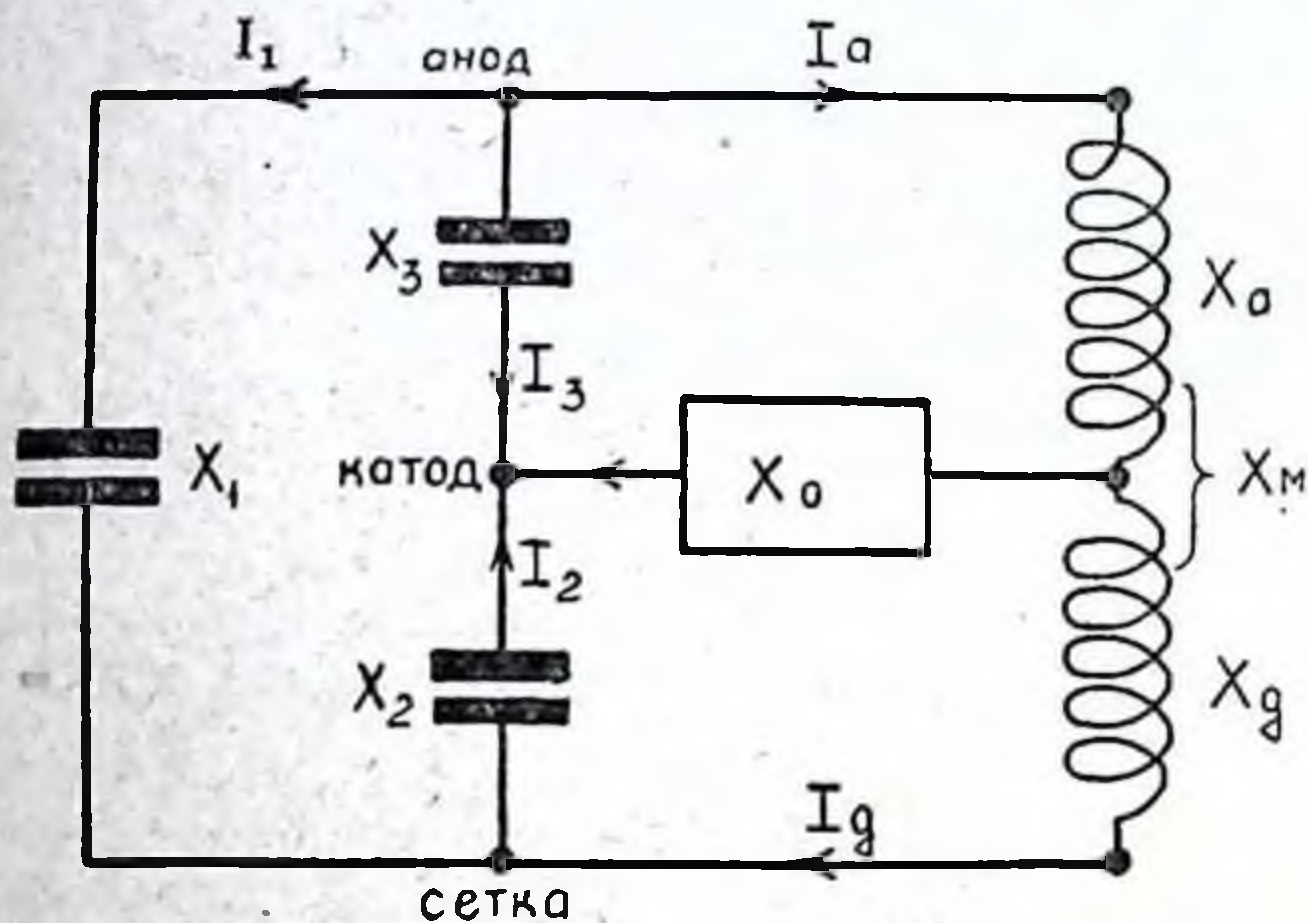


Рис. 63. Распределение колебательных токов в однотоковой схеме генератора УВЧ.

На рис. 63 условно изображены все реактивные составляющие схемы — внутриэлектродные, емкостные и индуктивные сопротивления, катодная реактивность, и подробно показаны все токи, текущие в различных частях ее.

Приведенная эквивалентная схема, используя законы К и р х г о ф а и условия резонанса, позволяет составить следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} \text{I. } \bar{I}_1 + \bar{I}_a + \bar{I}_3 &= 0 \\ \text{II. } \bar{I}_3 + \bar{I}_2 + \bar{I}_0 &= 0 \\ \text{III. } \bar{I}_2 &= \bar{I}_g + \bar{I}_1 \\ \text{IV. } \bar{V}_a &= \frac{\bar{V}_a}{\bar{X}_3} \\ \text{V. } \bar{V}_a &= \bar{I}_1 \bar{X}_1 + \bar{I}_2 \bar{X}_2 \\ \text{VI. } \bar{V}_a &= \bar{I}_a \bar{X}_a + \bar{I}_0 \bar{X}_0 \\ \text{VII. } \bar{I}_0 \bar{X}_0 &= \bar{I}_g \bar{X}_g + \bar{I}_2 \bar{X}_2 \end{aligned}$$

Кроме того, мы используем еще два уравнения:

$$\text{VIII. } K = -\frac{\bar{I}_2 \bar{X}_2}{\bar{I}_3 \bar{X}_3}$$

$$\text{IX. } \frac{X_1}{X_g} = n.$$

Величина n в IX уравнении может быть выбрана из конструктивных соображений, или уже заранее известна в том случае, когда X_g берется равной внутриэлектродной индуктивности цепи сетки.

Иногда величиной n приходится просто задаваться, считая несколько вариантов.

Решение системы вышеприведенных уравнений дает ряд расчетных формул, позволяющих определить все интересующие нас в схеме величины.

Для определения величины и знака катодной реактивности X_0 следует пользоваться формулой:

$$\bar{X}_0 = +j \frac{X_1 K - X_g - X_g (1 + a_2) K}{K (a_2 - a_3)}, \quad (15)$$

где

$$a_2 = \frac{X_1}{X_2}; \quad X_1 = \frac{1}{\omega C_{ga}}; \quad X_3 = \frac{1}{\omega C_{ak}}$$

$$a_3 = \frac{X_1}{X_2}; \quad X_2 = \frac{1}{C_0 C_{gh}}$$

Величину индуктивности анодной части контура X_a определяем по нижеприведенной формуле (16):

$$\bar{X}_a = -\frac{\bar{X}_g [\bar{X}_0 \bar{B} + \bar{X}_3 (\bar{X}_1 \bar{X}_2)] + \bar{X}_1 [\bar{X}_0 (\bar{X}_2 + \bar{X}_3) + \bar{X}_2 \bar{X}_3]}{B (X_g + \bar{X}_0) + \bar{X}_2 (\bar{X}_1 + \bar{X}_3)}. \quad (16)$$

Здесь

$$\bar{B} = \bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3.$$

Далее приводим расчетные формулы для определения величины токов в различных участках схемы (рис. 63).

$$I_1 = \frac{\bar{V}_a}{\bar{X}_3} \cdot \frac{\bar{X}_0 \bar{X}_2 + \bar{X}_g \bar{X}_3 + \bar{X}_0 \bar{X}_3 + \bar{X}_2 \bar{X}_3}{\bar{A}} \quad (17)$$

$$I_2 = \frac{\bar{V}_a}{\bar{X}_3} \cdot \frac{\bar{X}_3 \bar{X}_g - \bar{X}_1 \bar{X}_0}{\bar{A}} \quad (18)$$

$$I_3 = \frac{\bar{V}_a}{\bar{X}_3} \quad (19)$$

$$I_0 = -\frac{\bar{V}_a}{\bar{X}_3} \frac{\bar{X}_3 \bar{X}_g + \bar{X}_2 \bar{X}_g + \bar{X}_1 \bar{X}_g + \bar{X}_1 \bar{X}_2}{\bar{A}} \quad (20)$$

$$I_g = - \frac{\bar{V}_a \overline{X_1 X_0} + \overline{X_0 X_3} + \overline{X_0 X_3} + \overline{X_2 X_3}}{\bar{X}_3 \bar{A}} \quad (21)$$

$$I_a = \frac{\bar{V}_a}{\bar{X}_3 \bar{X}_a} \left(\bar{X}_3 + \bar{X}_0 + \frac{\bar{X}_0 (\bar{X}_3 \bar{X}_g + \bar{X}_1 \bar{X}_0)}{\bar{A}} \right). \quad (22)$$

Здесь

$$\bar{A} = \overline{X_g X_2} + \overline{X_1 X_g} + \overline{X_1 X_0} + \overline{X_1 X_2}$$

После нахождения всех отдельных расчетных величин схемы необходимо проверить ее на периодичность.

При проверке схемы на периодичность должно быть удовлетворено следующее неравенство:

$$\frac{IV}{P_{\max \sim}} \geq 4\pi. \quad (23)$$

Применительно к рассматриваемой схеме вольтамперы могут быть найдены из выражения:

$$I_a^{*} X_a + I_g^{*} X_g = IV. \quad (24)$$

В заключение следует отметить, что для проверки изложенного метода расчета генераторов ультравысокой частоты были проведены экспериментальные работы с генераторами мощностью от 100 ватт и выше в диапазоне частот от 150 до 43 мкГц Hz, причем полученные результаты подтвердили справедливость теоретических выводов и правильность расчетных формул. Имевшие все же место расхождения объясняются рядом неучтенных настоящей работой факторов. В первую очередь к ним относится недостаточно полно разработанный вопрос о влиянии времени пробега электронов и вопрос о распределенных реактивностях, имеющих место в генераторной системе. Последнее особенно необходимо учитывать при работе на мощных генераторных лампах, где токонесущие элементы самой лампы и всей схемы становятся соизмеримыми с генерируемой частотой.

Дальнейшее развитие теории и практики расчета генераторов ультравысокой частоты безусловно учтет перечисленные выше факторы. Кроме того, в дальнейшем необходимо с общим расчетом генератора связать и конструктивный расчет его отдельных элементов, как-то: контурных и катодных реактивностей, конденсаторов связи и т. п.

НАШИ ГЕНЕРАТОРЫ УВЧ¹

О. Ф. У ш и н с к а я

Одной из первых задач технического обеспечения биологических и медицинских работ с ультравысокой частотой является создание типов генераторов, соответствующих специфическим условиям подобных работ. К сожалению, у нас в СССР, несмотря на значительное число биологических лабораторий, работающих с УВЧ, до сих пор не только не делаются хотя бы более или менее удовлетворительные генераторы, но даже не создано типовых конструкций, пригодных для использования в биологии и медицине. Поэтому биологическая работа с УВЧ производится или на импортной аппаратуре, что при наличии у нас в Союзе собственной развитой радиопромышленности является недопустимым, или же на всякой кустарной самодельщине, что еще более увеличивает пестроту и без того пестрой литературы по биодействию УВЧ. Поэтому разработка генераторов для экспериментальных биоработ с УВЧ и для ее лечебного использования явилась одним из основных участков работ физико-технического отделения нашего отдела.

Результаты этих работ описываются в настоящей статье. Они являются одной из первых попыток в СССР дать клинике передвижной, компактный и легко управляемый аппарат для лечебных облучений ультравысокой частотой. При конструировании генераторов принимались во внимание требования, предъявляемые работающими с УВЧ биологами и врачами. Вся трудность заключалась главным образом в согласовании этих требований с техническими возможностями.

Так как одним из таких требований была компактность и подвижность при достаточной мощности, то для облегчения генераторной части установок необходимо было вынести из нее все тяжелые и громоздкие части. Поэтому пришлось выделить питание анодов ламп в отдельную единицу. В результате получилось два шкафа: шкаф собственно генератора (подвижный) и шкаф

¹ Из физико-биологического отдела (зав.—доц. Г. Л. Френкель) Лен. фил. ВИЭМ.

выпрямителя (неподвижный). Оба шкафа соединяются между собой гибким резиновым шлангом с заключенными в нем проводами.

Выбор электронной лампы определен заданной наивысшей частотой и мощностью генератора. Как известно, наивысшая частота, которую можно получить от данной лампы, зависит от времени пробега электрона к аноду, которое в свою очередь определяется анодным напряжением и расстоянием между анодом и катодом, т. е. конструкцией лампы. Кроме того, увеличение частоты ограничивается внутриламповой емкостью между анодом и сеткой, которая входит в колебательный контур генератора.

Приведенные соображения относительно наиболее высокой частоты дают возможность сделать выбор из существующих типов ламп, наиболее пригодных для генерирования метровых волн. Из имеющихся наиболее пригодными для целей генерирования ультравысокой частоты являются лампы: ГКВ-4, Г-145, БК-500, Г₂-300 и Г-165.

Все эти лампы были использованы нами для разработки и конструирования генераторов на весь диапазон УВЧ ($3 \cdot 10^8$ — $3 \cdot 10^7$ герц).

Задачей работающих с ультравысокой частотой является выяснение наиболее действенной частоты для того или иного случая. Поэтому генераторы наши разрабатывались на возможно более широкий диапазон частот.

Исходя из соображений мощности, мы остановились на двухтактной схеме генератора, а именно на схеме Хольборна, которая хорошо работает на высоких частотах (рис. 64). Эта схема как двухтактная имеет то преимущество, что дает возможность использовать одновременно две лампы, а следовательно, увеличить мощность колебаний. Кроме того, симметричная схема работает более устойчиво, чем одноламповая, так как подвод энергии к колебательному контуру происходит два раза в течение периода, в то время как в обычной схеме—только один раз, величина же наивысшей частоты та же, что и одноламповой схемы, так как междуэлектродные емкости ламп соединяются последовательно.

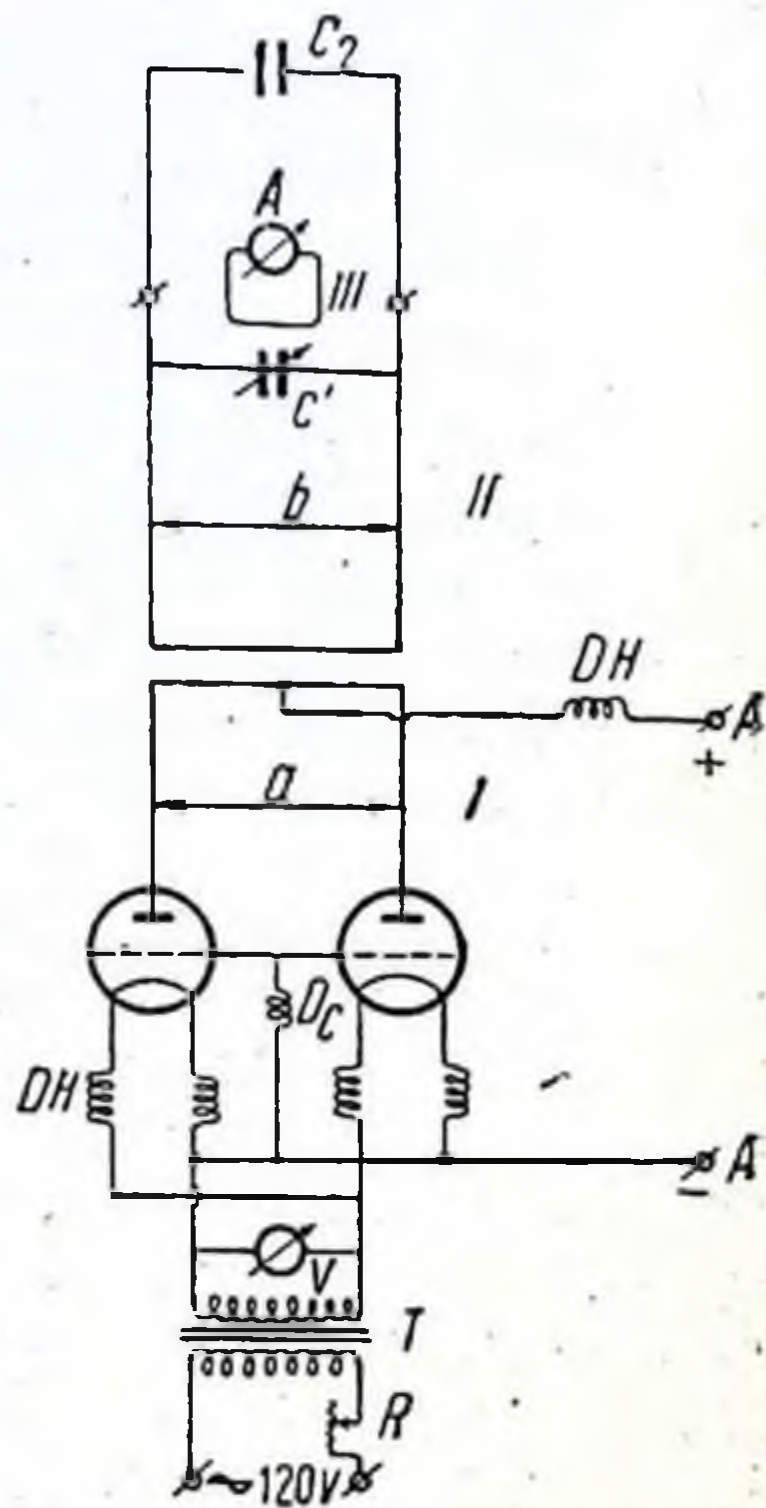


Рис. 64. Схема Хольборна.

Так называемое облучение происходит не в основном первичном контуре, а в индуктивно связанном с ним вторичном контуре. Производить облучение непосредственно в первичном контуре невозможно по многим причинам. Первая из них та, что все части первичного контура находятся под высоким напряжением в несколько тысяч вольт (питание анодов), что представляет большую опасность для жизни облучаемого объекта. Во-вторых, помещение объекта в первичный контур вносило бы сильную расстройку, увеличивая емкость контура и ограничивая возможность увеличения частоты.

Обычно облучение производится на некотором расстоянии от генератора, поэтому приходится пластины «конденсатора облучения» связывать со вторичным контуром генератора, так называемой фидерной линией. Это соединение лучше всего делать двухпроводным, так как однопроводный фидер сильно излучает электромагнитную энергию. Фидера могут быть выполнены двояко: или в виде жестких трубчатых проводов системы Лехера, или гибкими концами. Первые более удобны для экспериментальных целей, вторые—для клиники. Необходимо помнить, что сами фидера представляют собой систему с распределительными постоянными, и всякое изменение их длины (укорочение или удлинение) или расстояния между проводами влияет на настройку вторичного контура.

В наших генераторах клинического типа вторичный контур представляет собой двухпроводную систему с 2 конденсаторами C_1 и C_2 (рис. 64). Емкость C_2 представляет собой конденсатор, в электрическое поле которого помещается облучаемый объект. Пластины этого конденсатора сменные, разной формы и размеров в зависимости от облучаемого объекта. C_1 —конденсатор переменной емкости, служащий для подстройки вторичного контура на частоту первичного, т. е. в резонанс с ним. Настройка вторичного контура затрудняется тем, что емкость C_2 меняется в зависимости от особенностей объекта в довольно широких пределах. Подобрать конденсатор C_1 так, чтобы получить возможность настройки вторичного контура на всем диапазоне, невозможно, поэтому при настройке вторичного контура приходится менять длину его проводов.

Связь вторичного контура с первичным может быть индуктивной или емкостной. В описываемых ниже генераторах нами применена индуктивная связь.

Кроме основного первичного контура, в котором возбуждаются колебания, и вторичного, в котором происходит облучение, в генератор введен нами еще третий апериодический измерительный контур, который состоит из теплового высокочастотного амперметра с витком. Этим витком осуществляется индуктивная связь с вторичным контуром. Показания амперметра

относительные и меняются с изменением частоты и со сменой проводов вторичного контура. При данной неизменной настройке квадрат силы тока, регистрируемого амперметром, пропорционален мощности, получаемой объектом.

Для уменьшения утечки высокочастотной энергии в цепи питания последние снабжены дросселями. В применяемой нами двухтактной схеме мы имеем большую легкость дросселирования вследствие наличия резко выраженных точек нулевого потенциала.

Во всех наших генераторах применена тщательная экранировка шкафа, особенно в клинических типах. Сделано это по двум причинам: во-первых, для исключения посторонних влияний на работу схемы и, во-вторых, для уменьшения излучения генераторного контура, так как это оказывает вредное действие на обслуживающий персонал.

Генератор типа ВЦЭМ-1

Генератор сконструирован на лампах БК-500 для работы в диапазоне частот от 75 до 37,5 mcHz с фиксированными частотами 75, 60, 50, 42,9, и 37,5 mcHz. Не исключена возможность получения любой промежуточной частоты.

Установка рассчитана на производство любых облучений для экспериментальных целей в пределах мощности, даваемой генератором, и для локальных облучений в амбулатории и клинике. На общее облучение человека установка не рассчитана.

Первичный колебательный контур генератора осуществлен в виде двух параллельных, вертикально идущих вниз от анодов ламп посеребренных трубок красной меди (рис. 65). Внизу обе трубки соединяются неподвижным мостиком, к середине которого подводится через анодный дроссель плюс высокого напряжения. Для изменения частоты необходимо менять данные колебательного контура; это производится перемещением подвижного замыкающего обе трубки мостика, который, двигаясь, меняет рабочую длину контура. Самоиндукцией сеточного контура является самоиндукция сеток ламп, которая у ламп типа БК-500 достаточно велика. Вторичный контур состоит из двух частей. Часть контура, расположенная внутри генераторного шкафа, представляет собой два трубчатых провода, идущих параллельно проводам первичного контура. Длина их та же, что и у колебательного контура.

Обе трубки соединены между собой подвижным мостиком, который связан общей ручкой с таким же мостиком первичного контура и служит для изменения рабочей длины проводов вторичного контура. Эта часть вторичного контура подходит к конденсатору C_1 и уже от него к наружным клеммам генератора, от которых начинается вторая часть контура, находящаяся снаружи и представляющая собой два гибких провода, заключенных в резиновые трубки. На конце этих проводов присоединяются пластины конденсатора C_2 . Эта вторая часть контура—сменная, меняется в зависимости от настройки (частоты и пластин конденсатора C_2), требуемой в данный момент.

Накал ламп генератора питается переменным током от помещенного ввиду генераторного шкафа трансформатора, работающего от сети 120 вольт. Напряжение, подаваемое на нити, регулируется реостатом и регистрируется вольтметром накала.

Генераторный шкаф целиком заэкранирован (рис. 66). Все ручки управления и приборы расположены снаружи. На верхней доске генераторного шкафа находится ручка конденсатора C_1 , настройки вторичного контура и тепловой амперметр измерительного контура, служащий индикатором колебаний во вторичном контуре. На передней боковой стенке шкафа в верхней части расположены: вольтметр накала генераторных ламп, зажимы вторичного контура и сигнальная лампочка, которая загорается при подаче высокого напряжения от выпрямителя на аноды генераторных ламп. Ниже расположены дверцы, дающие возможность доступа внутрь шкафа при смене ламп. Дверцы имеют блокировку от рубильника, включающего высокое напряжение. При включенном рубильнике двер-

цы не могут быть открыты, и, наоборот, при открытых дверцах рубильник не может быть включен. Ниже помещаются две ручки: переключателя дросселей накальных цепей и реостата накала. На левой боковой стенке находится рубильник, включающий высокое напряжение и блокирующий дверцу. На задней стенке—одна ручка—управления частотой. Она перемещает подвижные мостики первичного и вторичного контуров (рис. 67). Провода питания генераторных ламп—первичной сети 120 вольт и высокого напряжения от выпрямителя—заклучены в общий гибкий резиновый шланг, который соединяет выпрямитель с генератором. Во втором шкафу генераторной установки помещается выпрямительное

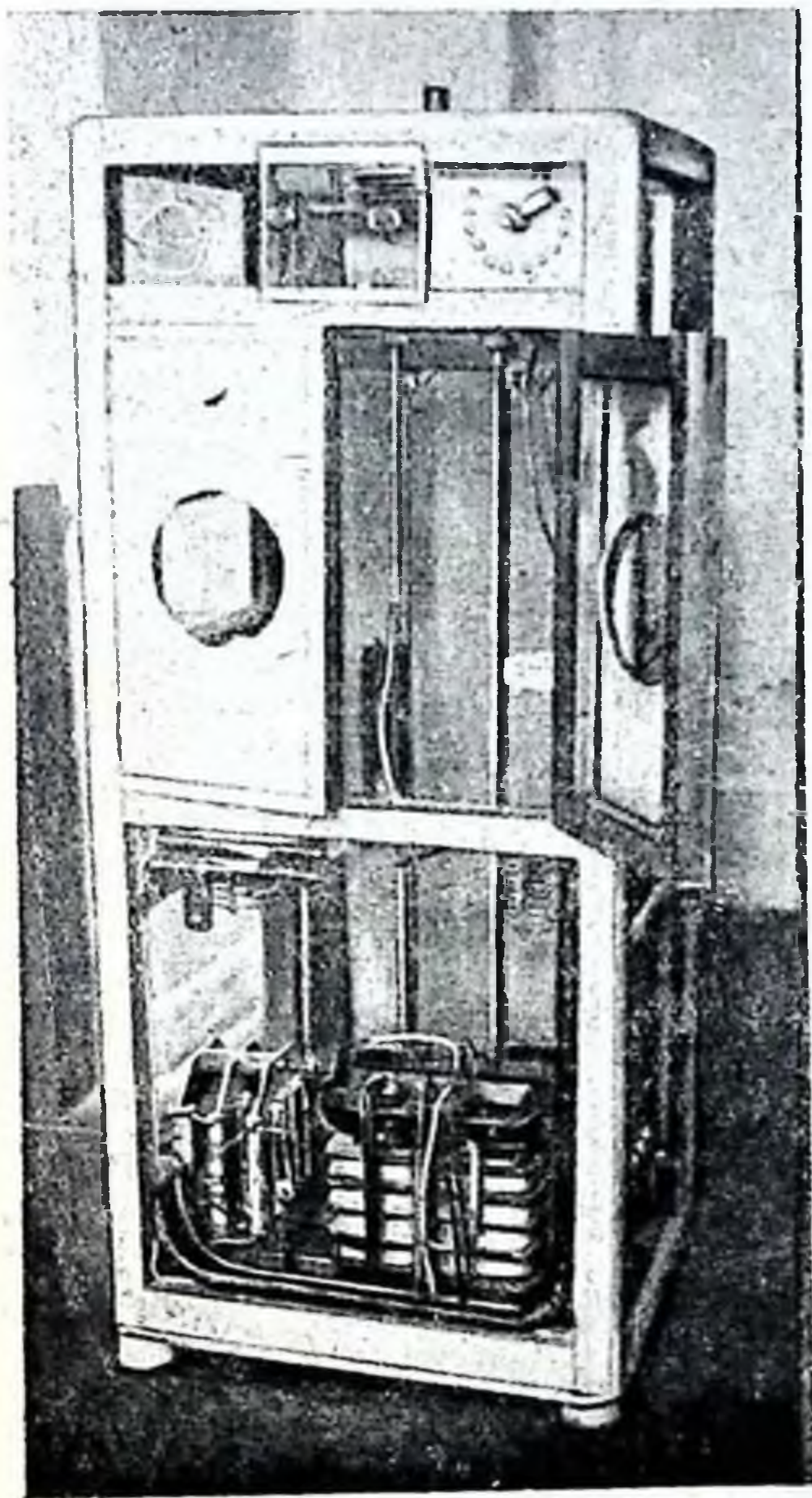


Рис. 65. Сборка генератора типа ВИЭМ-1.

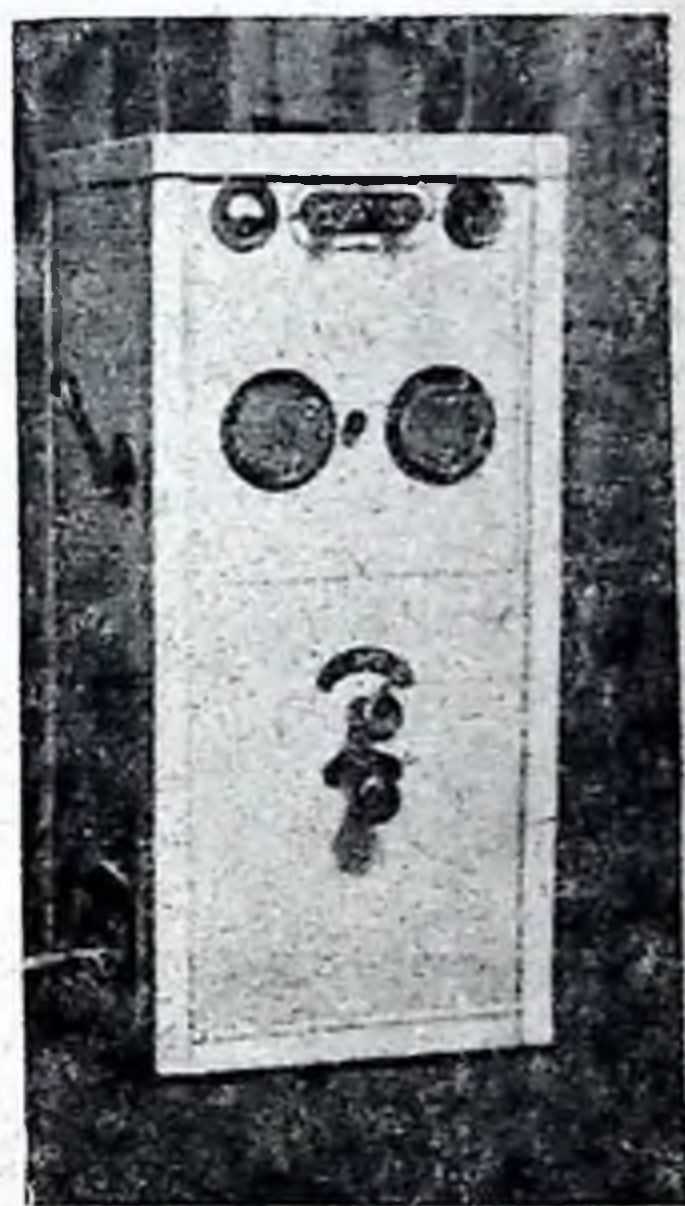


Рис. 66. Генератор типа ВИЭМ-1 (модель 1934 г.).

цы не могут быть открыты, и, наоборот, при открытых дверцах рубильник не может быть включен. Ниже помещаются две ручки: переключателя дросселей накальных цепей и реостата накала. На левой боковой стенке находится рубильник, включающий высокое напряжение и блокирующий дверцу. На задней стенке—одна ручка—управления частотой. Она перемещает подвижные мостики первичного и вторичного контуров (рис. 67).

Провода питания генераторных ламп—первичной сети 120 вольт и высокого напряжения от выпрямителя—заклучены в общий гибкий резиновый шланг, который соединяет выпрямитель с генератором.

Во втором шкафу генераторной установки помещается выпрямительное

устройство. Выпрямитель собран по простой двухполупериодной схеме (рис. 68) на газотронах. Мы остановили свой выбор на них по той причине, что газотроны экономичнее кенотронов и имеют небольшие размеры. Их недостаток заключается в том, что для пуска выпрямителя в ход необходим предварительный прогрев газотронов в течение 3—5 минут, а также в том, что они чувствительны к колебаниям напряжения накала. Если колебаний

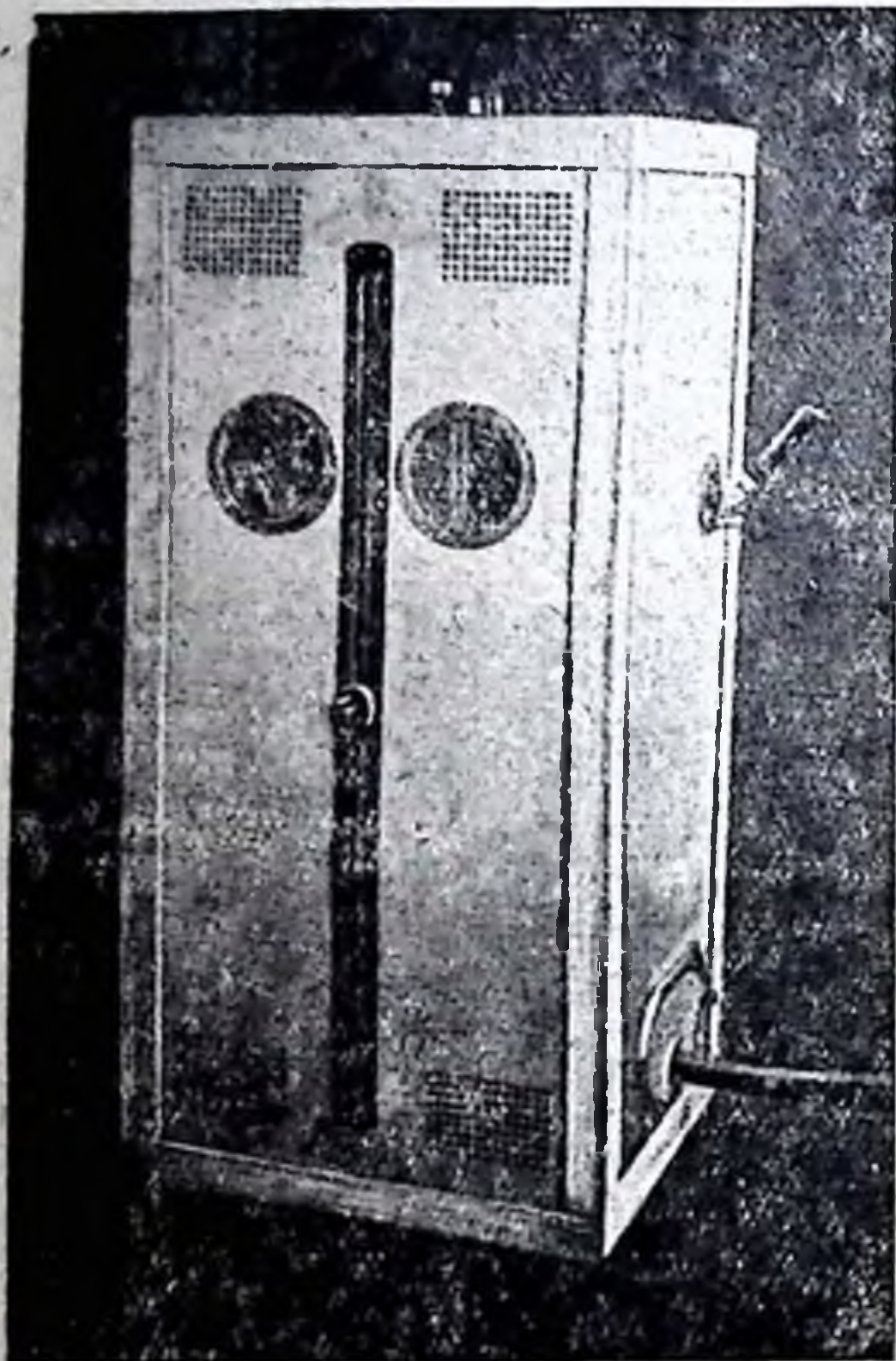


Рис. 67. Генератор типа ВИЭМ-1, вид сзади.

напряжения нельзя избежать, то лучше иметь небольшой перекал нити, так как при недокале нить скорее разрушается.

Выпрямитель представляет собой небольших размеров шкаф (рис. 69), на передней

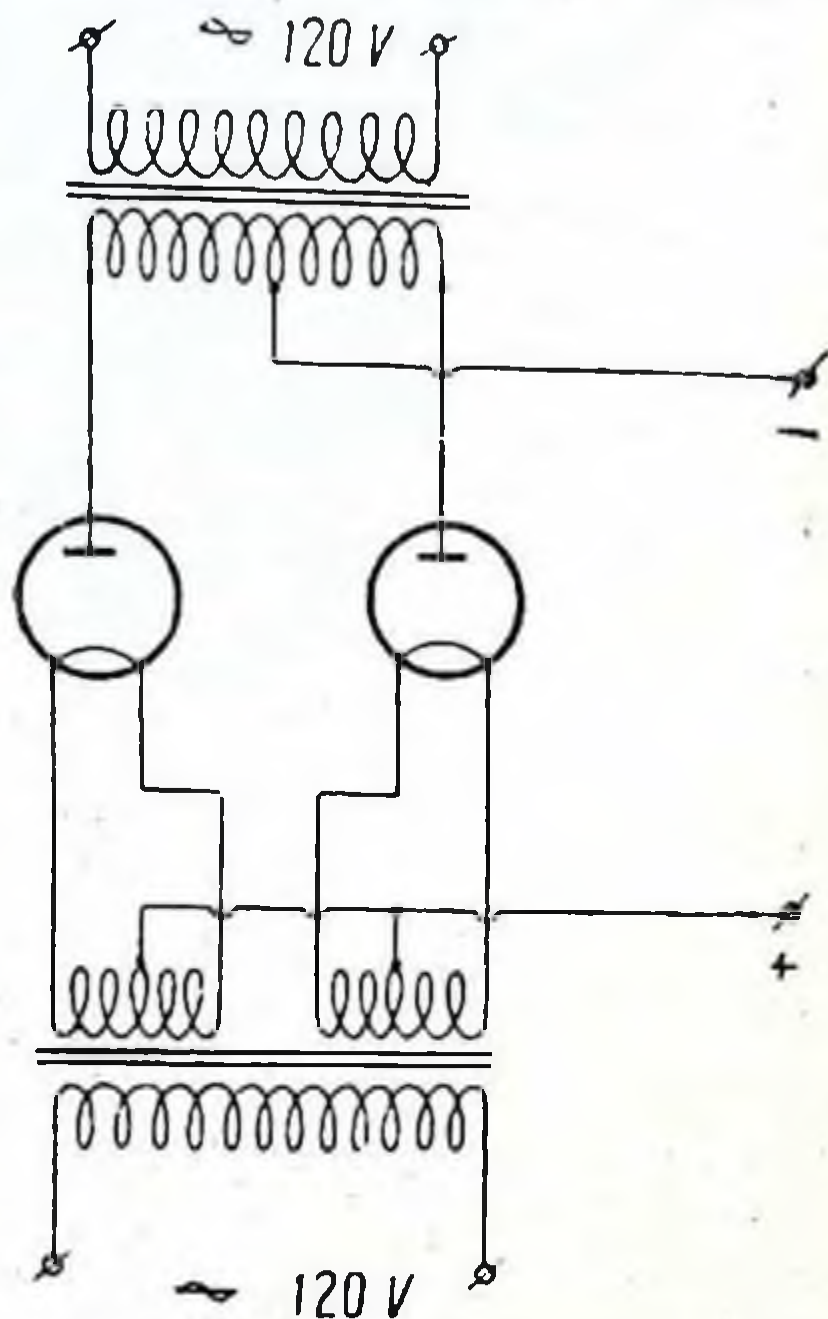


Рис. 68. Двухполупериодная схема выпрямителя.

стенке которого расположены приборы и ручки рубильников и реостатов. Внутри шкафа (рис. 70) помещены трансформаторы накала газотронов и высокого напряжения, газотроны, реостат накала и щиток для подключения проводов от сети и отходящих к генераторному шкафу. Включение трансформатора накала газотронов ведется при помощи рубильника, находящегося на передней стенке выпрямителя. Трансформатор высокого напряжения включается рубильником, находящимся в генераторном шкафу.

Выключение трансформатора высокого напряжения производится как со стороны генератора, так и со стороны выпрямителя.

Пуск установки производится следующим образом. Прежде всего включают накал газотронов в шкафу выпрямителя и производят подготовку генератора к облучению. Устанавливают ручку управления частотой в нужное положение по шкале; то

же делается с переключателем дросселей накала, положение переключателя которых должно соответствовать выбранной частоте. Подключают к клеммам вторичного контура нужные пластины конденсатора C_2 с проводами. Включают накал генераторных ламп, постепенно выводя



Рис. 69. Выпрямитель на 2 kW.

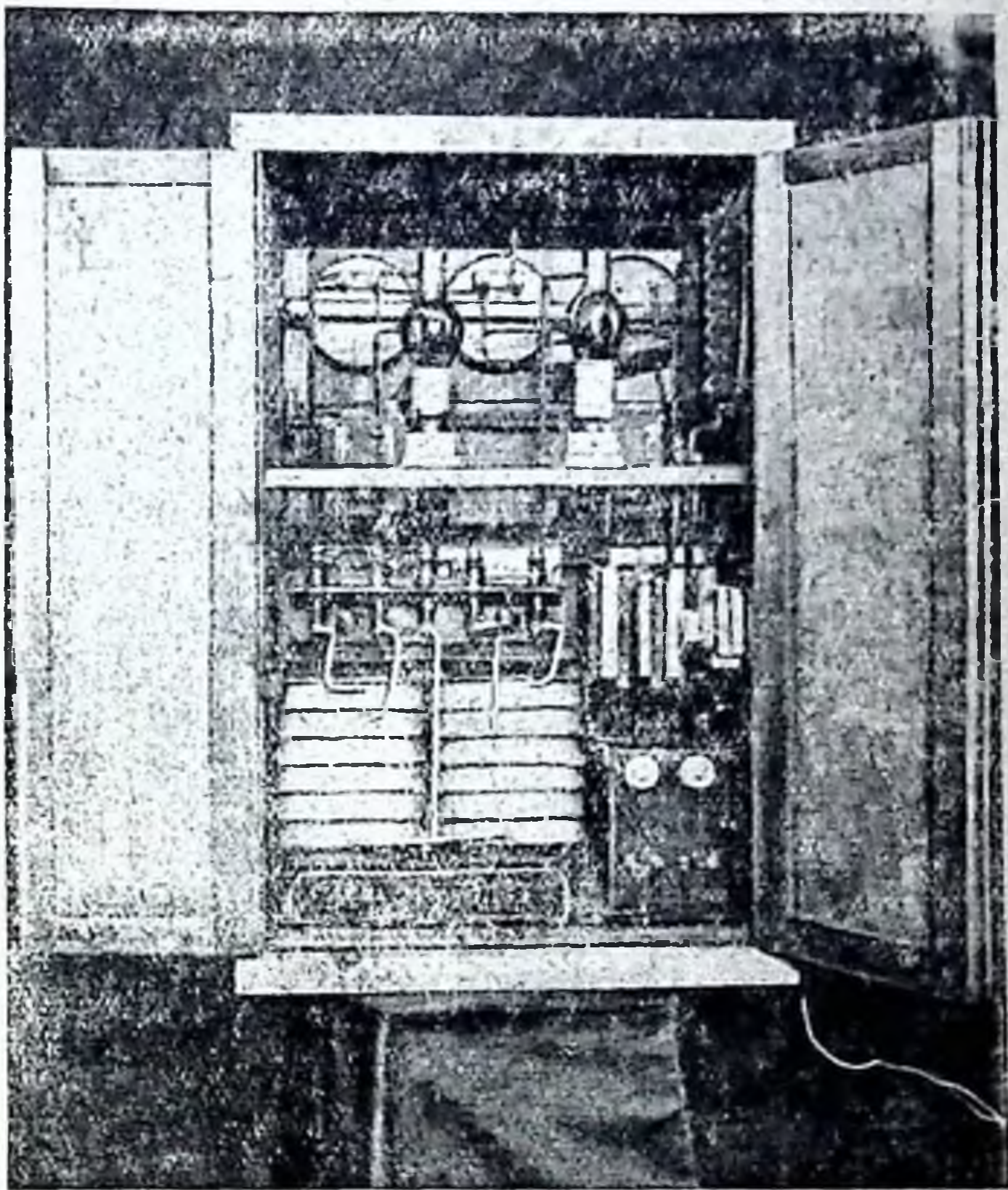


Рис. 70. Выпрямитель на 2 kW, внутренний вид.

реостат. Затем уже включают рубильник высокого напряжения. В первичном контуре возникают колебания и индуктируются во вторичном.

При выключении установки сначала выключается рубильник высокого напряжения, а потом уже накал генераторных ламп и газотронов.

В изготовленной нами второй модели (1935 г.) того же генератора (рис. 71 и 72) мы ввели ряд конструктивных упрощений для удобства обслуживания генераторной установки в условиях клиники, больницы. В отличие от первой модели последняя не имеет переключателя накальных дросселей. Это до некоторой степени ухудшает условия генерирования на всем диапазоне,

но зато значительно упрощает конструкцию и делает ее более удобной.

На генераторах этого типа в настоящее время работают отдел патофизиологии ВИЭМ (проф. А. Д. С п е р а н с к и й),

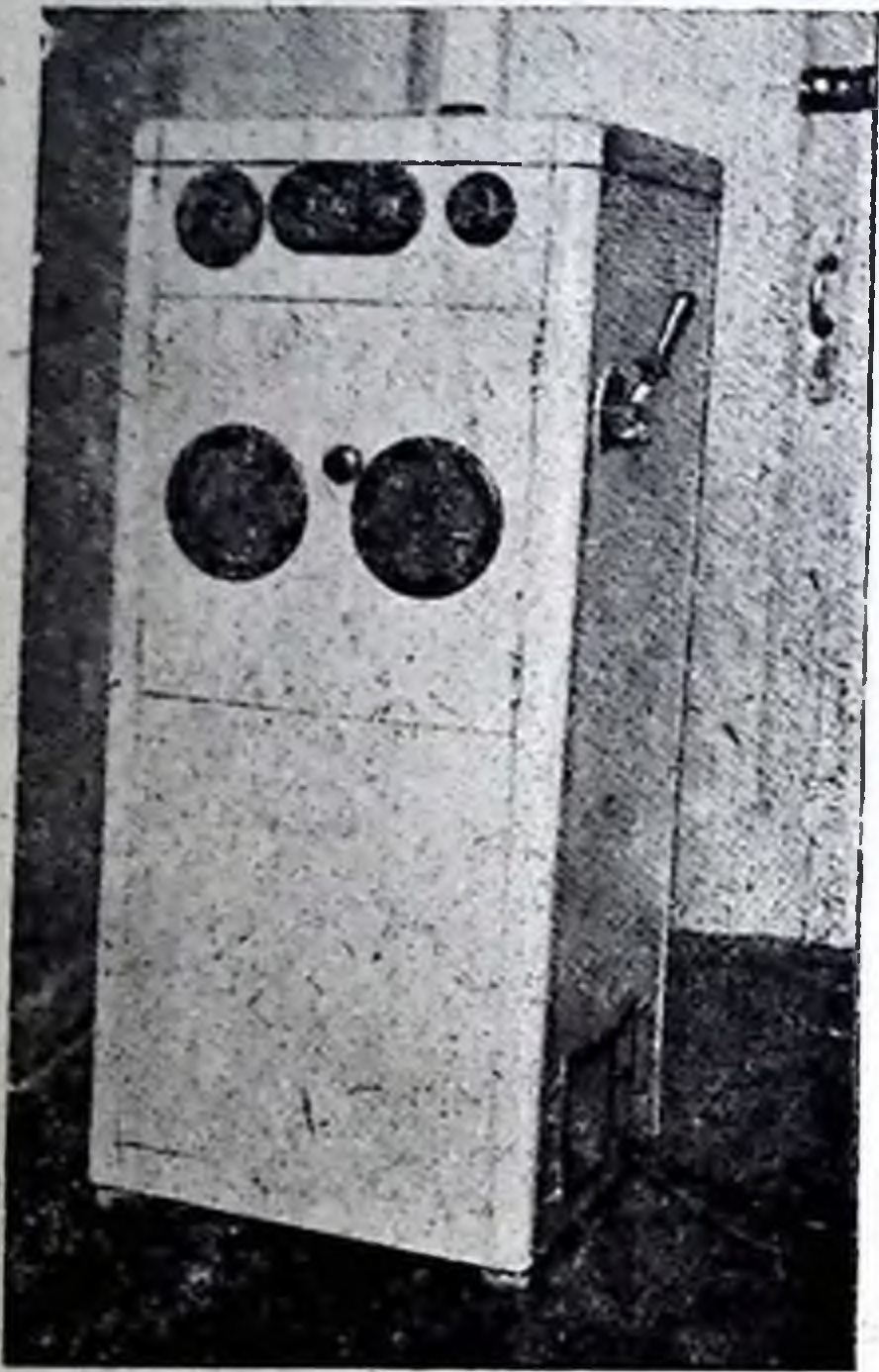


Рис. 71. Генератор типа ВИЭМ-1 (модель 1935 г.), вид спереди.

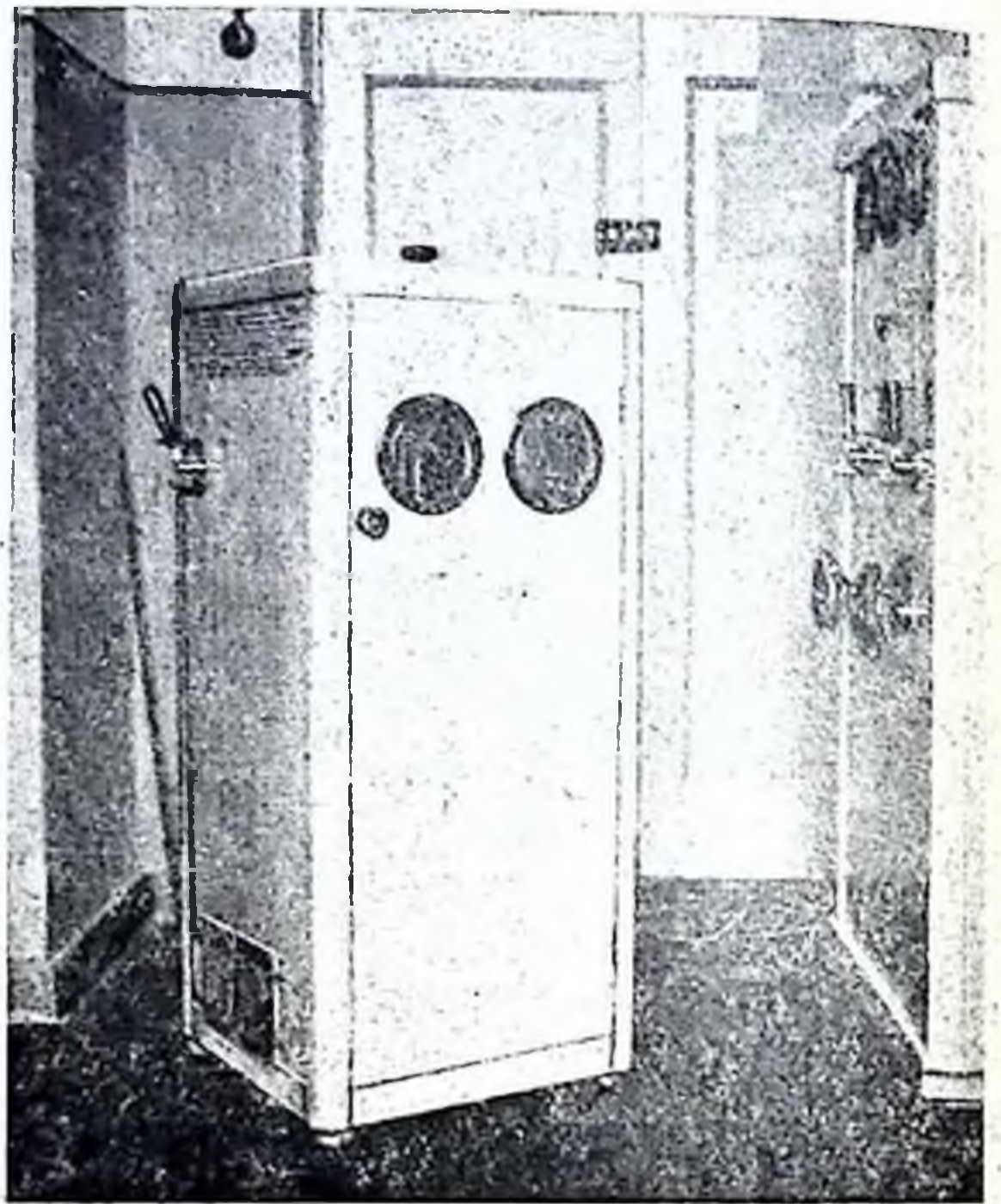


Рис. 72. Генератор ВИЭМ-1, вид сзади.

отдел экспериментальной физиотерапии ВИЭМ (проф. С. А. Б р у ш т е й н) и кафедра физиотерапии I ЛМИ (доц. О. К. К а р а п е т я н) и Центр. красноарм. госпиталь в Ленинграде.

Генератор типа ВИЭМ-2

По такому же типу сконструирован и этот генератор на лампах Г₂-300 (рис. 73). Это—более мощный генератор с диапазоном от 60 до 33,4 mcHz, с плавным перекрытием этого диапазона. Изменение частоты, в нем также ведется путем перемещения подвижных мостиков. Верхняя доска генератора сделана в виде пюпитра для удобства наблюдения за приборами. На горизонтальной части верхней панели находится ручка конденсатора настройки вторичного контура.

Для охлаждения ламп в этом генераторе применяется воздух. В шкаф генератора введен шланг от воздуходувки, которая включается в момент работы. Мы обычно производим одновременное обдувание—охлаждение анодных и сеточных горловин ламп.

Для улучшения охлаждения этого типа ламп, выделяющих при работе значительное количество тепла, дно шкафа генератора сделано не сплошным. Это дает возможность улучшить естественную вентиляцию генератора.

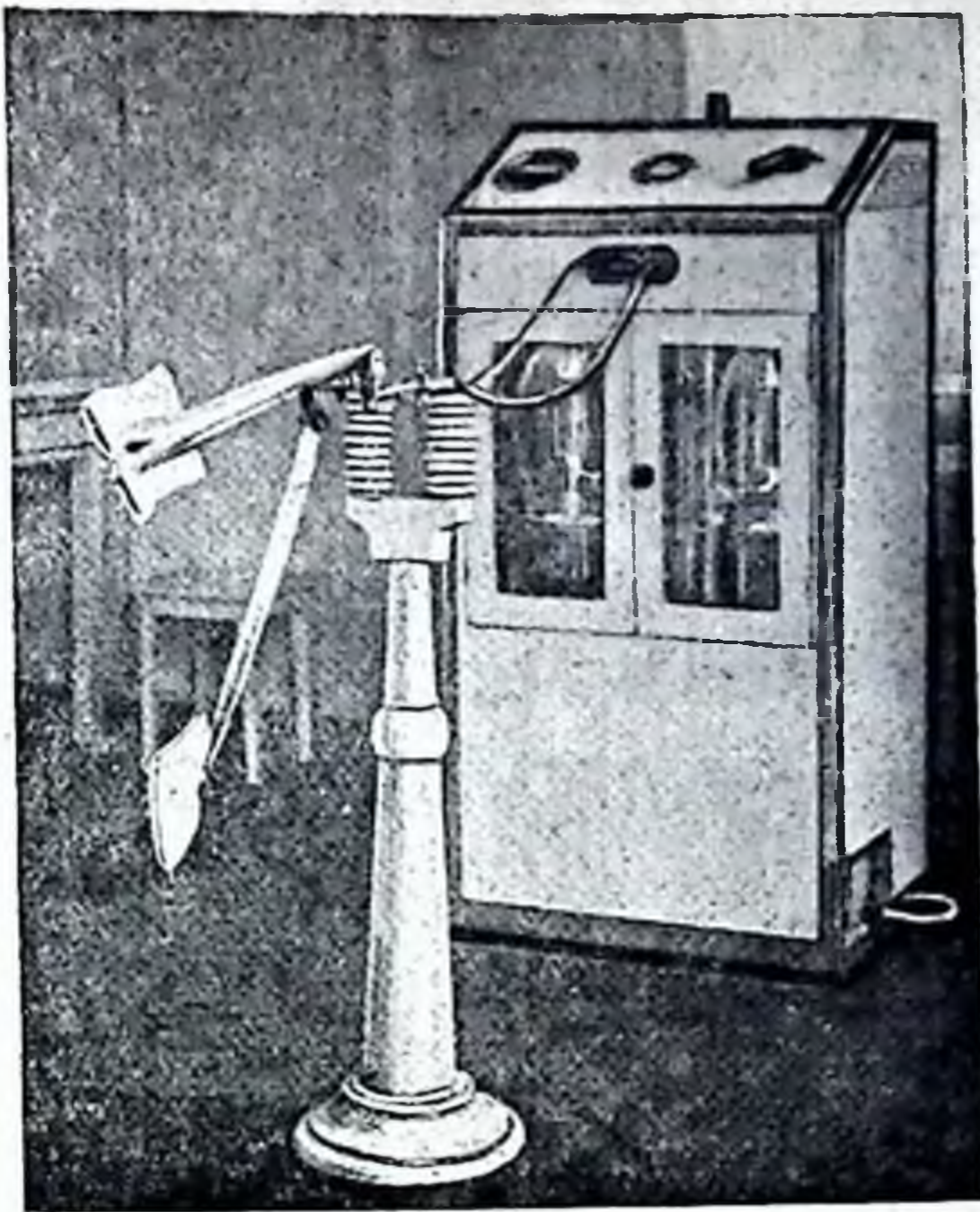


Рис. 73. Генератор типа ВИЭМ-2.

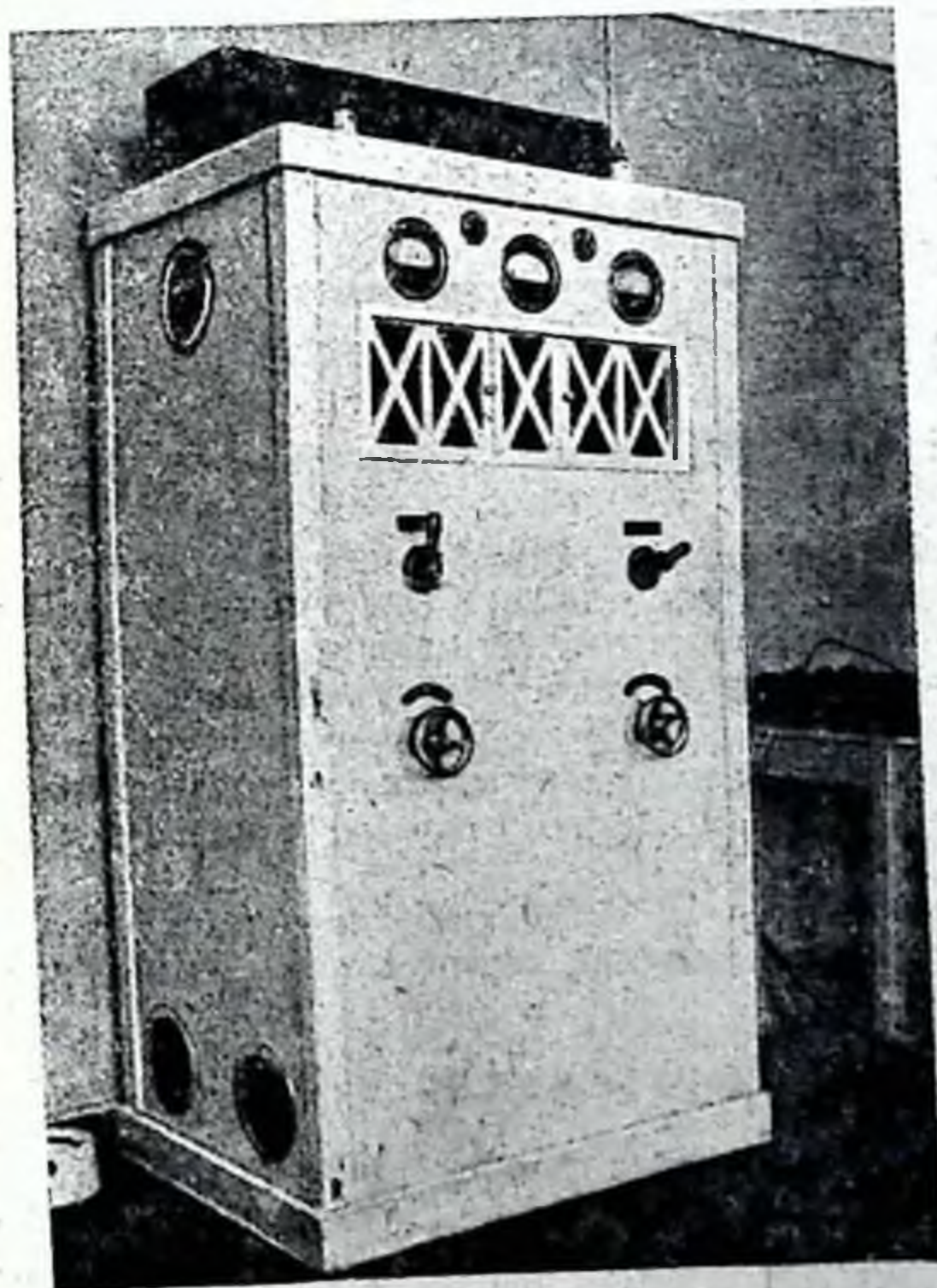


Рис. 74. Выпрямитель на 4 kW.

Генератор питается от трехфазного выпрямителя на газотронах типа ВГ-У-130 (рис. 74). В отличие от вышеописанного выпрямителя этот выпрямитель снабжен сопротивлением для регулировки напряжения и фильтром. Сопротивление дает возможность регулировать подаваемое на аноды напряжение и тем самым мощность во вторичном колебательном контуре.

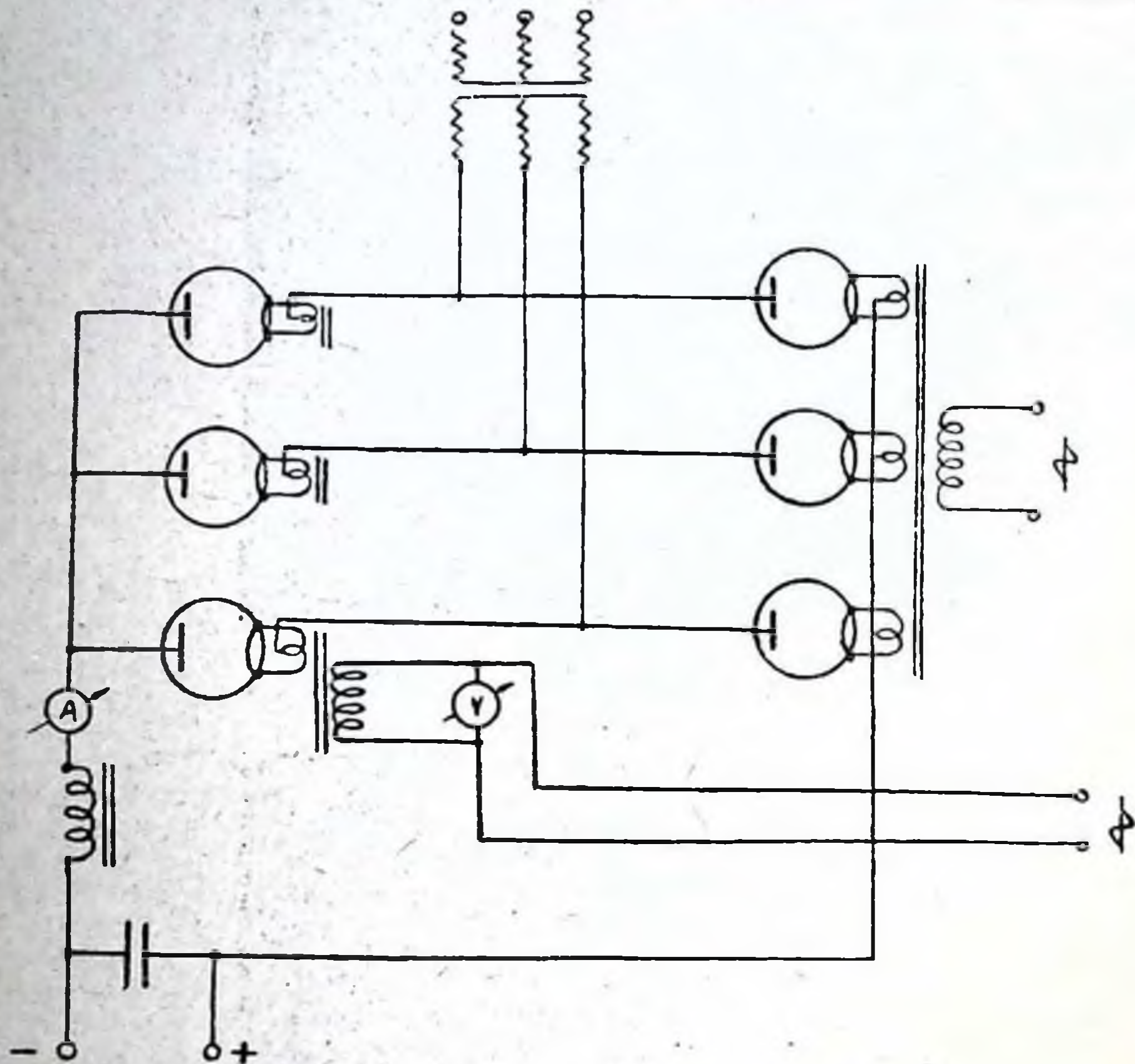


Рис. 75. Схема выпрямителя с фильтром.

Выпрямленный ток, получаемый непосредственно от газотронов, обладает пульсацией, гармониками. Для уничтожения их—вернее, для их уменьшения—применяются сглаживающие фильтры, представляющие собой реактивные сопротивления. Мы применяем в наших установках Г-образные фильтры. Эта схема (рис. 75) благодаря своим электрическим и экономическим свойствам является наиболее употребительной.

Выключение установки и работа с ней ведется так же, как с типом ВИЭМ-1.

На генераторах типа ВИЭМ-2 работают наш отдел (2 установки) и Центральный красноармейский госпиталь в Ленинграде.

Генератор типа ВИЭМ-8

К этой же группе генераторов средней мощности следует отнести и генератор на лампах Г-165, относящийся к разрабатываемым нами стандартным типам генераторов для клиники (рис. 76). Он сконструирован для работы в диапазоне частот от 100 до 42,9 мгHz. Изменение частоты ведется с помощью конденсатора переменной емкости, включенного в первичный

контур. Самоиндукцией служит катушка одновитковая, включенная параллельно конденсатору.

В отличие от вышеописанных типов этот генератор имеет настраиваемые катодные дросселя на нижнюю часть диапазона. Это увеличивает размеры генератора, но резко улучшает условия генерирования в диапазоне 100—75 мгHz.

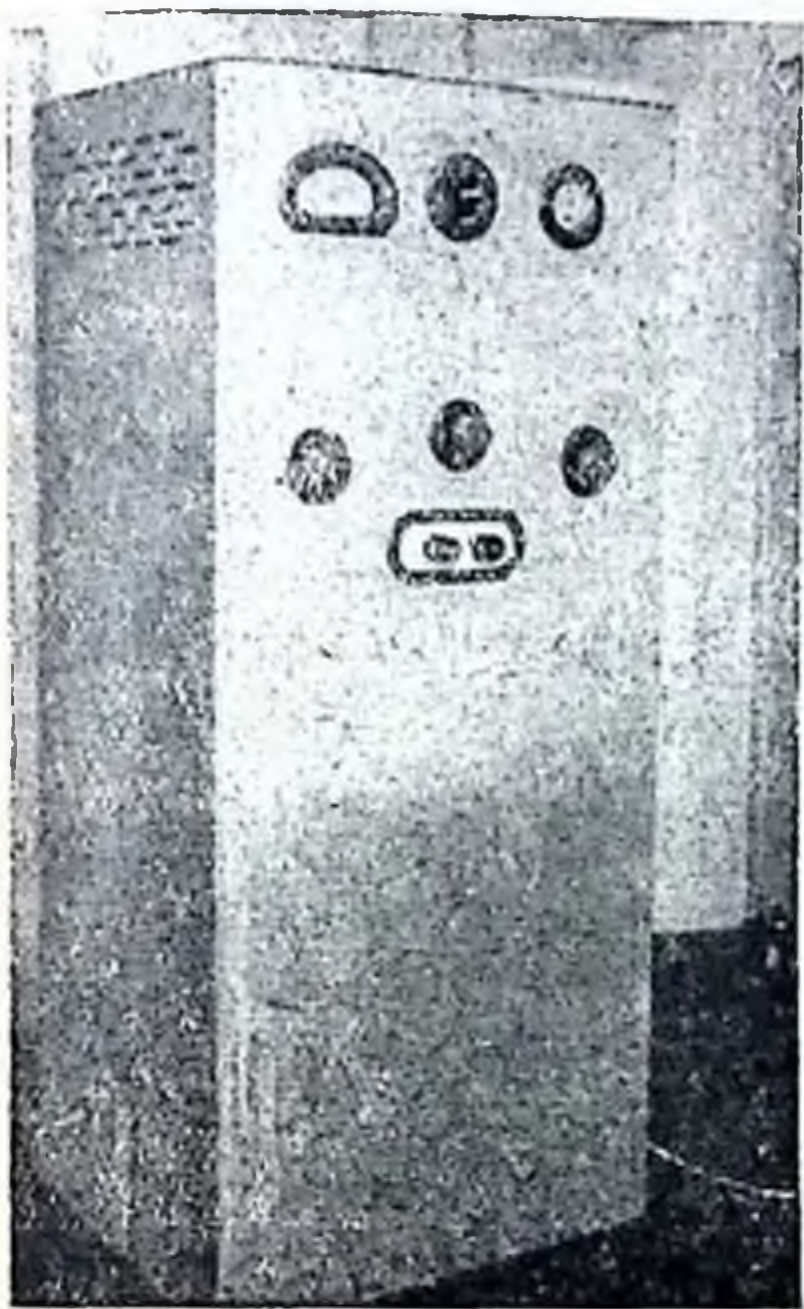


Рис. 76. Генератор типа ВИЭМ-8.

Шкаф генератора имеет размеры 135×60×50 см. Внутри него помещаются все электрические части установки за исключением выпрямителя.

Все приборы и ручки управления находятся на передней стенке шкафа: ручки реостата накала, генераторных ламп, конденсатора переменной емкости для настройки вторичного контура и дросселей накала, вольтметр накала генераторных ламп, тепловой измерительный прибор для регистрации тока в контуре объекта и гнезда фидерного устройства вторичного контура.

В генераторный шкаф введен 4-метровый шланг с проводами от выпрямителя и от сети низкого напряжения.

Для питания ламп применяется тот же тип выпрямителя, что и для генератора на лампах Г₂-300.

Мы предполагаем главную часть экспериментальной и лечебной работы нашего отдела с весны 1936 г. перевести на этот чрезвычайно удобный во всех отношениях тип.

Генераторы типа ВИЭМ-3 и ВИЭМ-4

Эти два маломощных генератора работают на лампах Г-145 и ГКВ-4 в диапазоне частот от 200 до 75 мг Hz с плавным перекрытием всего диапазона. Выполнены они в виде лабораторных макетов по двухтактной схеме, как и все наши генераторы. Оба генератора имеют дросселя накала в виде системы параллельных проводов, длина которых меняется с изменением частоты путем передвижения скользящего по ним мостика.

Такая система дает возможность получить плавную регулировку катодных реактивностей и, следовательно, хорошую настройку генератора, что очень важно в этом диапазоне частот.

Генераторы предназначены для любых экспериментальных облучений в пределах даваемой мощности.

О ТИПЕ ЭЛЕКТРОДНЫХ ПЕРЧАТОК ПРИ ОБЛУЧЕНИЯХ УВЧ¹

Ф. С. Белицкая

Как известно, одной из характерных особенностей ультра-высокой частоты (УВЧ) является ее действие через воздушную прослойку. Эта особенность имеет очень большое значение в работе с живыми объектами, так как она дает возможность предохранять облучаемый объект от ожога, возможного при соприкосновении с пластинкой конденсатора. В случае же, если по условиям облучения это расстояние должно быть очень мало, все же не исключена возможность проскакивания искры между телом и пластинкой, а это также ведет к ожогу. Возможны, конечно, и случайные соприкосновения с пластинкой при непроизвольном движении объекта (особенно при эксперименте с животными). Естественно, что, как только УВЧ стали применять в биологии и в особенности в медицине, вопрос о защите от указанных неприятностей стал одним из главных вопросов техники облучения. Ш л и п х а к е (Schliephake) нашел принципиально правильный выход: он одел пластинку изолирующим веществом, причем избрал для этих «перчаток» стекло и эбонит. Такие стеклянные и эбонитовые перчатки Ш л и п х а к е все же имеют ряд недостатков. Первый из них заключается в том, что стекло и эбонит в высокочастотном поле довольно сильно нагреваются, следовательно, несут с собой потери, которые могут быть весьма нежелательными при использовании генераторов небольшой мощности. При больших же мощностях это нагревание может стать настолько сильным, что доставляет беспокойство больному, если перчатка электрода находится в прямом соприкосновении с телом.

Второй наиболее существенный недостаток перчаток Ш л и п х а к е заключается в их жесткости. Это их свойство создает большие трудности при облучении выпуклых или вогнутых поверхностей, так как отдельные части поверхности оказываются в неравных условиях по отношению к пластинам (разный

¹ Из физико-биологического отдела (зав.—Г. Л. Френкель) Лен. фил. ВИЭМ.

зазор), причем наиболее выпуклая часть поверхности, естественно, будет испытывать наибольшее действие, и наоборот. Уже эти недостатки столь существенны, что они заставляют отказаться от применения стеклянных и эбонитовых перчаток.

Рааб (Raab) пошел по другому пути: он сделал пластинки из гибкого материала и обшил их мягким изолятором—резинной или войлоком. Таким электродам может быть придана любая желаемая форма, и они могут быть плотно прижаты к поверхности какой угодно сложной формы, благодаря чему все точки этой поверхности будут в одинаковых условиях облучения. Однако резиновые перчатки имеют огромный недоста-

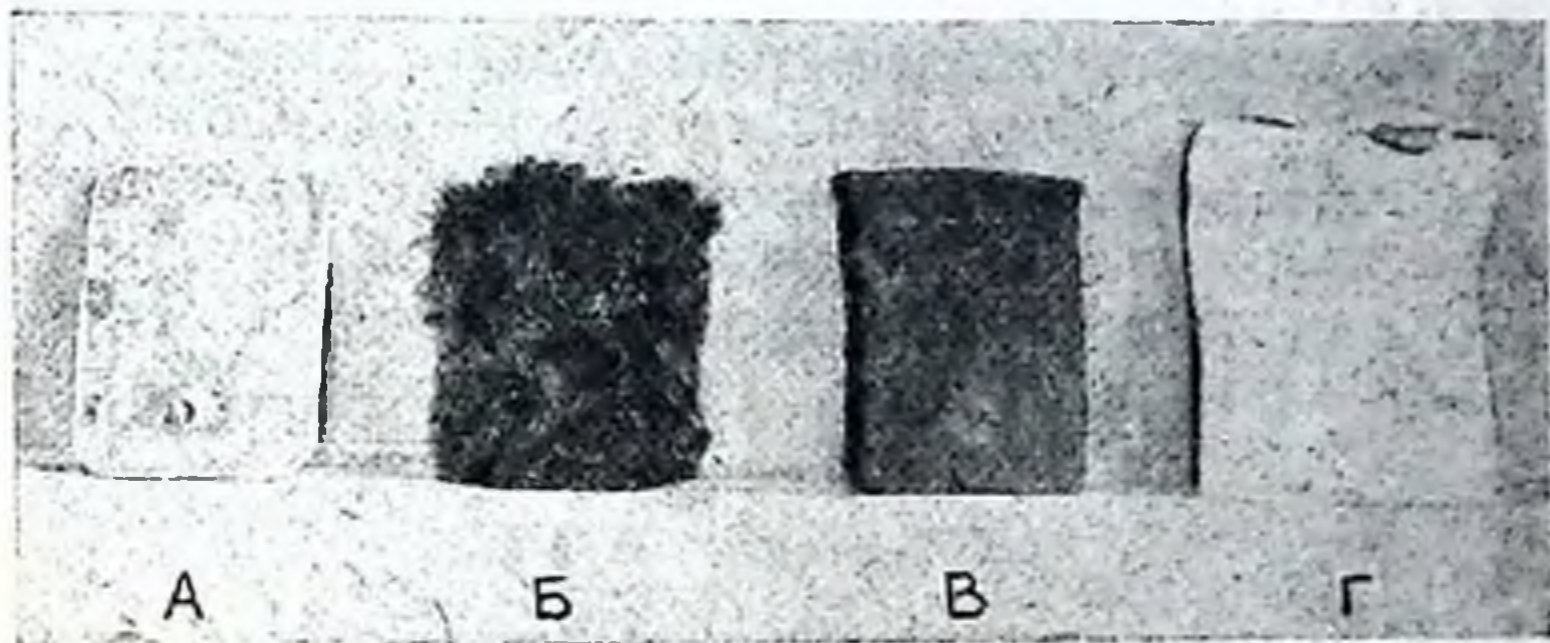


Рис. 77. Обшивка электродов.

а—голый электрод; б—электрод, обшитый мехом; в—электрод в суконной перчатке; г—электрод в белой наволочке.

ток—они гидрофобны. Поэтому во время облучения под таким электродом может скопиться пот, а это создает опасность ожога за счет различной концентрации электролитов под пластинкой. Войлочные же перчатки, наоборот, обладают очень большой гидрофильностью, что опять нехорошо, ибо пот легко впитывается ими и создает опасность пробоя. Такие случаи пробоя при сырой перчатке мы неоднократно наблюдали в нашей лаборатории.

Учитывая все эти недостатки, мы использовали для перчаток кроличий мех. Мы исходили из тех соображений, что кроличий мех достаточно пушист, чтобы обеспечить нужный зазор, гидрофильность же его достаточна для впитывания пота, но неравномерна по всей толще меха (мездра и волос), что значительно уменьшает возможность пробоя. Следует заметить, что шкурки должны быть предварительно обезжирены, так как жир в конденсаторном поле нагревается весьма интенсивно, что может привести к загоранию перчатки. Электроды, изготовляемые из свинцовых пластинок, обшитых меховыми перчатками, полностью оправдали себя: при соблюдении указанных условий (обезжиривание и сухость), а также при

правильной регулировке плотности тока ожогов и пробоев не бывает. Мягкая свинцовая пластинка и гибкая меховая перчатка дают возможность придать электроду любую форму. Меховая перчатка обшивается плотной материей, на которую еще надевается белый полотняный чехол, съемный и легко сменяемый (рис. 77).

Очень важным вопросом является вопрос о потерях в меховых перчатках. Проверка потерь была проведена следующим образом. К фидеру прикреплялись электроды в меховых перчатках. В конденсаторное поле помещался тепловой амперметр с двумя металлическими пластинами, прикрепленными к его зажимам. Благодаря емкостной связи между пластинами прибора и пластинами конденсатора прибор регистрировал некоторый ток. По этому прибору вторичный контур настраивался в резонанс с первичным (прибор в это время показывает максимальный ток). Ток, показываемый прибором, регистрировался. Затем, не меняя ни расстояния между пластинами, ни положения прибора в поле, с пластин снимались перчатки.

Протокол № 1

Подаваемая мощность в ваттах	Размер пластин в мм	Расстояние между пластинами в см	Ток в амперах		Разность в силе тока
			с перчатками	без перчаток	
40	125×115	10	1,45	1,45	0
160	125×115	10	1,75	1,75	0
40	125×115	12	0,8	0,8	0
160	125×115	12	1,45	1,45	0
250	125×115	12	1,6	1,65	0,05А.

Протокол № 2

Подаваемая мощность в ваттах	Размер пластин в мм	Расстояние между пластинами в см	Ток в амперах		Разность в силе тока
			с перчатками	без перчаток	
300	170×112	10	1,0	1,0	0
560	170×112	10	1,16	1,16	0
900	170×112	10	1,4	1,4	0
525	170×112	12	1,0	1,0	0
850	170×112	12	1,1	1,1	0
1 550	170×112	12	1,3	1,3	0

и снова измерялся ток. Разность в показаниях прибора должна была дать относительную величину потерь в перчатках.

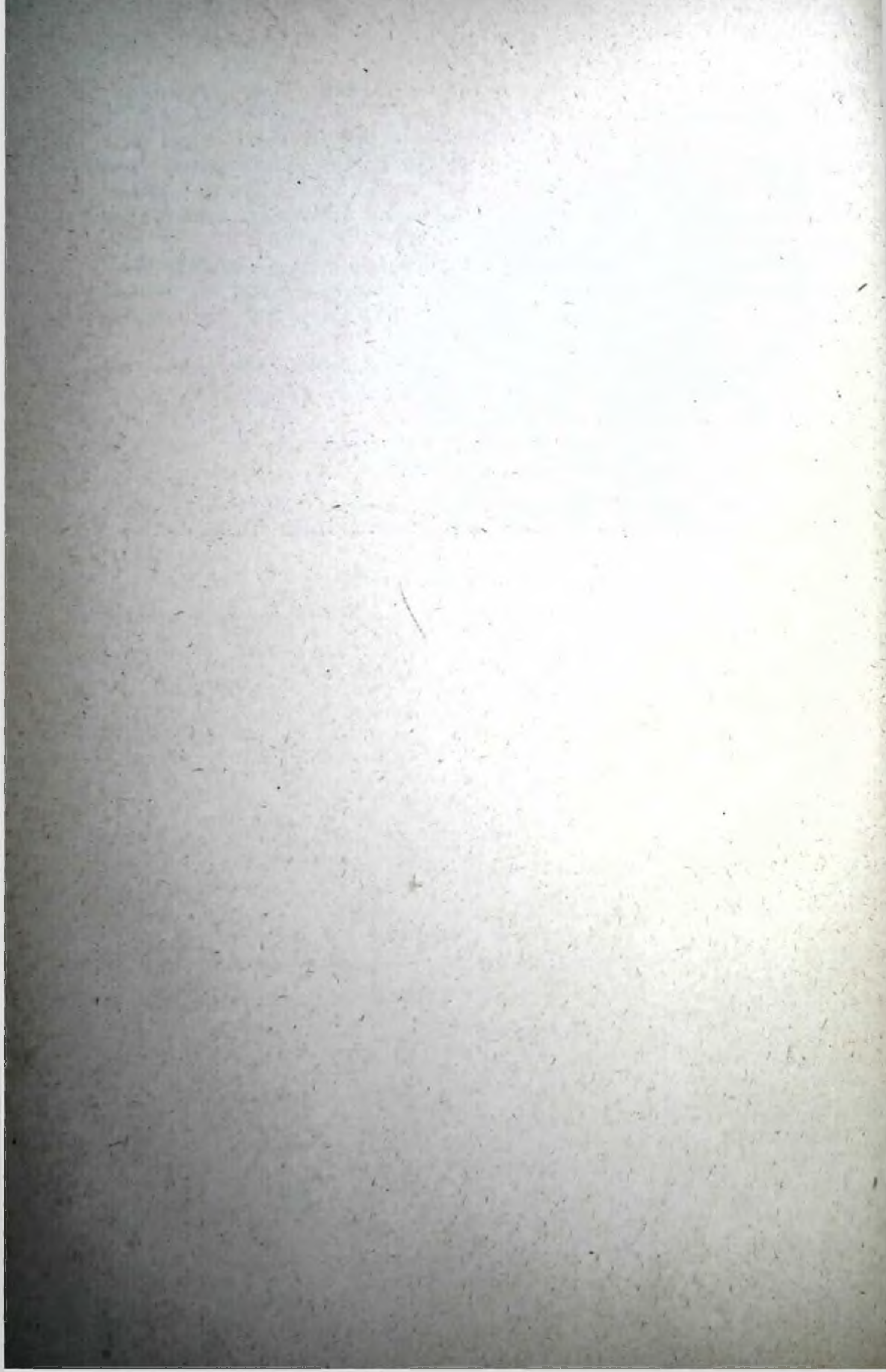
Частота во всех опытах равнялась 50 000 000 Hz. Подаваемая на генератор мощность и расстояние между пластинами менялись в разных опытах для того, чтобы проверить поведение электродов в различных условиях. Выше приведены некоторые протоколы наших опытов.

Как видно из всех наших протоколов, разность в показаниях прибора или равна 0, или столь незначительна, что ею можно пренебречь, тем более, что она едва превышает предел ошибок отсчета.

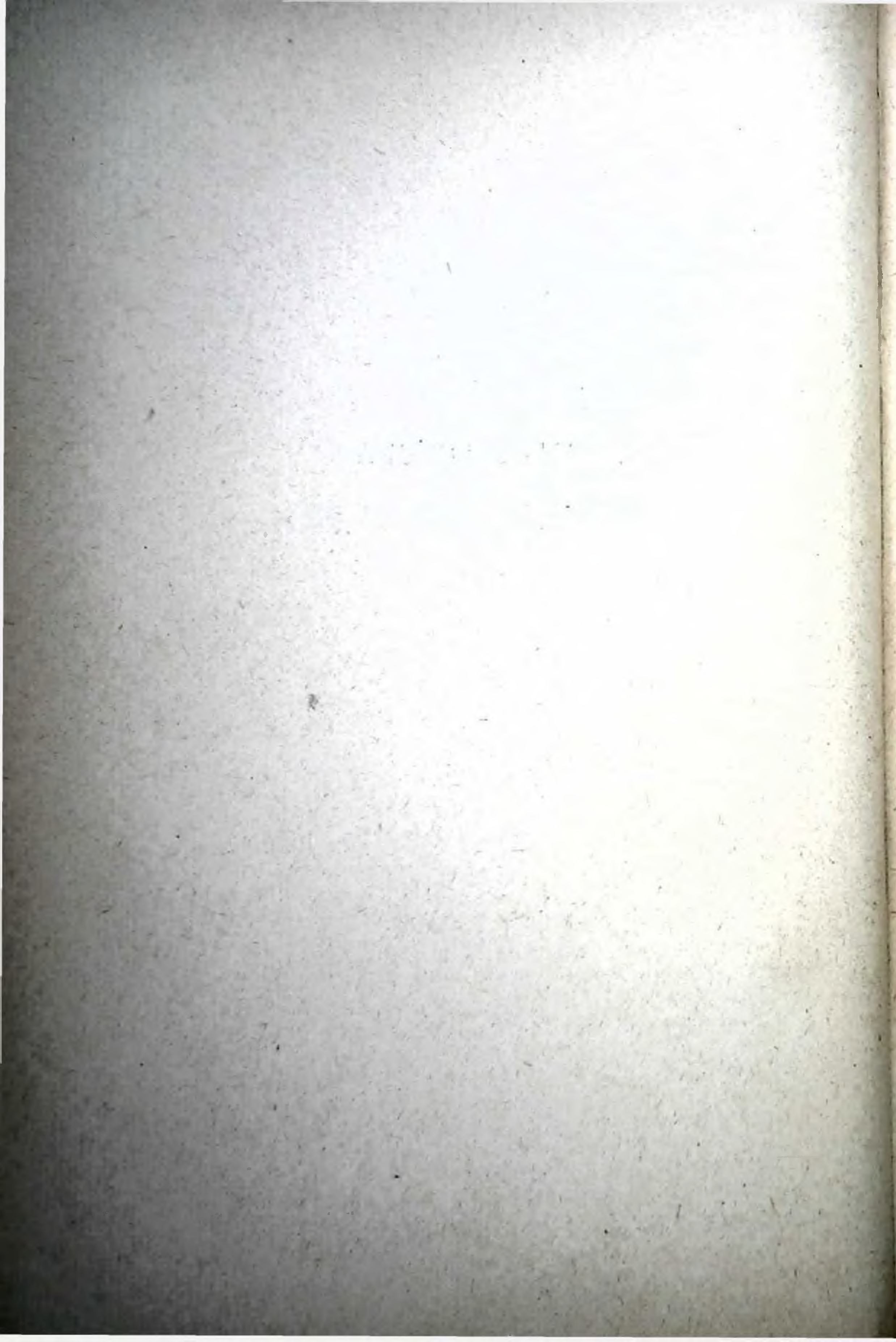
Учитывая все изложенные свойства данных электродов, их можно рекомендовать для самого широкого применения в лаборатории и клинической практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schliephake E., Kurzwellentherapie, 2 Aufl., Jena, Fischer, 1935.—2. Raab E., Die Kurzwellen in der Medizin, Berlin, Radionta, 1934.



ЧАСТЬ ВТОРАЯ
БИОЛОГИЯ



О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (УВЧ) ¹

Г. Л. Френкель

Хотя опубликованный материал по биодействию УВЧ в настоящее время довольно велик, что, собственно говоря, должно было бы свидетельствовать о вступлении проблемы в фазу известной разработанности, этот материал по причинам, отмеченным нами в другом месте (см. лит.), остается еще чрезвычайно пестрым. Поэтому представляет известный интерес подчеркнуть те общие черты, которые могут проявляться то с большей, то с меньшей отчетливостью в большинстве случаев биодействия УВЧ, что и будет осуществлено в этой статье как на основе материалов мировой литературы, так и на основе исследований лаборатории автора, причем это будет сделано в плане практической значимости уже известных фактов и проблематики ближайших работ.

К таким общим особенностям биодействия УВЧ должны быть отнесены: 1) действие на расстоянии, 2) селективное действие, 3) специфическое действие, 4) фазность действия и 5) последействие.

1. Действие на расстоянии (неконтактное действие)

Действие на расстоянии было одной из первых особенностей биологического действия УВЧ, как замеченных экспериментаторами-биологами, так и бросившихся в глаза работникам связи.

Таким конкретным доказательством биологического действия УВЧ на расстоянии были самонаблюдения работников связи после внедрения в их практику ультракоротковолновых генераторов, характеристика каковых (самонаблюдений) будет дана ниже.

¹ Из физико-биологического отдела (зав.—доц.). Г. Л. Френкель) Леп. фил. ВИЭМ.

Действие УВЧ на расстоянии имеет как положительную, так и отрицательную стороны. Положительная сторона дела заключается в том, что именно благодаря действию на расстоянии, освобождающему от необходимости непосредственного контакта облучаемого объекта с аппаратурой, УВЧ заняла совершенно исключительное место среди термопенетрационных процедур. Это особенное место, помимо ряда причин, о которых будет еще идти речь ниже, было обеспечено ей расширенными возможностями применения, причем в первую очередь это было осуществлено на хирургическом материале. Целый ряд таких процессов, как резко болевые воспалительные фокусы, инфицированные и мокнущие поверхности, пиодермиты, раны и т. п., совершенно недоступные для длинноволновой контактной диатермии, оказались вполне доступными для УВЧ и в силу некоторых особенностей, разбор которых не составляет задачу этого сообщения, создали последней целый ряд несомненных клинических удач, отмечаемых многими авторами [Шлипкаке (Schliephake), Фломм (Pflomm), Рывлин, Швейцер (Schweitzer), Ласт (Last), Либэзник (Liebesny), Лакёр и Ремзи (Laqueur et Remzi)].

Действие УВЧ на расстоянии, помимо расширения поля деятельности физиотерапии, обогатило одновременно и технику отпуска высокочастотных процедур. Общеизвестно, что при пользовании контактной диатермией единственным способом локализации (фокусирования) эффекта на различную глубину являлся метод разновеликих пластин. Хотя этот способ и сохраняет свою действительность и для УВЧ, однако здесь гораздо больший интерес представляет путь использования разновеликих зазоров (т. е. расстояний между пластиной конденсатора и поверхностью соответствующей стороны облучаемого объекта). Максимум действия при этом будет локализоваться у малого зазора (активная пластина) и будет тем значительнее, чем большую величину имеет противоположный зазор (индифферентная пластина). Этот метод подвергся детальной экспериментальной разработке со стороны Шлипкаке, Коваршика (Kowarschik), Хеллера (Heller), Альбрехта, (Albrecht) и др., а также Долинской в нашей лаборатории, и завоевал себе в настоящее время полное право гражданства в клинике [Рааб (Raab), Швейцер и др.].

Вредная сторона биодействия УВЧ на расстоянии зависит в основном от того, что даже при работе генератора на конденсатор, а не на антенну, поле оказывается весьма рассеянным, если, конечно, аппаратура, включая и сам конденсатор, не экранирована сплошь. Благодаря этой особенности люди, длительно пребывающие в этом рассеянном поле (т. е. в первую очередь обслуживающий генераторы персонал), испытывают

ряд неприятностей, и нужно думать, что, как уже указано выше, симптомы этого вредного действия были впервые замечены на радиостанциях, ибо работа с мощными коротковолновыми генераторами в целях связи предшествовала медицинскому применению радиоволн; с внедрением УВЧ в медицинскую практику жалобы связистов дополнились жалобами персонала, обслуживающего медицинские радиогенераторы.

Наиболее типичным симптомом здесь является головная боль, которую испытывал, конечно, каждый работник по УВЧ, далее—сжатие в области лба [Эттинген и Хук (Oettingen & Hook)], перевозбужденность, бессонница (Фломм), равог nocturnus (Коваршик), наконец, сильная слабость с дрожанием рук и ног (Ласт)—вот перечень главных симптомов (подробно см. у Андрияшевой). Важно, что даже в этой функциональной стадии изменения не только субъективны, но могут быть констатированы и объективно методом хронаксии [Кноррэ и Иоханнес (Knorre & Johannes)].

Следует отметить, что в дальнейшем явления, прогрессируя, могут вести к появлению белка в моче (Эттинген) и даже трофическим поражениям—ломкости ногтей, выпадению волос и т. п. (Календаров). Описанные расстройства наблюдаются не только у людей, работающих в непосредственной близости генератора, но даже и у находящихся в соседней комнате, за стеной и т. п. (Эттинген и Хук).

При работе в непосредственной близости к генератору наблюдаются повышения температуры тела, впервые отмеченные Уайтнеем (Whitney), стоящие в зависимости от мощности генератора и могущие при известных условиях достигать значительных степеней [Бэлл и Фергюсон (Bell & Ferguson)].

Приведенные факты настойчиво диктуют отнесение работы с УВЧ к вредным профессиям и ставят в порядок дня как самую неотложную задачу разработку защитных мероприятий, ибо образ Бергонье служит нам всем грозным предостережением.

Работа по изысканию и разработке защитных мероприятий должна будет пойти по линии защиты подвижных объектов (персонала), ибо вопросы экранировки аппаратуры давно решены, но, к сожалению, полная экранировка аппаратуры настолько сужает и осложняет работу, что не может применяться в экспериментальной и лечебной практике. Экранировка персонала осуществляется в основном металлической одеждой, причем разработка наиболее эффективного типа и возможность замены применявшихся до сих пор тяжелых сеток тончайшей металлической марлей представляются в настоящее время, повидимому, решенными. Во всяком случае испытания медной марли

немецкой фирмы «Sanitas», произведенные в нашем отделе, дали вполне благоприятные результаты (Д о л и н с к а я). В самое последнее время Д о л и н с к а я и У ш и н с к а я показали, кроме того, что самая обыкновенная парча защищает ничуть не хуже, чем названная марля «Sanitas», т. е. поставили вопрос о снятии этой марли с импорта.

В условиях, где полная экранировка невозможна, можно рекомендовать следующие моменты: при подборе людей рекомендуются лица низкого роста, брюнеты флегматичного характера (Б э л л и Ф е р г ю с о н), возможно меньшая подвижность персонала [Х е й н р и х (Heinrich)], наконец, удаление из ближайшего окружения генератора всех предметов, могущих служить антенной. Мероприятия в отношении самой аппаратуры заключаются здесь прежде всего в правильном выборе питания и может быть в выборе подходящей частоты. Так, по Ш л и п х а к е наиболее вредным действием обладает частота в 100 mcHz, по Б э л л у и Ф е р г ю с о н у — в 50 mcHz. Наши сотрудники жалуются больше на частоту в 37,5 и 33,3 mcHz. Что касается питания, то генераторы рекомендуется питать постоянным током, ибо при питании их непосредственно 50-периодным током от городской сети вредное действие вследствие модуляции резко усиливается¹ [Л е н ц е (Lentze)].

По возможности должно быть уменьшено излучение проводниковой системы, для чего необходимо: настраивать лехер (там, где он имеется) на бегущую волну, а в клинических безлехерных генераторах пользоваться по возможности короткими фидерами и избегать там, где это допустимо, униполярных аппликаций (Т а т а р и н о в).

2. Селективное действие

Первые же опыты, посвященные практическому анализу джоулева тепла, образующегося в облучаемом УВЧ объекте, показали, что различные вещества нагреваются в высокочастотном поле различно. Так, децинормальный раствор поваренной соли нагревается почти в 2 раза больше, чем раствор NaOH той же концентрации, а перекись водорода — в 2 раза меньше, чем вода, и т. п. (Ш л и п х а к е). Один и тот же электролит меняет степень своего нагрева в зависимости от концентрации (Ф л о м м) и, наоборот, перемена длины волны при сохранении той же концентрации облучаемых объектов меняет характер нагрева [П е т ц о л ь д (Pätzold)]; таким образом, уже на примере гомогенных веществ устанавливается факт селективного действия УВЧ.

Еще более интересно проявляется это действие на гетеро-

¹ По Л е н ц е раздражающим компонентом является низкая частота.

генных системах, что хорошо иллюстрируется общеизвестным опытом Э з а у (Esau). Если в конденсаторное поле поместить водно-содово-масляную эмульсию, то вода начинает кипеть тогда, когда термометр, опущенный в эмульсию, показывает интегральную температуру порядка всего 50°C . Эти же закономерности действительны и для биологических систем; так, при облучении 3-метровой волной цельной крови, сыворотки и седимента наибольший нагрев дает седимент, наименьший—сыворотка, а цельная кровь занимает некоторое среднее положение (Ш л и п х а к е). Таким образом, при облучении цельного организма эритроциты циркулирующей крови, повидимому, подвергаются совершенно иному тепловому воздействию поля УВЧ, чем та среда, в которой они взвешены. Как показали дальнейшие опыты Ш л и п х а к е, селективный тепловой эффект УВЧ различен для различных тканей. Из наиболее интересующих нас в практике тканей оказывается, что, например, 3-метровой волной больше всего нагреваются печень, жир и кость, меньше всего—мышечная ткань и кожа. Этот факт большой прозрачности кожи для силовых линий высокочастотного поля имеет чрезвычайно важное значение, ибо он обеспечивает возможность глубоких и достаточно интенсивных прогревов. Заслуживает быть отмеченным, что селективность теплового эффекта связана также с актуальной реакцией вещества и что всякие сдвиги рН в кислую сторону способствуют большему нагреву (Ф л о м м); это обстоятельство еще более усугубляется при облучении биокolloидов, ибо, как показали опыты Г о л ы ш е в о й, произведенные в нашей лаборатории, помещение сыворотки в поле УВЧ при 50 мегациклах ведет к повышению в этой сыворотке концентрации водородных ионов. Это создает известную выгоду при лечении острых воспалительных процессов, где, как известно, рН всегда сдвинут в кислую сторону; действительно, как мог отметить Э з е р и н на довольно обширном человеческом материале, прошедшем через нашу лабораторию, обычно чем интенсивнее сдвиг рН, тем более резкий нагрев ощущает больной в пределах пораженного участка.

Важное значение для количественной стороны селективного эффекта имеет и состояние облучаемого вещества, причем оказывается, что чем мельче раздроблено сухое вещество или более вязко жидкое и полужидкое вещество, тем при прочих равных условиях оно больше нагревается (М а л о в). С этим вполне вяжутся данные С л а в с к о г о и Б у р н а з а о том, что наибольший термический эффект получается на поверхностях раздела разнородных веществ. Факт повышения термического действия с увеличением степени дисперсности вещества ложится, повидимому, в основу и селективного действия УВЧ на молодые ткани—генеративные элементы (Э т т и н г е н и Х у к),

бластоматозные [Рейтер (Reiter)] и эмбриональные ткани (Голышева).

Селективное действие УВЧ является предпосылкой для совершенно нового метода локализации термопенетрационных процедур, а именно путем подбора селективно-действенной частоты, обеспечивающей возможность более или менее предпочтительного действия извне на отдельные внутренние органы, т. е. затрагивая в значительно меньшей мере окружающие и находящиеся с ними по соседству ткани.

Правда, это же самое обстоятельство в условиях того неудовлетворительного положения, в котором мы находимся сейчас в области дозировок УВЧ (о чем еще будет специально идти речь ниже), создает опасность ожогов внутренних органов вследствие отсутствия сигнала со стороны кожи, если ориентироваться, как это делают еще, к сожалению, многие авторы, исключительно на субъективные ощущения больного. Поэтому мы рассматриваем освоение одного из выгоднейших свойств УВЧ — ее селективного действия в отношении различных биологических объектов — как одну из наиболее актуальных задач изучения биодействия УВЧ.

Находящаяся в настоящее время в руках физиков разработка этого вопроса, представляющая, несомненно, большие трудности, пошла по пути вычисления селективно-действующей частоты на основе измерения диэлектрических постоянных и проводимостей различных тканей для различных частот. Родоначальником этих расчетов является Петцольд, показавший, что количество тепла, образующегося от УВЧ в несовершенном диэлектрике, каковыми являются все биологические объекты, зависит от проводимости этого диэлектрика, которая в свою очередь для условий максимального термоэффекта должна быть равной полупроизведению из частоты на диэлектрическую постоянную.

На основе своих предпосылок, используя данные о проводимостях соответствующих тканей [Крайля, Хосмер и Роуланда (Crile, Hosmer, Rowland)], а также принимая утверждение Фюрта (Fürth), что диэлектрическая постоянная их мало отличается от 85, Петцольд вычислил селективную волну для ряда биологических объектов (спинномозговая жидкость, желчь, кровь, мозговое вещество, сердце, печень и т. п.); нельзя не отдать должного данным Петцольда, что они совпадают с экспериментальными данными, например, Остертага (Ostertag), и клиническими наблюдениями Швейцера, Лакёра и Рэмци и др. о том, что более длинным волнам свойственно более диффузное действие. Однако расчеты Петцольда квалифицируются проф. В. В. Татариновым

как не учитывающие всех реальных условий облучения и могущие приводить к неправильным выводам. Т а т а р и н о в полагает, что основная ошибка расчетов П е т ц о л ь д а заключается в расчете тепловых эффектов в разных тканях при условии равенства плотности тока, что в действительности далеко не всегда имеет место, ибо возможно лишь при условии нормального расположения силовых линий поля к границе раздела тканей.

Однако было бы довольно наивным думать, как это делают П е т ц о л ь д и др., что путем вышеназванных измерений вопрос будет окончательно разрешен для живых объектов. Результаты этих безусловно интересных работ физиков будут иметь лишь относительную, я бы сказал п р е д в а р и т е л ь н у ю ценность для биологов. В самом деле, ведь животный организм не представляет собой отдельных кусочков с различными диэлектрическими постоянными, и поэтому те закономерности, которые будут выведены на основании изучения этих постоянных, вовсе не будут соответствовать в полной мере тому, что реально происходит в живом организме при облучении его УВЧ, даже в части температурных отношений. Достаточно назвать хотя бы искажающую распределение тепла роль кровообращения, а именно увоз этого тепла из центрально нагреваемых частей и отдача этого тепла через периферию. Значение кровообращения в этом отношении ярко иллюстрируется совершенно различными картинками нагрева в высокочастотном поле живых животных по сравнению с их трупами (Ш е р е ш е в с к и й и др.), что, между прочим, нашло свое применение в клинике для определения демаркационной линии при *endarteriitis obliterans* (Ф л о м м). Это—лишь один частный пример; кроме того, при любом воздействии, а значит, и при воздействии УВЧ, общая реакция организма вовсе не будет являться суммой реакций отдельных органов и систем—организм будет реагировать как целое, которое гораздо сложнее, чем предполагает П е т ц о л ь д, и которое преодолевает закономерности, устанавливаемые физикой. Однако, проявляясь все же и в своем не проявлении, эти закономерности, несомненно, послужат полезным предварительным ориентиром для производства дальнейших, более приемлемых для биолога исследований, пути и методы которых будут зависеть, конечно, от развития техники физиологического эксперимента.

Заканчивая обсуждение имеющего исключительный теоретический интерес и огромное практическое значение селективного действия УВЧ, нельзя не остановиться и на отрицательных сторонах этого эффекта. Ниже будет сказано как о бактерицидном, так и об иммунобиологическом действии УВЧ и об использовании этих действий в клинической практике. Уже из

сказанного выше можно было бы предположить а priori, что далеко не при каждой частоте обстоятельства будут складываться в выгодном для пациента направлении, так что и теоретически возможны и практически зарегистрированы такие случаи, когда эффект будет отрицательным (ухудшение). Мы пока мало слышали о таких практических примерах, но, повидимому, это зависит от излишней взаимной информации о своих успехах, которая еще, к сожалению, очень распространена среди работников по УВЧ, и недостаточной взаимной информации о своих неудачах. Во всяком случае принципиальным является наблюдение Либэзип: при облучении актиномикотического гнойного фокуса частотой 20 мг/Гц наступило резкое ухудшение процесса, а при переходе на частоту в 75 мг/Гц процесс был быстро ликвидирован.

Опасность селективного действия УВЧ в клинической практике заключается еще в том, что мы являемся сейчас свидетелями погони за селективно-действенной частотой. Однако это было хорошо, пока УВЧ пребывала в стенах лаборатории, но это стало явно недостаточным, когда она вышла за эти пределы и перешла в гораздо более ответственную обстановку клиники. Дело в том, что УВЧ не является индифферентным агентом—она обладает слишком большим деструктивным действием для того, чтобы можно было успокоиться, отыскав только максимально эффективную частоту. Для правильного практического применения УВЧ нужно знать еще и селективно-безобидную для высокодифференцированных тканей и жизненно важных органов частоту. Ибо, как, например, показал Рейтер, максимально разрушительным действием в отношении саркомы обладает частота в 88,3 мг/Гц, но, как показал Хеллер, а также Остертаг, к частотам выше 60 мг/Гц чрезвычайно чувствительна центральная нервная система. Таким образом, правильно выбранной частотой будет только такая частота, которая при достаточной терапевтической эффективности (что для ряда патологических процессов будет заключаться даже в деструктивном действии) не будет особенно пагубно влиять на остальные здоровые ткани и органы. Весьма возможно, и даже наверняка, что во многих случаях здесь придется пожертвовать максимальным лечебным действием.

В заключение этого раздела следует отметить, что большинство работ, посвященных изучению селективного действия УВЧ, использовало лишь термический эффект действия, которым, как известно и как это будет подчеркнуто еще ниже, не исчерпывается биодействие УВЧ. Однако нет пока никаких оснований думать о том, что и прочие стороны действия УВЧ лишены се-

лективного характера, как это, между прочим, и доказывается случаем Либэзи с актиномикозом, опытами Рейтера со злокачественными опухолями и Остертага — с влиянием УВЧ на терморегуляцию (определенный тип расстройств при применении определенной частоты).

3. Специфическое действие

Этот вопрос, породивший в литературе огромное количество разногласий, потребовавших значительного количества опытов, представляет, пожалуй, наиболее спорный участок проблемы, причем следует отметить, что именно в изучении этого участка биодействия УВЧ приобрели права гражданства наиболее неверные в основных положениях установки.

Значительное число исследователей придерживается точки зрения наличия специфического действия УВЧ, причем наличие такового принято признавать обыкновенно на основании того, что если воздействие УВЧ вызывает у какого-либо объекта какой-либо биологический эффект, сопровождающийся обычно большим или меньшим повышением температуры, то нагреванием такого же объекта до той же температуры обычным способом, т. е. извне (водяная баня, термостат), не достигают той же эффективности. В том же смысле понимаются и такие облучения, при которых биологический эффект наступает без заметного повышения температуры. Таким образом, под специфическим действием УВЧ понимается действие, простирающееся за пределы того действия, на которое способно то тепло, которое развивается в объекте во время облучения. Обычно это резюмируется в том смысле, что тепловой контроль не достигает эффективности термоэквивалентного облучения.

В этом плане проведено значительное количество экспериментальных работ; я остановлюсь здесь лишь на работах, посвященных влиянию специфического действия УВЧ на процессы роста и размножения; я останавливаюсь именно на этом материале потому, что вышеприведенная и являющаяся общепризнанной точка зрения на специфическое действие УВЧ оказалась, в силу ряда методических особенностей работ с ростом, особенно подчеркнутой в этих работах.

В наиболее известной и часто цитируемой работе Хаазе и Шлипкае (Haase u. Schliephake) могли показать, что при облучении стафилококковой культуры ультракороткими

волнами при температуре взвеси, не превышающей 37—40°C, бактерии погибают через 2—8 часов, чего в водяной бане, естественно, не происходит, так как данная температура является оптимальной для этих микроорганизмов. Аналогичные по своему характеру результаты, свидетельствующие о повреждающем действии УВЧ на микроорганизмы, даже при облучениях, создающих оптимальные для этих микроорганизмов температурные условия, Х а а з е и Ш л и п х а к е получили также в отношении туберкулезной палочки, негемолитического стрептококка, гонококков и т. п. Л и б э з и, В е р т х е й м и Ш о л ь ц (Liebesny, Wertheim & Scholz) подтвердили эти данные на самых разнообразных бактериях и кокках, исключая в своих опытах температурный фактор путем помещения облучаемых культур в специальную охлажденную ванну, причем в этих опытах были получены не только тормозящие, но и стимулирующие рост эффекты. Аналогичные результаты были получены в экспериментах Ф а б и а н а и Г р э м а (Fabian & Graham), работавших с культурой *bact. coli*. В этих опытах было показано, что по характеру своего действия коротковолновые облучения совпадают с действием развиваемой ими температуры, но количественно превосходят ее. Ш и м а н о в с к и й и Х и к с (Szymonowski & Hicks) отмечают задержку роста стрептококка после 18-часового облучения в условиях сохранения стабильной оптимальной температуры (обдувание культур холодным ацетоном).

Большой материал в этом же направлении получен в нашей лаборатории Г о л ы ш е в о й, работавшей с дрожжевыми культурами. Так, по свидетельству Г о л ы ш е в о й, облучения, доводящие температуру культуры до 40°, стимулируют ее рост на 11—30%, а помещение их при той же температуре на те же сроки в водяную баню не оказывает никакого эффекта. При температурах порядка 50° УВЧ тормозит рост на 80—90%, а водяная баня при тех же условиях не дает этого. Следует отметить, что Л е н ц е, Э т т и н г е н, а также в известной части Ш и м а н о в с к и й и Х и к с, не могли установить разницы в действии на микроорганизмы высокочастотного поля и соответствующего термического контроля, специальная критика чего не входит в задачи этой статьи.

Специфическое действие УВЧ было выявлено также Е л л и н е к о м (Jellinek), пользовавшимся для своих целей яйцами попугаев. Яйца, подвергавшиеся в течение длительного периода времени таким облучениям, что температура внутри них не поднималась выше 26—29°C, развивались нормально и достигали своего полного развития, в то время как контрольные яйца (нагревавшиеся до тех же температур нейтральным теплом) погибали.

Таковы факты, умножать которые не представляется необходимым и из которых видно, что в вопросе о том, специфично или не специфично действие УВЧ, полного единогласия пока еще не достигнуто, хотя, как уже сказано, большинство исследователей признает за УВЧ наличие такого действия.

Я хочу здесь подчеркнуть те причины, которые с моей точки зрения лежат в основе существующих разногласий, и оттенить правильный смысл термина «специфическое действие УВЧ».

С моей точки зрения разногласия основаны на том, что за специфическое действие принимается не совсем то, что должно приниматься на самом деле. Наличие специфического действия УВЧ признается на основании того, что нагревание любыми другими способами не дает того эффекта, который получается при нагревании того же объекта до той же температуры в высокочастотном поле. Вот в этих четырех словах «до той же температуры» и кроется слабая сторона этой распространенной концепции.

Из изложенного в предыдущем разделе с несомненной очевидностью следует, что УВЧ свойственно селективное действие, заключающееся в том, что различные вещества при прочих равных условиях нагреваются в конденсаторном поле совершенно различно. Отсюда следует, что применение температурного контроля для выявления некоего действия УВЧ, простирающегося за пределы действия той температуры, до которой УВЧ нагревает исследуемый объект, имеет известный смысл лишь при работе с гомогенными диэлектриками. Любой же гетерогенный диэлектрик столь различно нагревается в различных своих точках, что искать специфическое действие вставленным внутрь этого объекта каким-либо термоизмерительным прибором, конечно, бессмысленно, ибо получающаяся при этом некая интегральная температура ничего не говорит о том, как она на самом деле распределяется в объекте, т. е. в какой мере в «термоэквивалентном» контроле создаются действительно те же отношения. Чрезвычайно показателен в этом отношении приведенный выше опыт Эзау. Еще хуже обстоит дело при работе с живыми организмами, когда еще сложнее создавать те же отношения в контрольном опыте. Легко понять, что здесь вмешивается не только факт особого распределения нагрева, но и факт различной реакции со стороны всего организма на различное распределение тепла внутри него.

Приведенные факты делают совершенно беспредметной постановку тепловых контролей в любых работах с гетерогенными системами, а тем более с высокоорганизованными объектами,

если пытаться таким путем выявить вне-тепловое действие. Несмотря на совершенную ясность этих положений, такие ошибки были допущены авторитетными работниками, что, естественно, и привело к определенным разногласиям.

Несколько иным (а по сути дела тем же) путем подходит к выявлению специфичности действия УВЧ другая часть исследователей [Либэзни, Хальфен и Оклэр (Halphen et Auclair), Зайдман и Штуль (Saidman et Stuhl и др.)]. Для выявления специфичности действия они рекомендуют пользоваться такими условиями облучений (мощность, продолжительность экспозиции), которые еще не дают заметных повышений температуры объекта. Поскольку в указаниях Либэзни и др. речь идет о живых объектах (в частности сам Либэзни рекомендует это правило и для руководства в клинической практике), то мы имеем здесь пример тех же ошибок, о которых шла речь выше. В самом деле, отсутствие заметного общего повышения температуры объекта еще вовсе не исключает того, что отдельные ткани, клетки или ядра клеток уже не подверглись некоторому нагреву и что происшедшие вследствие такого облучения изменения функции целого не являются результатом этого термического действия УВЧ¹.

Невозможность подметить в большинстве случаев биодействия УВЧ специфического характера его еще вовсе не снижает этот агент до степени простого нагревания, хотя бы уже потому, что ни при одном нагревающим факторе не происходит такого распределения тепла внутри объекта, как при УВЧ. В самом деле, совершенно безразлично, погибает ли бактериальная культура под действием УВЧ, в то время как температура питательной среды остается оптимальной для данной культуры, оттого, что УВЧ каким-то неизвестным пока образом убивает эту культуру, или оттого, что тела бактерий резко перегреваются, несмотря на малый нагрев среды, благодаря качественной своеобразности термоэффекта УВЧ. И в том и в другом случае мы будем иметь резкое бактерицидное действие, не свойственное другим агентам.

Сказанное, однако, ни в какой мере не говорит о том, что если нет возможности измерять температуру во всех точках сложнейших гетерогенных систем, то это означает ненужность

¹ Читатель не должен думать, что мы отрицаем необходимость измерения температуры при облучении живых объектов. Наоборот, мы требуем этого во всех случаях, но не для размежевания термоэффекта и специфического действия, а при дозировании процедур; однако вопросы дозировки не входят в рамки этой статьи. Заметим лишь, что дозиметрия УВЧ при облучении живых объектов не сводится только к измерению температуры последних и что эти измерения имеют лишь известное ориентирующее значение.

температурных контролей при работе с такими системами и что специфичность действия не может быть выявлена. Отнюдь нет— и температурный контроль нужен, и специфичность действия может быть выявлена, но только надо иметь правильные представления как о том, что такое специфическое действие, так и о том, что дает температурный контроль.

Нужно понимать, что то, что выявляется обычно так называемыми тепловыми контролями¹, не представляет собой специфического действия в общепринятом для УВЧ смысле слова, а есть выявление результатов характерного для УВЧ селективного термического действия, которое должно быть поэтому названо термоселективным эффектом (или действием) УВЧ.

Специфическое же действие в смысле действия экстратермического (вследствие технической невозможности отмежеваться от термоэффекта) может быть выявлено на биологических объектах пока лишь там, где эффект УВЧ расходится с действием, характерным для тепла.

Это специфическое действие УВЧ, предполагаемое и наиболее принятой теорией механизма действия УВЧ Дебая (Debye), уже давно проглядывало в отдельных экспериментах. Так, изменения актуальной реакции коллоидов (Фломм, Голышев) и степени дисперсности их [Рэкснагель (Resknagel)], наступающие под действием УВЧ при средних интегральных температурах, а также наблюдения Рапортта в нашей лаборатории, свидетельствующие о возможности влияния УВЧ на скорость оседания эритроцитов при облучении крови *in vitro*,— все это заставляет подозревать наличие сверхтеплого действия УВЧ. Можно идти еще дальше и зачислить в пользу специфичности действия УВЧ еще и тот момент, что при нагревании в высокочастотном поле тепло образуется внутри объекта, а при всех прочих способах нагрева оно подвозится к нему извне, т. е. в одном случае мы имеем дело с превращением внутри объекта одного вида энергии в другой (электрической в тепловую), а во втором этого нет. Однако мы эту сторону дела неособенно подчеркиваем, ибо пока еще неизвестно, в какой мере образование тепла биологически отлично от подвоза тепла.

Существенный материал в пользу наличия специфического действия был получен пока на небольшом числе примеров. Классическим примером в этом отношении принято считать работу

¹ Во избежание повторения уже имевших место терминологических недоразумений с физиками автор еще раз разъясняет, что под словами «тепловой контроль» биологи понимают не контроль (гесп. измерение) образующегося в опытном объекте тепла, а нагревание контрольного объекта теплом извне до той же общей температуры, до которой нагрелся опытный объект в конденсаторном поле.

О д и а (Audiat), который, действуя короткими волнами на нервно-мышечный препарат лягушки, получил понижение реобазы, т. е. обратное тому, что имеет место при обычном нагревании.

Однако мы по ряду причин, подробно освещенных в работе Р е з н и к о в о й, скептически относимся к этим выводам О д и а и считаем необходимым пока что сбросить работу последнего с актива специфического действия УВЧ. Э т т и н г е н и Ш у л ь ц е наблюдали под действием УВЧ нейтрофильный лейкоцитоз с относительной лимфопенией (эти данные были подтверждены нашей сотрудницей А н д р и я ш е в о й); гипертермия же по Р о в и д ж и характеризуется диаметрально противоположными изменениями лейкоцитарных кривых.

Действительно показательными в этом отношении являются с моей точки зрения лишь эксперименты Ф л о м м а и Л а в р е н т ь е в а.

Ф л о м м, воздействуя УВЧ на сердце лягушки, получил отрицательный хронотропный и инотропный эффекты. Л а в р е н т ь е в также наблюдал замедление сердечной деятельности под влиянием УВЧ, т. е. явление, совершенно обратное тому, что наблюдается при повышении температуры.

В своей последней монографии Л и б э з н и сообщил о своих наблюдениях, вполне совпадающих с этими положениями. Пока только этими фактами наличие специфического действия УВЧ в вышеназванном смысле является действительно подкрепленным. В большинстве же других случаев специфическое действие УВЧ маскируется термоселективным эффектом. Я не являюсь ни автором, ни защитником термина «специфическое действие УВЧ» как обязательного противопоставления этого действия термоселективному эффекту УВЧ, ибо ведь и на термоселективном эффекте безусловно лежит печать специфичности, что, между прочим, подчеркивается некоторыми физиками (Т а т а р и н о в, К у г у ш е в).

В таком случае можно было бы говорить еще о специфическом действии УВЧ в широком смысле этого слова (внетепловое действие + тесно переплетающийся с ним термоселективный эффект) и о специфическом действии УВЧ в строгом смысле этого слова (внетепловое действие).

Однако я не вижу никакой необходимости в таких терминологических усложнениях и предлагаю пользоваться следующими определениями: специфическое действие УВЧ может заключаться как в термоселективном эффекте, так и в экстратермическом действии (которое, между прочим, само тоже может быть селективным). Рас-

пространение же термина «специфичность» только на экстра-термический компонент действия УВЧ я считаю неверным ни формально, ни по существу.

Трудность получения доказательств наличия экстра-термического действия УВЧ на биообъектах в значительной мере основана на том, что до сих пор еще не постарались получить доказательства наличия этого действия на более элементарных моделях—на неорганических системах; в этих системах для выявления экстра-термического действия УВЧ нет нужды искать реакций, обратных тепловым, ибо в ряде случаев значение теплового компонента может быть легко учтено и даже прямо подсчитано. Особенно хорошей моделью для таких работ может служить анионический катализ.

Единственную известную нам работу в этом направлении, подтверждающую наличие специфического действия УВЧ, опубликовал Изар (Izar), использовав каталитическое действие электролитической меди. Сотрудник нашей лаборатории Братковский получил то же самое на золе платины, изучив подробнейшим образом весь ход реакции (разложение H_2O_2) при различных условиях облучения; я не останавливаюсь подробно на этих интереснейших и имеющих основное принципиальное значение для оценки механизма действия УВЧ исследованиях, потому что они являются предметом специальной статьи; отмечу лишь, что Братковскому удалось получить резкое торможение реакции в таких условиях, где температурный момент, во-первых, не имеет места, а во-вторых, не может иметь значения.

4. Фазность действия

При несколько более подробном анализе результатов цитированных выше работ, свидетельствующих о наличии селективного действия УВЧ, легко выявляются интересные количественно-качественные закономерности.

Так, в опытах Эттингена с крессом и бобовыми оказалось, что при облучении объекта в течение 5 минут наступает резкое усиление роста, а при 10-минутном воздействии рост резко замедляется. Аналогичные результаты получили с *bact. coli* Фабиан и Грэм. Облучение при силе тока, равной во вторичном контуре 0,08 ампер, вызывает стимуляцию роста, а при силе тока, равной 0,8 ампер,—торможение его. Более подробно это было показано в нашей лаборатории Голышевой, облучавшей дрожжевую культуру при одинаковой силе поля, но с разными экспозициями; при этом оказалось, что короткие экспозиции способствуют росту культур, а длинные—

тормозят его. Интересно отметить, что не только рост, но и сбраживающая способность дрожжей совершенно так же реагирует на воздействие разной интенсивности, как показали опыты Э т т и н г е н а: при слабых облучениях наступает стимуляция брожения, а при сильных—его торможение.

Те же отношения были продемонстрированы Г о л ы ш е в о й на гораздо более высокоорганизованном тест-объекте—на белой мыши. Г о л ы ш е в а использовала для изучения фазности действия изменения роста, причем оказалось, что при облучении молодых объектов слабыми дозами наступает стимуляция роста, а при пользовании сильными дозами—торможение его.

Совершенно естественно после всего этого было искать фазности действия УВЧ и в ее влиянии на обмен веществ, что и было выполнено в биохимической лаборатории нашего отдела. Фазность действия особенно отчетливо была показана на азотистом метаболизме (опыты Б р а т к о в с к о г о), а именно: при малых дозах обнаружено усиленное выделение азота мочи за сутки; при относительно больших дозах—обратный эффект—резкое уменьшение суточного количества азота мочи. То же самое подтверждено на окислительном коэффициенте М ю л л е р а (Müller); относительно слабые дозы повышают коэффициент, относительно сильные дозы дают, наоборот, понижение коэффициента (опыты Б р а т к о в с к о г о). Наконец, фазность действия УВЧ показана А й з и к о в и ч е м и на основном обмене.

Кроме того, А с т а н и н, А й з и к о в и ч, Л я л и н а и У с и е в и ч могли констатировать эту закономерность на холерезе и диурезе (усиление при применении слабых воздействий и угнетение в первый период с последующим повышением указанных процессов при сильных дозах).

Таким образом, мы являемся свидетелями совершенно несомненной фазности действия УВЧ, отчетливо выявленной на самых разнообразных объектах, и закон А р н д т - Ш у л ь ц а обогащается, таким образом, еще целым рядом примеров, связываясь с совершенно новым биологическим агентом. Естественно, что эта фазность действия чрезвычайно расширяет как экспериментальные, так и лечебные возможности УВЧ. Используя эту особенность действия УВЧ, ею можно не только вызывать противоположные по своему направлению процессы в эксперименте, но и воздействовать на противоположные по своему направлению процессы в клинике. Именно теперь становится понятным, почему УВЧ дает хороший эффект и при острых воспалительных процессах, где диссимиляторные процессы уже резко повышены, и при хронических, где повышение диссимиляторных процессов в большинстве случаев составляет цель вмешательства.

Установление факта фазности действия с особенной настойчивостью ставит вопрос о дозиметрии УВЧ. И здесь мы должны совершенно откровенно сознаться, что коротковолновый генератор переехал в клинику и даже завоевал себе там отчетливые права задолго до того, как продуцируемую им энергию научились мерить; **П о р г э с** (Porges) вполне прав, когда говорит, что в смысле дозировок УВЧ находится сейчас в таком же положении, в каком рентгеновы лучи находились 30 лет назад. Такое безусловно недопустимое положение в основном обязано своим происхождением большим техническим трудностям этого дела, но нельзя обойти молчаньем и того факта, что на данную сторону дела обращалось незаслуженно мало внимания; даже такой авторитетный автор, как **Л и б э з н и**, пользуется для дозировки субъективными термоощущениями больного. Не говоря уже о том, что при таких методах работы, вследствие большой прозрачности для УВЧ кожных покровов, чрезвычайно возрастает опасность внутренних ожогов и повреждений, нельзя не признать такое безразличие к вопросам дозиметрии УВЧ не чем иным, как отображением ненаучности в эксперименте и фельдшеризма в медицинской практике.

Фазность действия УВЧ во много раз повышает опасность плохих дозировок, особенно учитывая то обстоятельство, что УВЧ показана и широко используется при острых воспалительных процессах не только внешне расположенных частей, но даже и внутренних органов [например, при аднекситах—сравн. **Д е д е р л е й н** (Döderlein), **Р а а б**, **Р ы в л и н** и др.]. В самом деле, учитывая наличие описанного выше стимулирующего действия УВЧ на рост микроорганизмов, можно соответствующими дозами резко стимулировать процесс, о чем свидетельствует и самонаблюдение автора, испытавшего опасность слишком малых доз при лечении абсцессов. Правда, современная патофизиология в борьбе макро- и микроорганизма не признает за поведением последнего ведущего значения, однако и не относится к этому поведению совершенно безразлично; но даже и оставляя в стороне влияние УВЧ на микроорганизмы, мы не снимаем опасности с плохо дозированной аппликации. Так, сотрудники проф. **С перанского** **П о н о м а р е в** и **К а м б а р о в а** могли показать в нашем отделе, что УВЧ оказывает резкое влияние на процессы выработки специфических антител. То же самое было показано **И о р н с о м** (Jorns) в отношении фагоцитарной способности лейкоцитов, причем здесь также было выявлено наличие не только стимулирующих, но и резко угнетающих доз.

Если добавить к сказанному, что **Р э к н а г е л е м** продемонстрировано влияние УВЧ на степень дисперсности биокolloидов, что в свою очередь не безразлично для иммунобио-

логических процессов, то опасность применения УВЧ при острых воспалениях (а это пока их главный козырь в клинике) должна быть признана по меньшей мере технически неогражденной.

В нашем отделе ведутся теоретические исследования и эксперименты в направлении техники дозировок УВЧ на основе определения электротермическим эквивалентом количества ватт, непосредственно отдаваемых облучаемому объекту (Т а т а р и н о в, Б е л п ц к а я). Однако этим дело, конечно, не может ограничиться, и следует лишний раз подчеркнуть, что, учитывая весь приведенный выше материал, мы должны отнести УВЧ до освоения и повсеместного распространения более или менее точной ее дозировки к методам н е б е з о п а с н ы м.

5. Последствия

Несмотря на значительное количество конкретного материала, свидетельствующего о несомненном наличии последствий УВЧ, эта сторона до сих пор остается не только не оцененной в своей практической значимости, но вообще оказалась совершенно незамеченной и как бы не имеющей даже теоретического интереса. А между тем, факты диктуют необходимость совершенно иного отношения к этой особенности биодействия УВЧ.

Уже в старых работах Ш л и п х а к е, О с т е р т а г а, а также Ш т р а с с б у р г е р а (Strassburger), посвященных влиянию УВЧ на терморегуляцию, было замечено, что расстройства последней возникают в некоторых (и далеко не редких) случаях не сразу при включении поля и даже не в течение пребывания облучаемого животного в поле, а начинаются спустя несколько часов после окончания процедур, достигают затем значительных степеней и держатся в течение нескольких недель, даже месяцев, после чего все может снова возвратиться к норме. Не менее интересные факты в интересующем нас здесь направлении были получены при изучении гистологических изменений тканей у животных, подвергавшихся хроническим облучениям небольшой интенсивности; оказалось, что те структурные нарушения, которые образуются во внутренних органах под действием УВЧ, начинаются не сразу, но вскоре после воздействия, и интенсивность их увеличивается при прочих равных условиях с увеличением времени, протекшего между первым облучением и взятием материала на исследование [Э т т и н г е н и Х у к, Б о л д у и н и Д о н д а л (Baldwin a. Dondale) и др.].

М е ц ц а д р о л и и В а р е т о н (Mezzadrolie Vareton) могли показать, что облучение личинок шелковичных червей

дает спустя значительные промежутки времени более мощный кокон.

Далее, опытами Эттингена и Шульце-Ройхофа, подтвержденными в известной мере и в нашем отделе Андрияшевой, было выявлено, что наступающие под действием УВЧ изменения белой крови держатся еще некоторое время после выключения поля и сплошь и рядом возвращаются к норме лишь через сутки. Наконец, на клиническом материале Хинзи (Hinsie) мог заметить, что создаваемые электропирексией изменения спинномозговой жидкости у прогрессивных паралитиков держатся в течение нескольких недель и даже месяцев.

В нашем отделе был получен ряд фактов, особенно отчетливо выявляющих наличие последствий УВЧ. Не говоря уже о многократно описанных в литературе и наблюдавшихся также сотрудниками нашей лаборатории (Голышева, Андрияшева, Айзикович) трофических изменениях у белых мышей (изъязвления, мумификация, отторжение ушей, хвостов и т. п.), наступающих через несколько дней после облучения, Резникова на чрезвычайно тонком феномене—хронаксии и реобазе мышцы—получила не только изменения этих величин в высокочастотном поле, но и их задержку, а в единичных случаях даже нарастание абсолютных значений изменений после выключения поля с последующим переходом в медленное восстановление.

Другой сотрудник нашей лаборатории, Братковский, изучавший изменения окислительных процессов под действием УВЧ, мог установить, что те изменения, которые наступают у опытных животных в результате их чрезвычайно кратковременного облучения, не только держатся, но и развиваются в течение некоторого, иногда довольно продолжительного отрезка времени.

Аналогичные картины получены Елисейевой в отношении гликемических картин и Айзиковичем в отношении холереза.

Наконец, наиболее интересный и показательный в разбираемом нами здесь направлении материал получил проф. Б. И. Лаврентьев, изучавший со своим сотрудником Федоровым влияние УВЧ на сердечные синапсы. Ему удалось показать, что уже весьма кратковременные облучения (порядка 10—15 секунд) в поле сравнительно небольшой интенсивности вызывают структурные изменения синапсов: их «желатинизацию». В этих опытах последствие можно было наблюдать *ad oculos*: синапсы и после выключения поля делались все более и более отчетливыми, т. е. «желатинизация» прогрессировала.

Чрезвычайно важно отметить, что в этих опытах был зарегистрирован и функциональный эквивалент этих изменений — наступало отчетливое замедление сердечного темпа, прогрессировавшее вместе со структурными изменениями и возвращавшееся к норме в тех случаях, где «желатинизация» синапсов была реверзибельна; последнее обстоятельство характерно для коротких экспозиций.

В случаях сильных доз структурные изменения становились необратимыми, что, естественно отображалось и на сердечном темпе.

Последствие УВЧ, так же как и разобранные выше другие ее особенности, имеет как положительную, так и отрицательную (опасную в клинической практике) сторону. Возможность выгодного использования этого феномена предсказывается целым рядом примеров; показано, например, что УВЧ в эксперименте обладает столь резким сосудорасширяющим действием, что даже адреналин теряет в отношении облученных сосудов свое действие (Ф л о м м), причем это сохраняется в течение известного отрезка времени. Описанный феномен имеет и свой клинический эквивалент, ибо известно, например, что при ангиоспастических состояниях (начальные стадии облитерирующего эндоартериита и грудной жабы, болезнь Рэйно и т. п.) коротковолновые облучения дают весьма ободряющий терапевтический эффект (Л и б э з н и, Р а а б, Ш в е й ц е р, Л а с т, Х а л ь ф э н и О к л э р и др.). Ясно, что в этом плане было бы чрезвычайно интересным удлинить последствие УВЧ, может быть даже ассоциируя к ней вегетативно-действующие фармакоагенты.

Другой пример того же порядка из практики нашего отдела: проф. А с т а н и н, А й з и к о в и ч и У с и е в и ч установили на фистульных собаках, что УВЧ повышает холерез с длительным последствием, а К а р а п е т я н еще до них установил наличие такого же последствия и при диатермии. Однако то последствие, которое К а р а п е т я н (Ленинградский физиотерапевтический институт) получил в результате многонедельной диатермии, А с т а н и н и сотрудники имели после однократного воздействия УВЧ. Нас не занимает здесь сравнение ценности обоих методов, но мы подчеркиваем, однако, что длительное последствие, свойственное УВЧ, должно быть изучено и использовано.

Опасная сторона последствия заключается в том, что в связи с переездом коротковолнового генератора из экспериментальной лаборатории в клинику и даже в амбулаторию возможны тяжелые последствия при недостаточно внимательном и главное недостаточно продолжительном прослеживании пациента. При этом сроки здесь должны быть весьма длительными.

Правда, клиническая литература не дает пока столь грозных примеров, но это не может, конечно, характеризовать истинного положения вещей, и я думаю, что можно с полным правом утверждать, что изложенные в этой статье факты обязывают к самому срочному изучению вредных сторон последствия УВЧ, а пока это еще не сделано—к самой сугубой осторожности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schliephake E., Kurzwellentherapie, Jena, Gustav Fischer 1935.—2. Pflomm E., Arch. f. klin. Chirurgie, 166, 251, 1931.—3. Рывлин Л. С., см. этот сборник.—4. Schweitzer G., Med. Welt, S. 117, 158, 1934.—5. Last E., Wien. med. Wschr., S. 1288, 1933.—6. Liebesny P., Kurz- und Ultrakurzwellen Biologie und Therapie, Berlin u. Wien, Urban u. Schwarzenberg, 1935.—7. Laqueur u. Remzi R., Med. Welt, № 22, S. 767, 1933.—8. Kowarschik, Kurzwellentherapie, Wien, J. Springer, 1936.—9. Heller R., Zt. ges. exp. Med., 83, 299, 1932.—10. Albrecht W., Zt. ges. exp. Med., 93, 816, 1934.—11. Raab E., Fortschr. Ther., 10, 234, 1934.—12. Oettingen K., Gundel M., Hook H. u. Schultze-Rohnhof Fr., Strahlenther., 41, 251, 1931.—13. Knorre u. Johannes, цит. по Pflomm, Arch. f. klin. Chir., 166, 251, 1931.—14. Календаров Г. С., Арх. биол. наук, 35(A), 113, 1934.—15. Whitney W. R., Gen. El. Rev., 35, 410, 1932.—16. Bell W. H. u. Fergusson D., Arch. of Phys. Ther., 12, 477, 1931.—17. Heinrich R., Elektrotechn. Ztschr., 50, 1088, 1929.—18. Lentze G. A., Ztbl. f. Bakteriologie, 126, 508, 1932.—19. Татаринов В. В., Журн. эксп. и теор. физики, 5, 533, 1935.—20. Pätzold I., Strahlenther., 45, 645, 1932.—21. Esau A., Elektrotechn. Ztschr., 47, 321, 1926.—22. Голышева К. П., см. этот сборник.—23. Малов Н. Н., Курорт. и физиот., 1, 114 (1931).—24. Славский Г. М. и Бурназ Л. С., Бюлл. Сечен. инст., № 6/7, 294, 1933.—25. Reiter T., Deutsch. Med. Wschr., 59, 160, 1933.—26. Голышева К. П. и Андрияшева Н. М., см. статью в этом сборнике.—27. Crile, Hosmer a. Rowland, Amer. Journ. Physiol., 60, 59, 1922.—28. Hosmer H., Science, 68, 325, 1928.—29. Fürt R., Ann. d. Phys., 70, 77, 1923.—30. Ostertag B., Deut. Med. Wschr., 58, 1240, 1932.—31. Schereschewsky J. W., Publ. Health. Rep., 48, 844, 1933.—32. Haase W. u. Schliephake E., Strahlenther., 40, 133, 1931.—33. Liebesny P., Wertheim H. u. Scholz H., Klin. Wschr., 12, 141, 1933.—34. Fabian F. W. u. Graham H. T., Journ. Inf. Dis., 53, 76, 1933.—35. Szymanski W. a. Hicks R., Journ. Inf. Dis., 50, 1, 1932.—36. Голышева К. П., см. этот сборник.—37. Jellinek S., C. R. Ac. Sc., 196, 1149, 1933.—38. Halphen et Auclair, Ann. Inst. Actinol., 7, 199 (1932).—39. Saidman J. et Stuhl L., Bull. Soc. Fr. Elec. Radiol., № 1, 38, 1932.—40. Audiat I., C. R. Soc. Biol., 110, 877, 1932.—41. Резникова Л. О., см. этот сборник.—42. Лаврентьев Б. И. и Федоров Б. Г., см. этот сборник.—43. Izar G. et Moretti P., Riforma Med., 50, 83, 1934.—44. Братковский Р. Е., см. этот сборник.—45. Айзикович Е. А., см. этот сборник.—46. Porges H., Ztbl. f. Gynäk., 18, 1057, 1934.—47. Döderlein G., Deut. med. Wschr., S. 1269, 1932.—48. Пономарев и Камбарова О. И., см. этот сборник.—49. Johns G., Bruns' Beitr. z. klin. Chir., 152, 31, 1931.—50. Татаринов В. В. и Белицкая Ф. С., см. этот сборник.—51. Strassburger A. u. Schliephake E., Arch. f. exper. Path. u. Pharm.,

177, 1, 1934.—52. Baldwin W. a. Dondale M., Proc. Soc. exp. Biol. a. Med., 27, 65, 1929.—53. Mezzadrolì G. o Varetton E., Atti d. Accad. d. Lincei, 12, 173, 1930.—54. Hinsie L. E. a. B l a l o c k J. B., Psychiatr. Quart., 6, 206, 1932.—55. Френкель Г. Л., Физиотер. и курортол., № 5, 1936.—56. Френкель, Г. Л., Доклад на I Ленинградской конференции по УКВ (1936).

ВЛИЯНИЕ УВЧ НА ХРОНАКСИЮ ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТОЙ МЫШЦЫ ЛЯГУШКИ¹

Л. О. Резникова

Вопрос о действии ультравысокой электрической частоты (УВЧ) на основные физиологические процессы почти совершенно не разработан, несмотря на то, что он имеет большое и теоретическое и практическое значение. Мы поставили своей задачей исследовать изменения возбудимости тканей—в первую очередь поперечнополосатой мышцы—с помощью метода хронаксии, предложенного в 1909 г. Л а п и к о м (Louis Lapicque). Как известно, Л а п и к установил зависимость между силой порогового раздражителя и длительностью его действия. Чем короче время пропускания постоянного тока через объект, тем больше нужно усилить напряжение тока для вызова порогового эффекта, и, наоборот, с уменьшением напряжения тока, пропускаемого в объект, нужно удлинить время его прохождения. Эта обратно пропорциональная зависимость между силой и длительностью тока имеет место только в определенных пределах. Для измерения возбудимости ткани определяют то напряжение тока в вольтах, которое, независимо от времени его действия, дает пороговый эффект (реобаза). Затем находят то минимальное время, которое при силе тока в две реобазы дает пороговое раздражение (хронаксия).

По вопросу о действии поля высокой частоты на возбудимость нервно-мышечного препарата нам известны только 2 работы и указание на 3-ю работу, которая в печати не появилась. Основной работой в этой области является исследование О д и а (Audiat) на *ischiadicus gastrocnemius* лягушки. Свою работу он поставил с целью выяснить, имеется ли специфический эффект (в строгом смысле этого слова—см. статью Г. Л. Френкеля) в действии поля высокой частоты, или здесь имеет

¹ Из физико-физиологического отделения (зав.—проф. П. С. Купалов) отдела колебательной физики ВИЭМ.

место чисто термический эффект. О д и а применял три типа генераторов: диатермический контур д'Арсонваля, дающий затухающие волны в 400 м, двухламповый генератор незатухающих волн длиной в 400 м и коротковолновый ламповый передатчик 10-метровых волн. Методика О д и а была такова: в стеклянный бак с парафинированным дном наливался рингеровский раствор. В этот сосуд подвешивался нервно-мышечный препарат и целиком покрывался жидкостью. Температура регистрировалась ртутным термометром, помещенным в жидкость на уровне погруженного нерва. Для того чтобы сохранить тесный контакт между электродами и нервом, последний обворачивался вокруг электродов. Нерв раздражался непосредственно в жидкости. В поле высокой частоты помещался сосуд с нервно-мышечным препаратом. Одновременно с работой генератора и облучением объекта работала другая система приборов для определения возбудимости ткани. Из м е р е н и е х р о н а к с и и О д и а не производил, так как изменения реобазы были настолько кратковременными, что он не успевал этого сделать. В процессе облучения реобаза кратковременно понижалась. С выключением же генератора величина реобазы повышалась, причем это повышение было более продолжительным, чем понижение при облучении. Так как обычное тепло повышает реобазу, а О д и а получал в процессе облучения кратковременное понижение, то он в этом усматривает специфическое действие поля высокой частоты. В своем заключении О д и а говорит об одинаковом действии на возбудимость нерва затухающих и незатухающих волн в 400 м и коротких волн в 10 м.

Вторая работа, сделанная в этой же области Д е л е р м о м и Ф и ш г о л ь д о м (Delherm et Fischgold), касается нервно-мышечного аппарата человека. К сожалению, в их работе ничего не сказано о методике постановки опытов. Эти авторы подтверждают данные О д и а о равном действии диатермических и коротких волн на нервно-мышечную возбудимость человека. Наконец, мы нашли указание на работу К н о р р е и И о х а н н е с (Knorре и Johannes) (цит. по Фломму, отдельно в печати не появилась), которые также вели определение хронаксии на людях. Они нашли, что понижение хронаксии мышц под воздействием коротких волн держалось в течение 2 недель.

Методика и экспериментальная часть

Для определения возбудимости мышцы мы вначале испытали несколько способов - втыкание в мышцу игольчатых электродов, применение манилярного электрода Л а п и к а, методика Rushton'a, но все это оказалось мало пригодным, и мы перешли на работу с излагаемой ниже методикой.

Наши опыты мы производили на изолированной портняжной мышце лягушки. Начав опыты с икроножной мышцы, мы от нее вскоре отказались, так как вследствие толщины объекта имеется недостаточное снабжение его кислородом, и в связи с этим происходит быстрое накопление молочной кислоты, мешающей опыту.

Отпрепарованная мышца лягушки около 1 часа находилась в рингеровском растворе, после чего переносилась в стеклянный сосуд с парафинированным дном, наполненный рингеровской жидкостью. За две петли, сделанные на концах мышцы из простых ниток, она (мышца) погружалась в жидкость и подвешивалась в вертикальном положении между 2 стеклян-

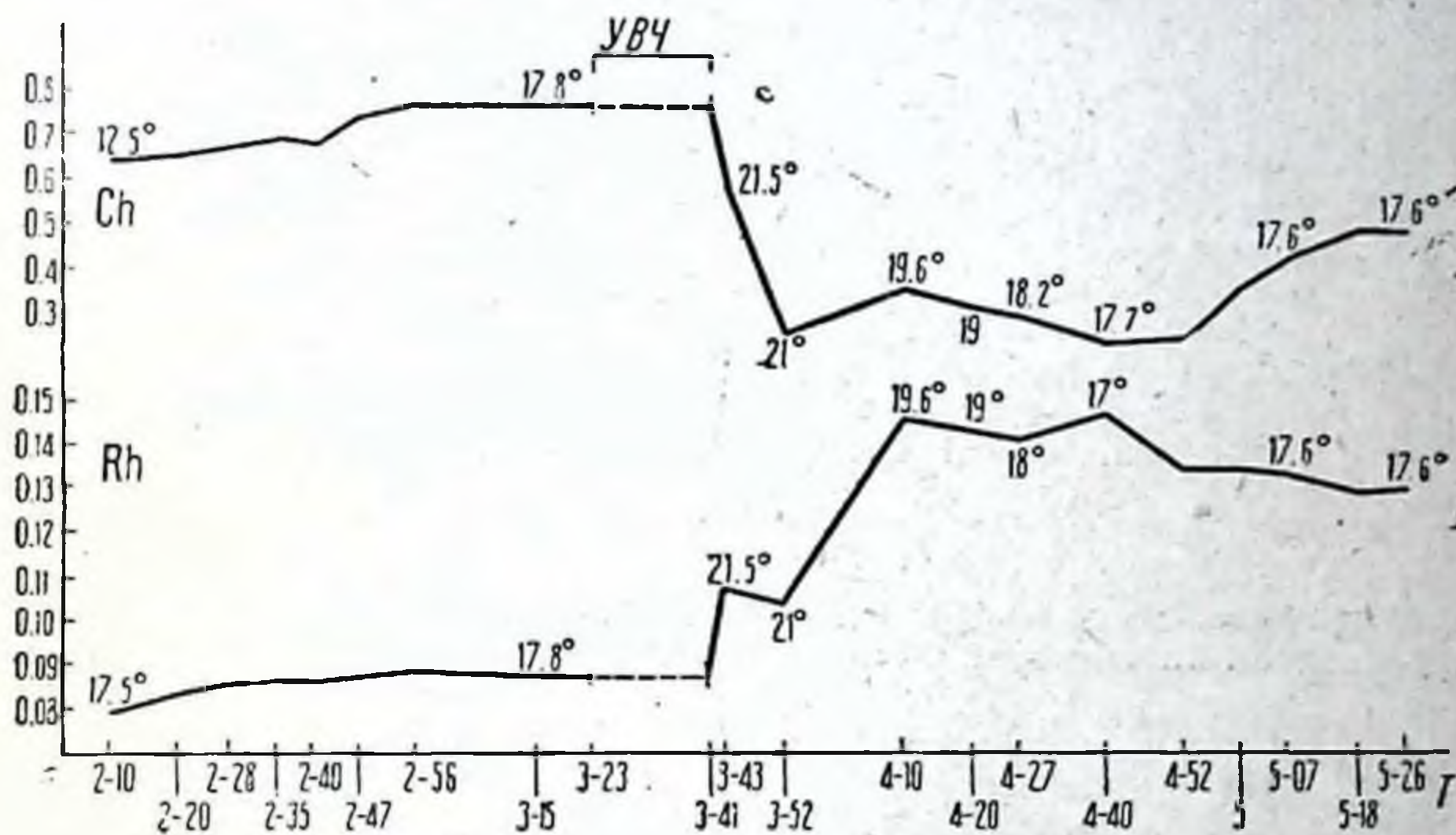


Рис. 78.

ными крючками, расстояние между которыми могло изменяться таким образом, чтобы верхний (аневральный) край мышцы выступал на 2—3 мм из жидкости. К этому краю за нитку прикреплялся серебряный электрод, служивший катодом: широкий же анод погружался в рингеровскую жидкость всегда на одном и том же расстоянии от катода. Раздражающий ток проходил через рингеровскую жидкость, мышцу и нитку, смоченную рингером.

Для определения реобазы мы пользовались батареей аккумуляторов в 10 V; дозировали вольтаж через потенциометр системы Р а п п с а. Для определения времени прохождения тока удвоенной реобазы (хронаксии) мы пользовались конденсаторным способом.

Опыт начинался с повторного (каждые 5—15 минут) определения в течение 20—60 минут нормальной реобазы и хронаксии. Нитка и верхний конец мышцы периодически смачивались и удерживались по возможности в состоянии одинаковой влажности (смачивались через равные промежутки времени). Когда хронаксия и реобаза становились устойчивыми, мы переносили объект для его облучения в поле УВЧ, для чего электроды вынимались из сосуда (во избежание искажения поля) и к сосуду прибавлялось точно измеренное количество рингеровской жидкости для полного погружения мышцы в раствор.

В качестве источника УВЧ мы пользовались двухламповым генератором типа ВИЭМ-5 (см. статью А н д р е е в а); для измерения интенсивности воздействия служил третичный измерительный контур с тепловым амперметром (подробно о конструкции и пользовании им см. у У ш и н с к о й).

Стеклянный сосуд с мышцей помещался между пластинами конденсатора размером 10,2—14,5 см, находившимися на расстоянии 8—15 см.

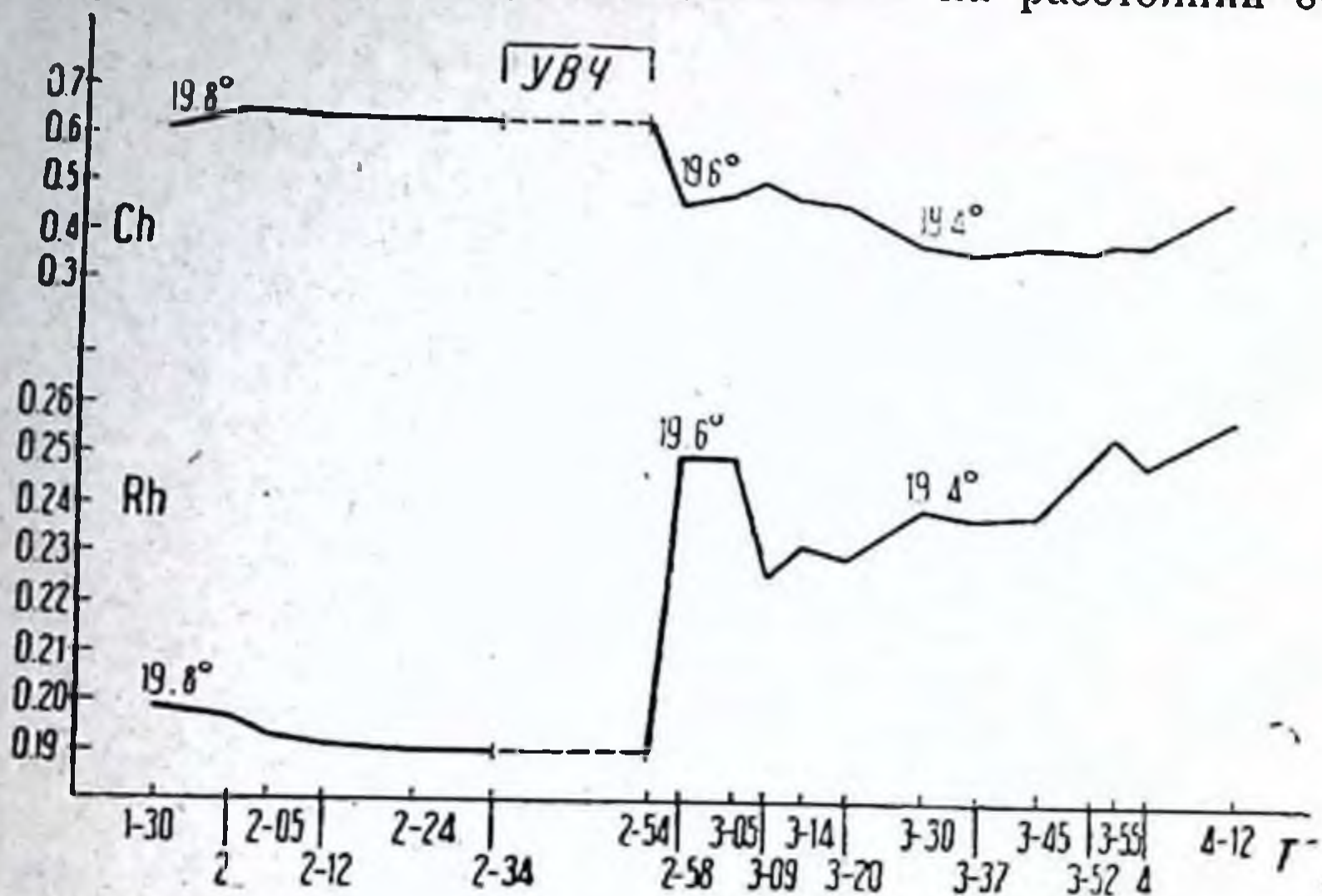


Рис. 79.

друг от друга. Подаваемая мощность не превышала 0,5 kW; свои опыты мы производили на частоте в 50 мегагерц. Термометр, установленный в жид-

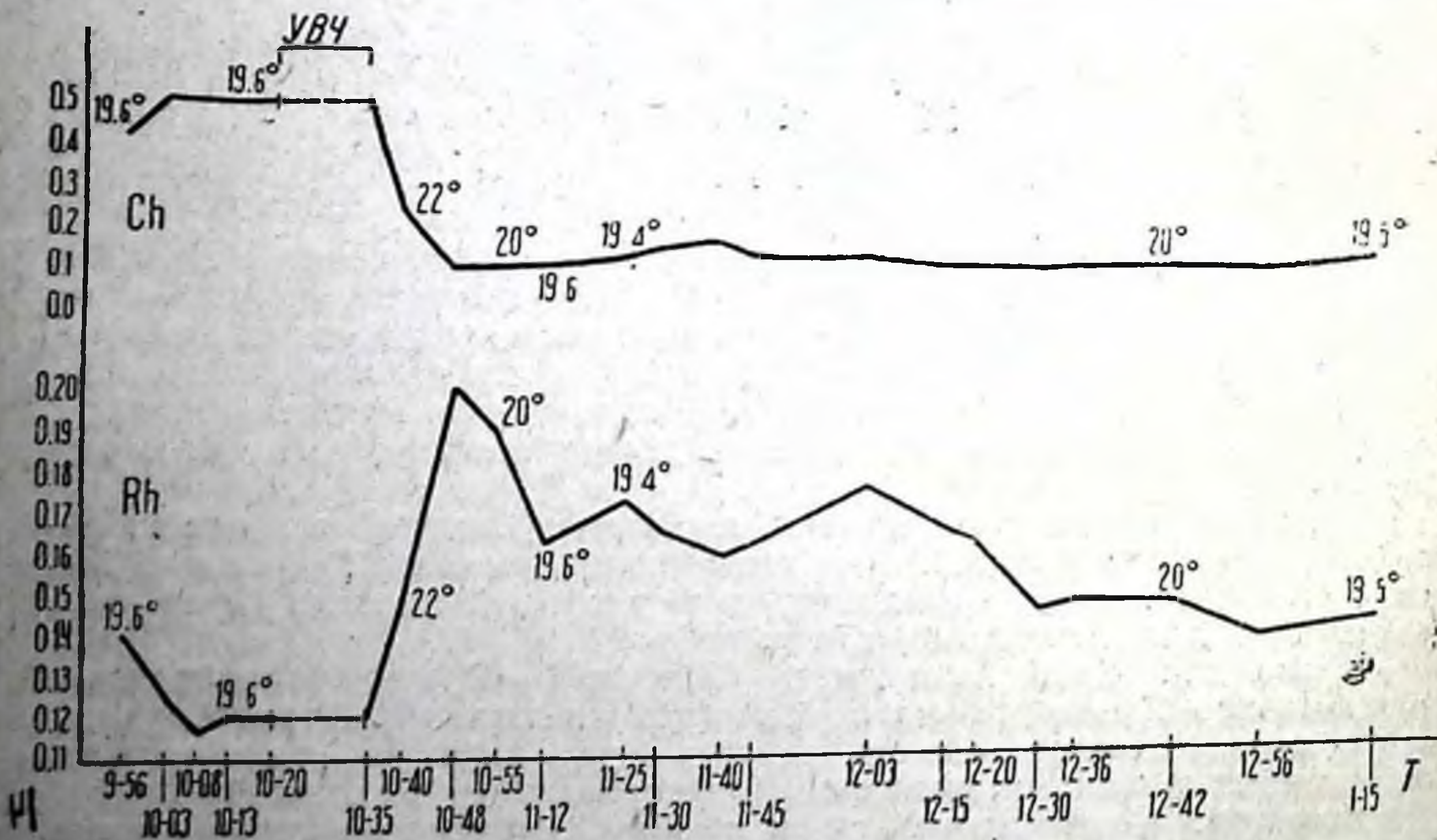


Рис. 80.

кости вблизи мышцы, давал возможность измерять температурные колебания окружающей мышцу жидкой среды. Для того чтобы исключить возможность большого нагревания препарата во время его облучения, пропускалась холодная вода через вливик, в который вставлялся стеклянный сосуд с мышцей. Средние температурные колебания в наших опытах

вариировали от 2 до 5°C. Облучение производилось в течение 10—25 минут. Через 2—4 мин. после облучения, проделав те же манипуляции, что и до облучения, удалив определенное количество рингера, дополнительно прибавленное, и поместив на прежнее место электроды, мы приступали к повторным определениям хронаксии в продолжение 2—5 час., а иногда и дольше. Для того чтобы иметь сопротивление постоянным, мы тщательно сохраняли все условия одинаковыми.

По этой методике нами поставлено свыше 70 опытов.

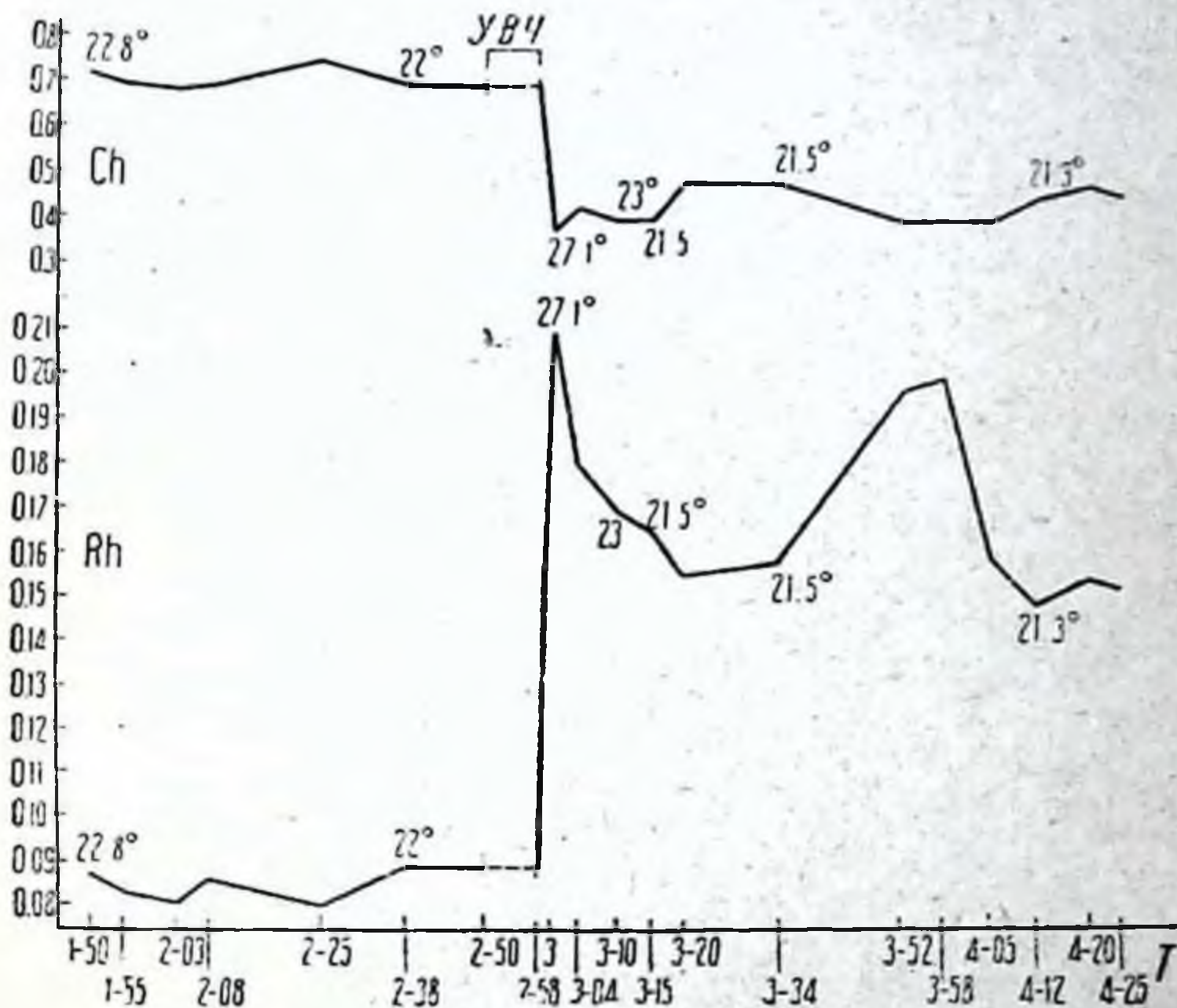


Рис. 81.

Наши опыты дали следующие результаты (см. рис. 78—86): во всех случаях через несколько минут после воздействия УВЧ происходило увеличение реобазы и укорочение хронаксии. Аналогичные изменения производит по данным Лапика и прямое повышение температуры мышцы при подогревании рингеровского раствора, в котором помещена мышца. Мы также поставили несколько опытов с подогреванием мышцы и могли подтвердить это положение. Для получения отчетливого влияния на возбудимость мышцы простого повышения температуры необходимо произвести нагревание на 7—10°C. При меньших же температурах изменения мало выражены и скоро выравниваются.

Следующий обращающий на себя внимание момент—это длительность изменений, вызванных в функциональном состоянии мышцы. Почти во всех опытах после воздействия УВЧ мы не могли прийти к нормальным цифрам реобазы и хронаксии. Несмотря на то, что небольшое повышение температуры, вызываемое облучением, скоро приходит к норме, отклонения в величине реобазы и хронаксии сохраняются часами. Механизм этот остается пока неясным.

Как мы указывали выше, измерение реобазы и хронаксии мы производили до и после воздействия поля ультравысокой частоты. В процессе воздействия УВЧ мы эти определения де-

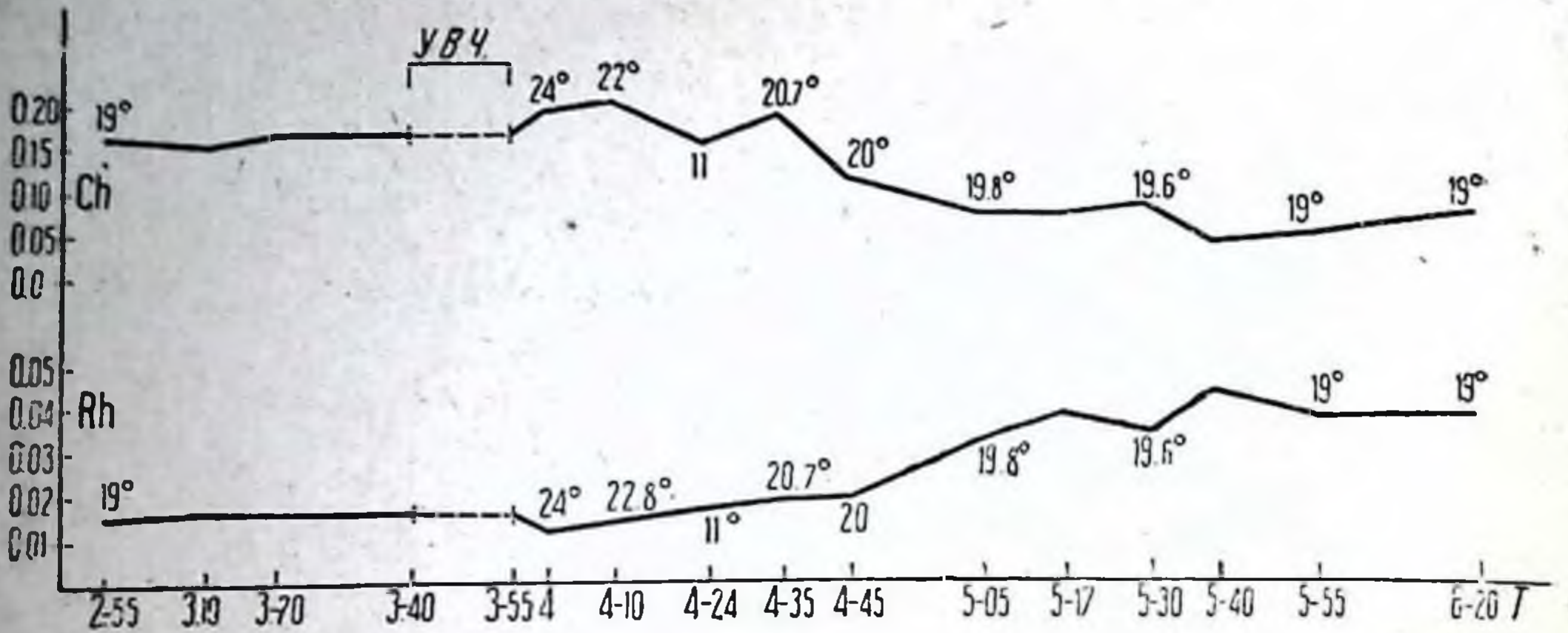


Рис. 82.

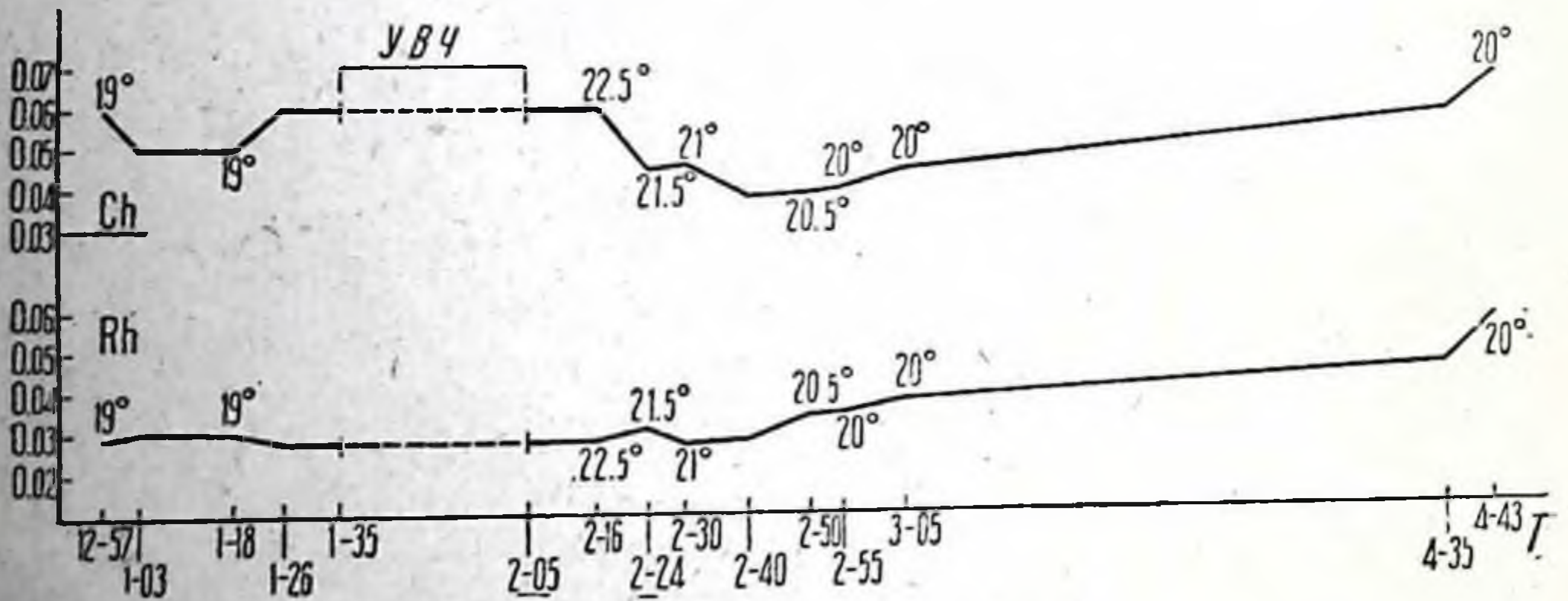


Рис. 83.

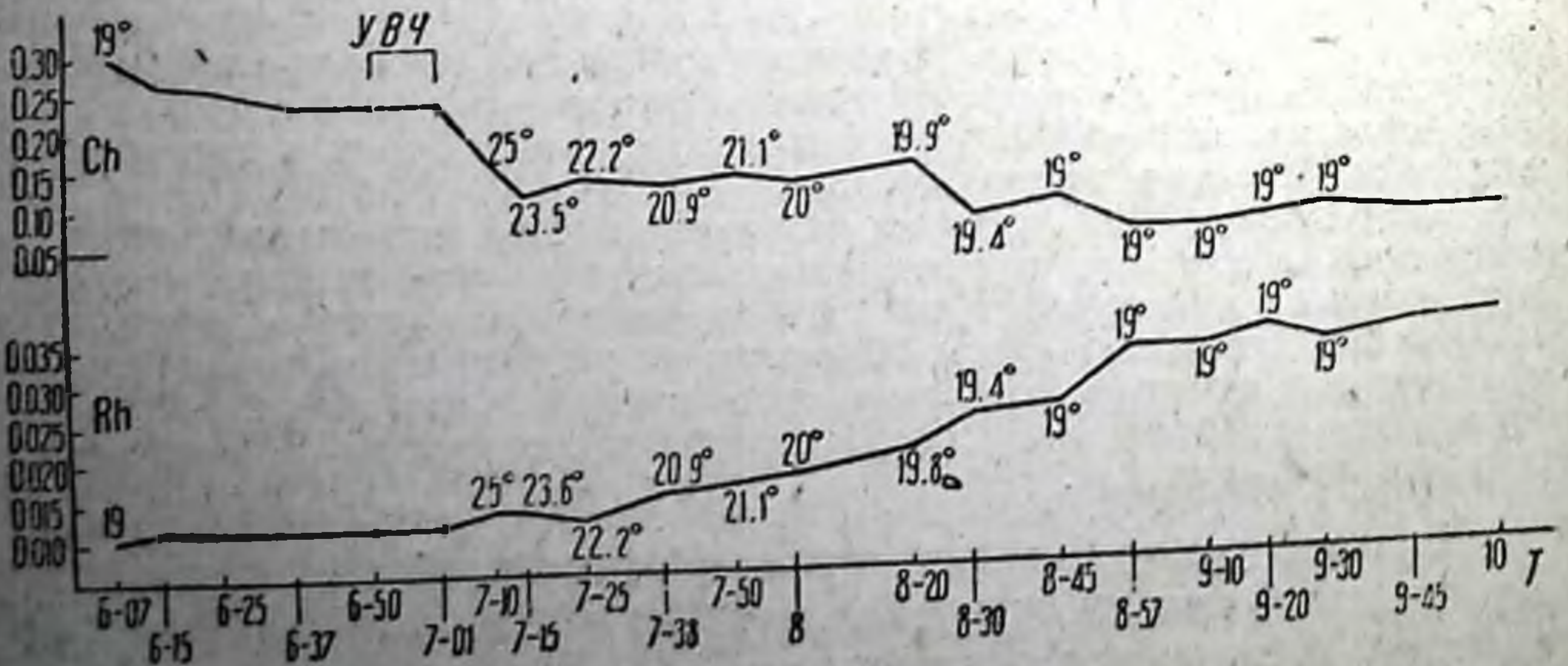


Рис. 84.

лать не могли, так как до сих пор технически не найдены верные способы экранировки приборов от токов УВЧ. Поэтому изменения реобазы, наблюдаемые *О д и а* в процессе облучения,

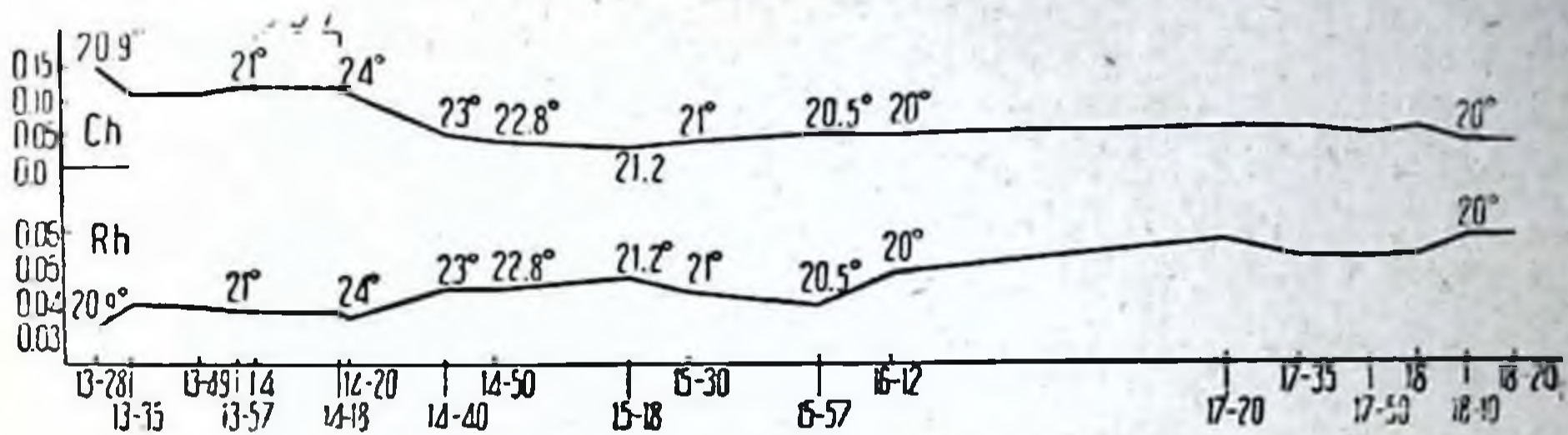


Рис. 85.

надо отнести за счет действия сложного комплекса факторов. В этих условиях поля наводили на все приборы, служащие для определения возбудимости, индукционные токи, которые, есте-

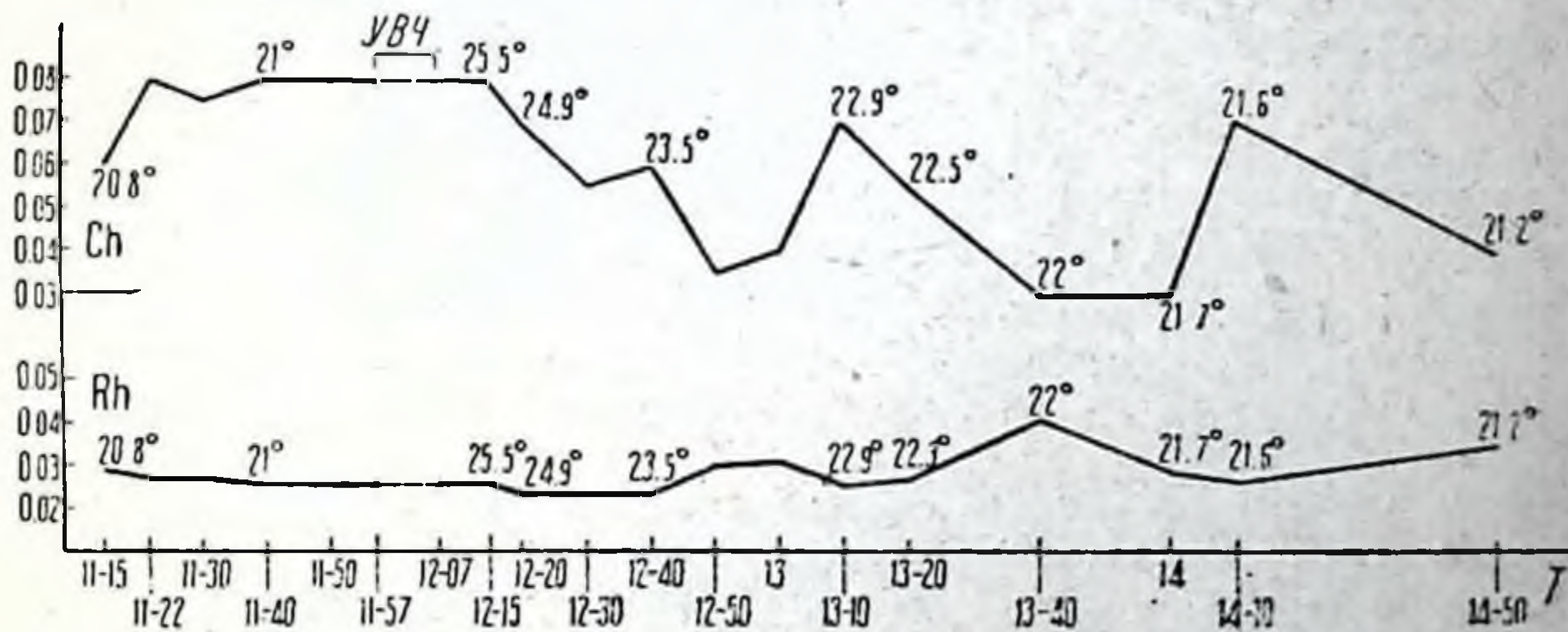


Рис. 86.

ственно, не могли быть однородными во всех опытах. Даже применение метода экранировки Шлипхаке, предложенного для термопар, является для целей определения возбудимости нерва тоже неприемлемым, ибо концевой электрод все же должен оставаться неэкранированным. Вот почему мы считаем данные *О д и а* неубедительными и их принять не можем. Далее, *О д и а* в своих выводах пишет об одинаковом действии незатушающих колебаний в 400 м и коротких волн в 10 м. Однако для того чтобы позволить себе подобное утверждение, нужно показать полную идентичность действия, строгое соблюдение равенства всех условий опыта, вплоть до идентичности разности потенциалов на обкладках конденсатора. Последнее же условие требует работы с вольтметром, показания которого не зависели бы от частоты, что на сегодняшний день еще является

задачей неразрешенной. Наконец, О д и а получил фазность действия высокой частоты на реобазу нерва. Что касается первой фазы, полученной О д и а в процессе облучения, то, даже приняв факт ее наличия, мы не можем согласиться с тем, что действие высокочастотного поля ограничивается этим кратковременным эффектом, и пренебречь последующей, более продолжительной второй фазой. Далее, в обширной литературе по хронаксии, в частности в работах Bourguignon'a и др., имеются отчетливые указания на то, что устойчивой величиной является именно хронаксия, а реобаза подвержена очень большим колебаниям в зависимости от различных условий.

Выводы

1. Воздействие УВЧ на поперечнополосатую мышцу вызывает изменение ее функциональных свойств, выражающееся в повышении реобазы и укорочении хронаксии.

2. Названные функциональные изменения держатся в течение очень долгого времени, во всяком случае еще через 5—6 часов мы не наблюдали возврата к норме.

3. Эти функциональные изменения мышцы качественно аналогичны изменениям при простом повышении температуры (нагревание извне), отличаясь от последних лишь быстротой возникновения реакции, большей интенсивностью и длительностью изменений.

ЛИТЕРАТУРА

1. А н д р е е в П. Н., см. статью в этом же сборнике.—2. Ф р е н к е л ь Г. Л., Об особенностях биодействия УВЧ, этот сборник.—3. A u d i a t, Rev. d'Actinol. et de Physiothér., 7, 227 (1932).—4. D e l h e r m et F i s c h g o l d, C. R. Ac. Sc., 199, 1688 (1934).—5. L a p i c q u e L. C. R. Soc. Biol. 12 Janv. (1907).—6. P f l o m m, Arch. kl. Chir., 166, 251 (1931).

НАБЛЮДЕНИЕ НАД ЖИВЫМИ СИНАПСАМИ ПРИ ДЕЙСТВИИ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА СЕРДЦЕ ЛЯГУШКИ¹

Б. И. Лаврентьев и Б. Г. Федоров

(Печатается в порядке предварительного сообщения)

Нам представилось чрезвычайно интересным проследить влияние УВЧ на поведение живых синапсов, тем более, что растянутое по методу проф. М. И. Граменицкого сердце лягушки позволяет наблюдать под очень сильными увеличениями микроскопа живые нервные клетки сердечных ганглиев. Б. Г. Федоровым было показано, что при этих условиях можно наблюдать также и окончания блуждающих нервов на нервных клетках (синапсы). При воздействии на блуждающий нерв химическими и электрическими раздражителями можно было обнаружить отчетливые изменения в структуре синапсов. При определенной интенсивности раздражения концевые пластинки и нервные нити синапсов меняют свои оптические свойства, приобретают более отчетливый контур и выступают благодаря этому значительно резче на теле и отростках нервной клетки. Эти изменения оптических свойств синапса мы, по аналогии с процессами, отмеченными в ядре и плазме живых клеток (Насонов), называем условно «желатинизацией».

Для того чтобы лучше уловить структурные сдвиги в синапсах в момент перехода возбуждения с синапса на нервную клетку, мы попробовали испытать УВЧ как очень эффективный раздражитель.

Растянутое на пробковой пластинке по методу Граменицкого сердце лягушки помещалось на предметном столике микроскопа, который ставился между двумя пластинчатыми электродами. Под сильным увеличением (1×1200) отыскивалась нервная клетка, и отмечались структурные особенности ее, а также окружающий ее ландшафт. После этого производилось облучение. Опыт начинался обычно с очень коротких по

¹ Из физико-физиол. отд. (зав.—проф. П. С. Купалов) и отдела микроморфологии (зав.—проф. Б. И. Лаврентьев).

времени порций облучения¹. Нервная клетка наблюдалась как в момент облучения, так и после него. Одновременно отсчитывалось число сердечных сокращений. Облучение в течение менее 8 сек. не давало заметных изменений ни со стороны частоты и ритма сердечных сокращений, ни со стороны наблюдаемых под микроскопом структур. Десятисекундное облучение давало сильное изменение частоты сокращений (замедление) и одновременно ясные сдвиги в структуре нервных элементов, что лучше всего видно из приводимого краткого протокола одного из опытов.

Опыт № 4. Под микроскопом крупная нервная клетка Людвигова узла. Ядра клетки не видно. Синапс почти не различим. Местами заметны лишь тонкие нервные нити, подходящие к нервной клетке.

Частота сокращений—60 в 1 мин. Облучение—5 сек. Через 2, 3, 5, 7 мин. после облучения частота сокращений—60 в 1 мин. Под микроскопом изменений не заметно. Облучение—10 сек. Частота сокращений до облучения—60. Во время облучения и далее в течение 3,5 мин. последовательное замедление и восстановление частоты дало следующие цифры: 60, 48, 58, 76, 60, 60, 60, 60, 60. Под микроскопом: желатинизация синапса, появились невидимые до опыта концевые бляшки на теле нервной клетки. Через 10 мин. после облучения контуры бляшек менее резки, расплывчаты. Частота сокращений—60. Облучение—20 сек. С первых секунд облучения последовательное замедление сокращений и восстановление частоты через 4—5 мин. после облучения дало следующие цифры: 60, 9, 17, 37, 50, 66, 60, 60, 60, 60.

Под микроскопом—резкая желатинизация синапса. Видимы не только бляшки, но и соединяющие их тонкие нити. 10-минутная пауза, во время которой явления желатинизации сглаживаются (но не окончательно). Облучение—20 сек. Последовательное замедление и восстановление частоты сокращений: 60, 10, 18, 25, 33, 44, 56, 60, 60, 60, 60.

Под микроскопом—резкая желатинизация синапса.

Облучения—40 сек. и два раза по 60 сек.—дали те же результаты.

Соответствующее замедление сокращений выразилось в следующих цифрах:

Облучение—40 сек.: 56, 11, 19, 25, 32, 39, 47, 55, 68, 68, 68.

Облучение—60 сек.: 60, 13, 23, 35, 44, 59, 73, 86, 86, 86, 86.

Облучение—60 сек.: 82, 20, 33, 46, 61, 75, 90, 90.

Структура синапса в эти моменты выявилась еще резче. Сделалось видимым очень большое количество концевых пластинок.

¹ См. статью Федорова Б. Г., Бюлл. ВИЭМ, № 8—9, 1934.

Облучение—5 мин. К концу облучения частота успела восстановиться. Соответствующие цифры: 90, 15, 29, 43, 57, 71, 85, 85, 85, 85, 85.

Под микроскопом—резкая желатинизация синапса, не исчезающая после 10-минутной паузы.

Облучение—5 мин. Частота: 86, 86, 86, 86.

Приведенный опыт показывает, что:

1. Облучение УВЧ растянутого по Г р а м е н и ц к о м у сердца лягушки вызывает резкий тормозной эффект.

2. Замедление частоты сердечных сокращений как правило совпадает со структурными сдвигами в синапсах нервных узлов. В момент тормозного действия синапсы желатинизируются.

3. В интервале между облучениями желатинизация синапса сглаживается, что указывает на обратимость этого феномена при определенных дозах облучения.

4. Продолжительное облучение (свыше минуты) вызывает необратимую желатинизацию синапсов; вместе с тем сердце перестает отвечать на облучение замедлением ритма.

5. Эти данные, а также наблюдения Ф е д о р о в а, что электрическое раздражение блуждающего нерва вызывает желатинизацию синапса, заставляют принять, что тормозной эффект при облучении УВЧ вызывается раздражением окончаний блуждающего нерва на нервных клетках сердечных узлов.

6. Тормозящее действие блуждающего нерва может быть, таким образом, уловлено под микроскопом. Морфологическим эквивалентом этого действия является желатинизация синапсов.

Природа процессов, приводящих к желатинизации синапсов, пока неизвестна. Очень заманчивым является предположение, что оптические сдвиги в концевых бляшках и нервных витях синапса вызываются изменением («раскручиванием») торзированных молекул, как это принимает Б а у э р. В этом случае молекулы в момент желатинизации должны приобретать свойства «собственного двойного лучепреломления». Предположение это мы попытаемся в ближайшее время проверить экспериментальным путем.

ДЕЙСТВИЕ ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА РЕГЕНЕРАЦИЮ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ¹

Т. А. Григорьева

Способность периферического нерва восстанавливать после повреждения свою анатомическую и функциональную целостность известна уже давно. Основные принципы этого процесса—регенерации, установленные Валлером (Waller) в середине прошлого столетия, получили блестящее подтверждение в работах многих исследователей—Ремак (Remak), Эйхорст (Eischorst), Ранвье (Ranvier), Ванлер (Wanlair), Нотхафт (Nothafft), Штребе (Stroebe), Циглер (Ziegler). Дальнейшее развитие учения о регенерации и особенно изучение механизма этого процесса разделило ученых на два лагеря—моногенистов и катенаристов, научный спор между которыми продолжался около двух десятилетий. Основные положения, покоящиеся на эмбриологических воззрениях на механизм происхождения нервных волокон, были перенесены и в учение о регенерации, и сущность спора заключалась в том, являются ли новообразованные аксоны непосредственно возникшими из старых волокон центрального конца перерезанного нерва путем их роста, или новообразование этих волокон идет путем дифференцирования из клеточных элементов нервного рубца и лишь потом осуществляется соединение этих возникших путем аутогенной регенерации волокон с волокнами центрального конца перерезанного нерва. Нет необходимости останавливаться на деталях этого спора—сейчас он уже достояние истории; однако значение его в свое время было велико, да и не стихшие до сих пор разногласия между приверженцами теории контакта и теорий континуитета в строении нервной системы имеют корни до некоторой степени именно в нем. В свое время спор этот имел то значение, что он перенес центр внимания исследователей на

¹ Из отдела микроморфологии (зав.—проф. Б. И. Лаврентьев), физико-физиологического отд. (зав.—проф. П. С. Купалов) и физико-биологического отд. (зав.—доц. Г. Л. Френкель) ВИЭМ.

вопросы механизма возникновения регенерирующих нервных волокон и заставил ученых, совершенно правильно представляющих себе этот механизм, снова и снова вступать в дискуссию по этому поводу. Этим, вероятно, объясняется то обстоятельство, что несмотря на то, что сам процесс регенерации нервных волокон изучен детальнейшим образом в блестящих работах Рамон-и-Кахаль (Ramon-y-Cajal), Перрончито (Peroncito), Пожарисского (Poscharissky), Дюстэна (Dustin), Красина (Krassin), Маринеско (Maringesco), Нажотта (Nageotte), почти нет попыток к овладению этим процессом и управлению им, хотя вопрос неоднократно находился в руках клиницистов. Буквально единичные работы посвящены исследованию факторов, оказывающих стимулирующее или угнетающее влияние на регенерацию периферических нервов. Рассматривая вопрос в исторической последовательности, мы у Рамон-и-Кахаль впервые находим указания на угнетающее действие некоторых веществ на регенерацию периферического нерва. Ему удавалось вызвать задержку или полную остановку регенерации помещением в нервную рану различных посторонних предметов—шелк, нитки, волосы, кусочки бузины. Задержка роста в данном случае объясняется автором тем, что гигантские клетки и обычные фибробласты, окружающие в большом количестве посторонние тела, выделяют вещества, растворяющие некоторые органические продукты, но ядовитые для питания растущих аксонов. Анилиновые краски (нейтраль-рот, метиленовая синь, эозин, сафранин), а также анальгезирующие вещества, как кокаин, хлоралгидрат, морфий, точно так же или задерживают или останавливают рост нервных волокон. Однако сам Рамон-и-Кахаль говорит, что нужно еще выяснить, действует ли в данном случае само вещество или пропитанная им нитка или желатина, так как в таком именно виде испытуемое вещество вносилось в нервную рану. Определенно останавливали рост центрального конца скопления гноя в случаях инфицированных ран. Рамон-и-Кахаль объясняет этот факт тем, что гнойная рана есть область, неблагоприятная для питания аксона вследствие смертельного действия токсических веществ. Кровяной и плазматический экссудат в ране равным образом парализует рост волокон также по причине бедности этих областей питательным материалом. Все эти исследования Рамон-и-Кахаль произвел с целью выяснения характера влияния окружающих тканей на рост нервных волокон, и причины остановки его в перечисленных выше случаях он видит в присутствии или отсутствии невротрофических или невротоксических веществ в окружающей среде. Первая работа, посвященная вопросу стимуляции регенерации периферического нерва, принадлежит Д. И. Дейнеке (1908).

Он помещал кролика с перерезанным седалищным нервом в термостат при 30°C и достигал этим ускоренного по сравнению с контрольным животным, находившимся в обычной температуре $12-14^{\circ}\text{C}$, роста нервных волокон. Ускорение было настолько значительным, что уже на 3-й день можно было наблюдать проникновение молодых волокон в периферический конец, что обычно совершается лишь на 8-й день. Сам автор считает результаты своей работы лишь предварительными, однако факт возможности ускорить регенерацию повышением температуры среды сам по себе является чрезвычайно интересным. Конечно, правильнее было бы поставить такие эксперименты на холонокровных животных, лишенных терморегуляционной способности. Мне кажется, что вряд ли можно допустить, что в опытах Д. И. Д е й н е к а мы имеем дело с воздействием тепла непосредственно на перерезанный нерв или его клеточные центры. Скорее помещение в среду с более высокой температурой создавало более благоприятные условия для существования всего организма и тем самым действовало и на процесс регенерации. В следующем 1909 году появилась очень интересная работа В а л ь т е р а (Valter) о влиянии щитовидной железы на процесс регенерации периферических нервов. Автор удалял кроликам щитовидную железу и перерезал, а в последующих опытах раздавливал *n. auricularis*. У тиреоидектомированных животных наблюдалось резкое угнетение как процесса дегенерации, так и регенерации настолько, что через два месяца не наблюдалось появления растущих нервных волокон. Однако уже незначительных остатков щитовидной железы, не удаленных при операции, было достаточно, чтобы процесс протекал вполне нормально. Таким же образом действовало кормление тиреоидином тиреоидектомированных животных, при котором регенерация осуществлялась у них в нормальных пределах. Автор приходит к выводу, что угнетение процесса регенерации не есть следствие *cachexia strumipriva*, всегда развивающейся у тиреоидектомированных животных. По его мнению, этот факт надо отнести на счет специфического влияния щитовидной железы на ганглиозные клетки и клетки шванновской оболочки. М а р и н е с к о и М и н е а (Marinesco et Minea) в 1910 году повторили опыты В а л ь т е р а и пришли к тому же заключению, что присутствие нормально функционирующей щитовидной железы имеет огромное значение для правильного течения процесса регенерации периферического нерва. В их опытах у тиреоидектомированных кроликов в перерезанном седалищном нерве только через пять дней появляются первые признаки регенерации. Кариокинезы в рубце и пролиферация клеток Шванна были тоже замедлены. Растущие волокна принимают дивергентный характер и вообще весь процесс по сравнению с контролем замедлен. При сопоставлении

работ В а л ь т е р а и М а р и н е с к о и М и н е а обнаруживается некоторое несоответствие. В то время как у В а л ь т е р а отсутствие щитовидной железы вызывает полную остановку процесса регенерации, по крайней мере в течение двух месяцев, у М а р и н е с к о и М и н е а он только замедлен. Вряд ли можно согласиться с В а л ь т е р о м и допустить полную остановку процесса регенерации вследствие отсутствия в организме гормона щитовидной железы, однако и факт задержки регенерации настолько интересен и с практической и с теоретической стороны, что заслуживает повторной постановки опытов в этом направлении. В 1932 году М и н е а сообщил о благоприятном действии инъекций лецитина на регенераторный процесс. Автор вводил кроликам в течение двух дней после перерезки седалищного нерва лецитин и через 15 дней наблюдал более развитой регенеративный феномен у опытных животных по сравнению с контрольными. Есть еще две работы по изучению влияния некоторых факторов на процесс регенерации периферической нервной системы, но их нельзя поставить в один ряд с предыдущими. Первая работа В и л л а в е р д е (Villaverde, 1927), который изучал течение процесса дегенерации и регенерации при свинцовом отравлении. Как известно, свинцовая интоксикация вызывает тяжелые поражения центральной и периферической нервной системы в форме дегенеративных процессов в клетках и их отростках, в том числе и в периферических нервах. А тем самым и работа В и л л а в е р д е не является исследованием факторов, влияющих на регенерацию, и механизма их влияния, а есть скорее изучение жизнеспособности и сопротивляемости нервного волокна, где регенерация есть только индикатор его состояния. Работа В и л л а в е р д е очень интересна в некоторых отношениях, о ней речь будет ниже. Вторая работа—В и ш н е в с к о г о (1931); ее целью является не изучение факторов, ускоряющих или угнетающих регенерацию, а доказательство правильности концепции автора о возможности передачи раздражения с клетки, поврежденной токсичным веществом, на здоровую, и регенерация служит только средством судить, что эта передача осуществилась. К о з а к а и И ц а в а (Kosaka und Izawa, 1923), изучая регенераторный процесс под влиянием пропускания электрического тока через перерезанный нерв, обнаружили, что процесс регенерации идет прекрасно, если к центральному концу приставлен катод. Обратное положение электродов действует весьма губительно.

В задачу настоящей работы входило исследование возможности воздействия на регенерацию периферического нерва и специально исследование возможности получить стимулирующий и угнетающий эффект. Кроме того, в задачу работы входило

исследование морфологических картин нервного волокна, подвергающегося стимулирующим или тормозящим влияниям. В качестве действующего фактора было избрано ультравысокочастотное поле. Известно, что ультракороткие волны обладают способностью проникать через поверхностно лежащие ткани животного и действовать на глубокие. Известно также, что кожа и жир обладают наименьшей поглотительной способностью по отношению к ним по сравнению с нервной и костной тканью. В литературе есть несколько работ, свидетельствующих о том, что можно при помощи ультракоротких волн действовать на нервную ткань живого животного. *Остертаг* (*Ostertag*) и *Шлипкаке* (*Schliephake*) облучали волной в 6 метров мозг кроликов и получали у них своеобразное нарушение терморегуляции. При одних дозах температура тела падала на несколько градусов, при других поднималась и держалась на повышенном уровне несколько дней. Некоторые животные теряли способность регулировать свою температуру, причем одни животные регулировали свою температуру по отношению к теплу и не могли этого делать по отношению к холоду, другие—наоборот. *Остертаг* исследовал облученные мозги кроликов и нашел тяжелые патологические изменения определенного клеточного комплекса в каудальной трети дорзального ядра *n. vagi*. Он видел в этих случаях резкую вакуолизацию клеток, гибель неврофибрилл и невронофагию самих клеточных элементов. Определенной дозировкой облучения удавалось выключить головной мозг у кур, причем они вели себя совершенно как децеребрированные животные. *Фломм* (*Pflom*), наблюдая действие ультракоротких волн на сосуды, обнаружил в первый момент кратковременное сужение, затем длительное расширение их. На основании того, что применение адреналина в этих случаях не вызывает обычного сужения сосудов, автор приходит к выводу, что ультракороткие волны действуют на *n. sympathicus*. *Одиа* (*Audiat*) получил под влиянием ультракоротких волн изменение порога гальванического возбуждения нервно-мышечного препарата в виде его резкого понижения. *Лаврентьев* и *Федоров* в живом лягушечьем сердце наблюдали желатинизацию синапсов на нервных клетках, которая при известных условиях представляла собой обратимый процесс и лишь при увеличении дозы делалась окончательной, сопровождаясь полным выпадением тормозящего действия *n. vagi*. На основании перечисленных работ можно допустить, что ультракоротковолновое облучение оказывает определенное действие на нервную ткань, и избрать его в качестве действующего фактора при эксперименте.

Материал и методика исследования

Экспериментальная часть работы проведена на кошках. Животным под общим эфирио-хлороформным наркозом производилась неполная перерезка обоих седалищных нервов в области верхней трети бедра с таким расчетом, чтобы неперерезанная часть нерва препятствовала значительному расхождению центрального и периферического концов. Соответствующее количество оперированных таким образом животных оставлялось в качестве контрольных, остальные подвергались воздействию УВЧ. Все экспериментальные животные были разделены на две группы. Первая группа подвергалась облучению области пояснично-крестцовой части позвоночника с целью воздействия на клеточные центры седалищных нервов. Облучение производилось через сутки после операции перерезки седалищных нервов и длилось 30 минут. У второй группы животных воздействию высокочастотного поля подвергались задние конечности в области перерезанных нервов. Эта группа подразделялась в свою очередь на четыре подгруппы. Первая подгруппа получила облучение УВЧ места перерезки в течение 30 минут через сутки после операции, вторая—через трое суток, третья—через 12 суток. Четвертая подгруппа получила облучение места перерезки в течение 10 минут через сутки после операции. При облучении животное помещалось между пластинами вторичного колебательного контура. Величина пластины была 10×15 см. Расстояние между ними—20 см. Сила тока в третичном (измерительном) контуре в середине расстояния между пластинами равнялась 0,4 амп., частота во всех опытах была постоянной и равнялась 5·10⁶ Hz. Локализация действия УВЧ достигалась экранировкой всего животного кроме облучаемого участка. Экранировка производилась при помощи кругового обертывания животного мелкой медной сеткой. Контролем отсутствия поля под сеткой служило отсутствие свечения там неоновой лампочки. Большинство животных переносило облучение хорошо, без особого беспокойства во время опыта и без каких-либо осложнений в последующие дни. Изучены картины регенерации седалищного нерва на 3, 4, 5, 6, 8, 12 и 15-е сутки после перерезки во всех группах экспериментальных животных и соответствующих им контрольных. Для обработки материала были применены следующие методики: импрегнация нерва по способу Грос-Бильшовского и окраска тканей рубца после фиксации в ценкер-формоле эозин-гематоксилином, эозин-азуром и железным гематоксилином Гейденгайна. В процессе работы выяснилось, что для наилучшей импрегнации регенерирующих осевых цилиндров и наиболее подходящей является фиксация в АФА (спирт+формол+мышьяковистая кислота по Лаврентьеву) с последующей обработкой нарезанных на замораживающем микротоме срезов в смеси спирта, эфира и хлороформа (1:1½) в течение одной-двух минут. Для выявления гистиоцитарных элементов была применена трехкратная инъекция по 10 см³ 1% раствора туранблау в физиологическом растворе интраперитонеально. Через сутки после третьей инъекции материал фиксировался в нейтральном 20% формоле. Докраска ядер производилась на замороженных средах кармином Гренахера.

Собственные наблюдения

Регенерация периферических нервов после их повреждения хорошо изучена многочисленными исследователями.

Установлено, что уже через 6 часов после перерезки начинается рост из центрального конца молодых волокон, проникающих в экссудат. Хорошо известно, что в центральном конце развивается дегенерация, выражающаяся в частичной гибели некоторых волокон и большем или меньшем набухании других. Контуры волокна становятся неровными, неврофибриллы подвергаются некоторому разволокнению и между ними появляются отдель-

ные вакуоли. В шванновских клетках образуются слепо оканчивающиеся полости вокруг дегенерирующих осевых цилиндров, называемые Р а м о н-и-К а х а л е м digestive chambers. Ретроградная дегенерация зависит от характера травмы и при аккуратно произведенной перерезке нерва выражена умеренно и через несколько дней сглаживается. Одновременно происходит терминальное и коллатеральное вырастание молодых нервных волокон, бурно прорастающих рубец и достигающих периферического конца. При входе в рубец из центрального конца большинство волокон конвергирует. Растущие волокна оканчиваются колбами роста, которые варьируют в величине, но редко достигают больших размеров в случаях ничем не осложненной регенерации. Некоторая часть регенерирующих волокон обвивает спирально волокна центрального конца, образуя так называемый феномен П е р р о и ч и т о. В образовании рубца принимают участие шванновские клетки центрального и периферического концов перерезанного нерва и мезенхимные (местные и пришлые) элементы. Ниже приводятся краткие описания полученных препаратов как контрольного, так и подвергнутого действию УВЧ материала.

1. Стадия двухдневной регенерации

В контрольных препаратах волокна на всем протяжении центрального конца гладкие и ровные, и только в непосредственной близости к месту перерезки наблюдается умеренно выраженная ретроградная дегенерация с незначительным количеством digestive chambers. Регенерация находится на соответствующих сроку начальных стадиях. Молодые коллатеральные волокна образуют спирали вокруг осевых цилиндров, молодые терминальные волокна вступают в зону эксудата. При облучении области перерезки нервов в течение 30 минут, произведенном через сутки после операции, на первый план выступают тяжелые дегенеративные и некротические изменения волокон центрального конца. Многие из них имеют вид бесформенных, сильно импрегнированных серебром образований, с неровными контурами. Часть из них отделяется от волокон ствола и подвергается зернистому распаду. Другие, имеющие резко выраженный извитой ход, совершенно бесструктурны. В области перерезки нерва и в прилегающих к ней отделах центрального конца наблюдается большое количество распадающихся обломков осевых цилиндров и разнообразных по величине капель миелина. Обращает на себя внимание резко выраженный распад лейкоцитов; обломки их ядер в виде мелких разнообразной формы зерен усеивают все пространство между центральным и периферическим концами перерезанного нерва. Многочисленные digestive chambers расширены, наполнены обломками осевых цилиндров, каплями миелина и лейкоцитами, часть которых находится в состоянии распада. Часто видно, что в сильно расширенные, уплощенные и гомогенизированные нервные волокна проникают лейкоциты. Нервные волокна резко вакуолизированы. Многочисленные вакуоли располагаются в центральных частях волокна или ближе к его периферии, имеют вид светлых овальных пузырьков, просвечивающих среди раздвинутых ими неврофибрилл. Вакуолизация наблюдается в волокнах как вблизи места перерезки, так и далеко в центральном направлении, где вакуоли, однако, становятся менее многочисленными. Волокна в удаленных от места перерезки частях имеют многочисленные вздутия, придающие их контурам четкообразный вид. Регенерация заметно задержана и патологически изменена. Коллатеральных волокон, образующих спирали в digestive chambers вокруг осевых цилиндров, мало, терминальный рост почти отсутствует, лишь немногие волокна продвигаются в зону эксудата, но они почти всегда имеют характер утолщенных, плоских волокон, оканчивающихся довольно большими бесформенными колбами, которые вскоре же принимают ретроградное направление.

При облучении места перерезки в течение 10 минут, произведенном через сутки после операции, обнаруживается, что регенерация выражена гораздо более обильно, чем в контроле; бросается в глаза большое количество новообразованных волокон. Ретроградная дегенерация выражена незначительно, количество волокон, подвергающихся ей, — невелико. Эти волокна имеют вид темно окрашенных, гомогенных, иногда с извитым ходом образований. Почти все они отторгнуты уже от здоровых волокон и лежат свободно, не будучи окружены *digestive chambers*. Все без исключения волокна дают на разных уровнях, большей частью в области перехватов Ранвье, огромное количество коллатеральных ветвей, обвивающих материнские волокна и направляющихся к экссудату. Терминальная регенерация выражена также хорошо. В экссудат проникает довольно мощная сеть переплетающихся молодых волокон с колбами роста на концах. Вакуолизация нервных волокон наблюдается в единичных случаях. Заслуживают внимания наблюдающиеся на волокнах центрального конца почти на всем протяжении препарата вздутия в области перехватов Ранвье, придающие перехватам вид песочных часов. В экссудате наблюдается небольшое количество разрушенных лейкоцитов.

При облучении области спинного мозга в течение 30 минут, произведенном через сутки после операции, обнаруживается, что регенерация выражена гораздо более значительно, чем в контроле, и осуществляется двумя путями: образованием терминальных веточек, обильно проникающих прямо в экссудат в виде переплетающихся волокон, оканчивающихся колбами и колбочками, и коллатеральных, обвивающих короткие, но довольно многочисленные *digestive chambers*. Часть спиралей возникает на волокнах, не подвергшихся ретроградной дегенерации, и тогда можно видеть, как одно и то же волокно реагирует и коллатеральной и терминальной регенерацией (волокно, обвитое спиралью, само на конце дает разрастание терминальных веточек). В центральном конце все волокна несколько утолщены. Прилегающие к перехватам Ранвье концы сегментов волокон гомогенны, интенсивно импрегнированы и утолщены. Вследствие такого утолщения перехват редуцирован до поперечной бороздки между концами сегментов. Иногда утолщенные концы сегментов волокна раздвинуты, и тогда между ними виден осевой цилиндр, слегка отечный и с раздвинутыми неврофибриллами.

II. Регенерация 3 дня

В контрольных препаратах видно дальнейшее продвижение молодых переплетающихся волокон в зону экссудата. Явления ретроградного перерождения уменьшаются, одновременно уменьшается и количество *digestive chambers*. Волокна по всему ходу центрального конца гладкие с ровными контурами.

При облучении места перерезки в течение 30 минут, произведенном через сутки после операции, обращает на себя внимание нарастание некротических явлений в отделах волокон центрального конца, находящихся вблизи места перерезки: буквально нельзя найти ни одного осевого цилиндра, который не нес бы на себе тех или иных признаков распада, начиная от утолщения и гомогенизации и кончая полным превращением в бесформенные обломки. Продукты распада в области перерезки нерва попрежнему обильны и область между перерезанными концами вся усеяна обломками осевых цилиндров и каплями миелина. *Digestive chambers* увеличены и расширены и имеют вид удлиненно-овальных, раздутых светлой жидкостью полостей, внутри которых всегда содержатся остатки осевого цилиндра и миелина. Спирали вокруг них многочисленнее и обильнее, чем накануне, но продвижение в зону экссудата попрежнему недостаточно. Молодые волокна не конвергируют, а образуют бесформенные сплетения,

резко разволокнены и увенчаны грубыми колбами, больше похожими на какие-то уродливые концевые разрастания, чем на колбы роста. К тому же они часто делают жертвой массового нападения лейкоцитов, пожирающих их. Вакуоли, так же как и накануне, нередки и в самых волокнах, а особенно в концевых разрастаниях, которые часто теряют связь с волокнами и в виде отвалившихся больших колб усеивают поле зрения. Некоторые волокна не проявляют никаких признаков регенерации и остаются на месте в виде вздутых расширенных и утолщенных с разволокненными неврофибриллами образований. Многие волокна не входят в зону экссудата, но, снабженные на концах колбами, описав крутой поворот, растут в ретроградном направлении. Волокна центрального конца на всем протяжении препарата обладают огромными, гораздо большими, чем накануне, вздутиями, в которых нередко содержатся вакуоли.

При облучении места перерезки в течение 10 минут, произведенном через сутки после операции, на препаратах видно, что регенерация более обильна, чем в контроле. Молодой регенерат состоит из многочисленных, конвергирующих и переплетающихся между собой волокон, увенчанных на концах колбами и колбочками, проникающих довольно далеко в зону рубца. Коллатеральные волокна, еще более многочисленные, возникают на волокнах довольно далеко (до 300 μ) от места перерезки и, обвивая волокна, направляются к рубцу. На некоторых волокнах коллатерали очень короткие, имеют на своем конце маленькие колечки или узелки, не настолько обильны, что волокно, снабженное этими коллатералами, имеет вид ламповой щетки. Digestive chambers малочисленны соответственно числу погибающих вследствие ретроградного перерождения волокон и содержат внутри распадающийся осевой цилиндр. Подавляющая же часть волокна, оправившись от травмы, находится в состоянии обильной терминальной регенерации, причем нередко можно видеть, что волокно, давшее начало многочисленным коллатералам и обвитое ими, само на своем конце имеет обильное терминальное разрастание регенерирующих волокон. На волокнах центрального конца на протяжении препарата еще видны вздутия, но они гораздо меньше и малочисленнее, чем накануне. В области рубца и периферического конца встречаются гистиоцитарные элементы и вообще продуктов распада между концами перерезанного нерва меньше, чем в контроле.

III. Регенерация 4 дня

На контрольных препаратах регенерация соответствует сроку. Растущие волокна хорошо конвергируют, снабжены колбами роста и продвигаются в рубце по направлению к центральному концу. Явления ретроградной дегенерации почти исчезли, лишь кое-где можно видеть остатки digestive chambers. Волокна по всему протяжении центрального конца гладкие, с ровными контурами.

При облучении места перерезки в течение 30 минут, произведенном через трое суток после операции, на препаратах видны многочисленные изменения как волокон перерезанного нерва, так и молодых растущих волокон регенерата. Изменения волокон самого центрального конца наблюдаются главным образом в области перехватов Ранье и заключаются в следующем: концы сегментов волокна, примыкающие к перехвату, утолщаются, гомогенизируются и сильно импрегнируются серебром, осевой цилиндр между ними выглядит бледным, с разволокненными неврофибриллами. Затем происходит еще большее вздувание концов сегментов и их сближение, вследствие чего на месте перехвата остается неглубокая круговая бороздка между почти шаровидно вздутыми концами сегментов волокна, а все образование принимает вид гомогенной, темно импрегнированной фигуры. По мере приближения к месту перерезки наблюдается рас-

ширение волокон, распространяющееся и на волокна регенерата, превращающее их в широкие плоские ленты. Одновременно с этим в волокнах происходит утолщение и разволокнение неврофибрилл. Этот процесс захватывает и тонкие волокна спиралей, возникающих вокруг осевых цилиндров центрального конца, и они становятся лентовидными, плоскими, широкими и с резко разволокненными неврофибриллами. Digestive chambers резко увеличиваются и наполняются светлой жидкостью настолько, что, понав в поперечный разрез, они имеют вид больших шаровидных полостей. В волокнах центрального конца вблизи места перерезки и в молодых волокнах регенерата появляется большое количество вакуолей (рис. 87). Иногда это более или менее крупные пузырьки, располагающиеся по нескольку внутри волокна друг за другом и нарушающие ровность его контуров; иногда это большая полость, заставляющая осевой цилиндр разделиться на несколько ветвей, чтобы, охватив ее, снова слиться в одно волокно. Часто видно, что вакуоли, расположенные по периферии волокна, выпячиваются за его край, затем разрываются и на их месте остаются следы в виде зубчатых выступов и углублений, придающие контурам волокон фестончатый, как бы изъеденный вид. Такие волокна довольно многочисленны и в них обнаруживаются и периферически расположенные вакуоли



Рис. 87. Регенерация 4 дня. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Резко расширенное, вакуолизированное волокно из центрального конца вблизи места перерезки. Резкое разволокнение неврофибрилл.

Объектив Apochr. Zeiss 60. Окуляр 4. Рис. аппарат.

и следы их недавних разрывов. Что касается колб роста, то они также резко увеличиваются, приобретают неправильные контуры, резко подчеркнутый рисунок разволокненных неврофибрилл и многочисленные вакуоли. Среди них много утративших связь с волокнами. Вся территория между концами перерезанного нерва покрыта разрушенными лейкоцитами, обломки их ядер в виде более или менее крупных зерен усеивают все пространство экссудата, встречаясь и во многих digestive chambers и свободно среди волокон центрального конца.

IV. Регенерация 5 дней

На контрольных препаратах видно, что молодой регенерат из тонких ветвей, увенчанных колбочками, продолжает продвигаться по направлению к периферическому концу. Хорошо выражена конвергенция волокон, отчего продвижение в рубце совершается объединенными группами (рис. 88). Волокна центрального конца гладкие, digestive chambers единичны. Спирали коллатеральных волокон, обвивающие осевые цилиндры, на этой стадии выпрямляются и образуется феномен, известный у Р а м о н и - К а х а л я под названием gavelling, при котором несколько тонких волокон идут параллельным пучком и проникают в зону рубца, присоединяясь там к остальным волокнам регенерата, образованным главным образом за счет терминальной регенерации. Количество таких параллельных пучков в препарате соответствует количеству бывших спиралей, образованных

коллатеральными ветвями. Рамон-и-Кахаль не упоминает в своих работах такой способ образования *ravelling* волокон, относя его всецело за счет способности молодых волокон диссоциировать на отдельные веточки. Однако внимательное изучение препаратов с несомненностью подтверждает факт вышеназванного способа образования в центральном концевом расположении, параллельно идущих волокон, дающих феномен *ravelling* одновременно с описанным Рамон-и-Кахальем.

При облучении места перерезки в течение 30 минут, произведенном через сутки после операции, регенерат в количественном отношении равен трехдневному. Бросается в глаза резкое расширение волокон центрального конца вблизи места перерезки. Ширина волокон здесь достигает 20—25 μ . Волокна имеют вид плоских лент с резко разволокненными неврофибриллами. У них неровные контуры и неравномерная ширина, участки более широкие сменяются более узкими. Вступая в область рубца, волокна несколько суживаются, но не теряют своего характера плоских широких лент с резким разволокнением неврофибрилл. Они оканчиваются в ближайших к центральному концу отделах рубца огромными плоскими фибриллярными фигурами самой разнообразной формы, ничем не напоминающими колбы роста (рис. 89). *Digestive chambers* велики, наполнены светлой жидкостью и содержат внутри остатки гибнущих волокон. Коллатеральные волокна в таких *digestive chambers* тоже резко расширены, уплощены, с резко разволокненными неврофибриллами. Почти повсеместно — и в волокнах центрального конца, и самого регенерата, и в концевых фигурах — наблюдаются вакуоли. Они иногда достигают больших размеров и уродуют волокна, вызывая на них появление выпячиваний и вздутий. В центральном конце, иногда в области такой большой вакуоли, происходит диссоциация осевого цилиндра на отдельные параллельные волокна, которые, уже не сливаясь в одно, идут по направлению к рубцу. Многие вакуолизированные концевые фигуры отпадают от своих волокон и лежат свободно среди клеточных элементов рубца, не вызывая вокруг себя пролиферативной реакции. Некоторые концевые образования, даже и не потерявшие связи с волокнами, подвергаются неврофагии.

При облучении места перерезки в течение 10 минут, произведенном через сутки после операции, на препаратах совершенно отчетливо видно превосходство в степени регенерации по сравнению с контролем. Регенерат и обильнее и дальше проникает и распространяется в зоне рубца (рис. 90). Состоит он из хорошо конвергирующих, переплетающихся волокон, увенчанных на концах множеством колбочек роста. Коллатерали, обвивающие волокна, выпрямляются, достигают рубца и принимают участие в формировании общего регенерата. Они большей частью снабжены довольно крупными фибриллярными колбами. Вздутия на волокнах центрального конца редуцированы до незначительных размеров и встречаются главным образом только в местах, примыкающих к месту перерезки. Образование коллатералей продолжается, причем они, возникнув сразу же вдоль основного волокна, направляются в регенерат, имея на конце маленькую колбу роста. В стенках единичных *digestive chambers*, совершенно свободных от продуктов распада, наблюдается большое количество митозов. Область рубца полностью очищена от продуктов распада и в ней среди фиброцитов встречается большое количество гистиоцитарных элементов (иногда до 8 в поле зрения под иммерсией).

При облучении спинного мозга в течение 30 минут, произведенном через сутки после операции, на препаратах видно, что регенерат превышает контроль и состоит из хорошо конвергирующих волокон, увенчанных колбками и колбочками (рис. 91). В центральном конце наблюдаются такие же, как и на предыдущей (3-дневной) стадии, изменения перехватов. Но на тонких волокнах центрального конца уже появляются вакуоли, иногда расположенные цепочкой по 5—6 в ряд. Многие из них разрываются

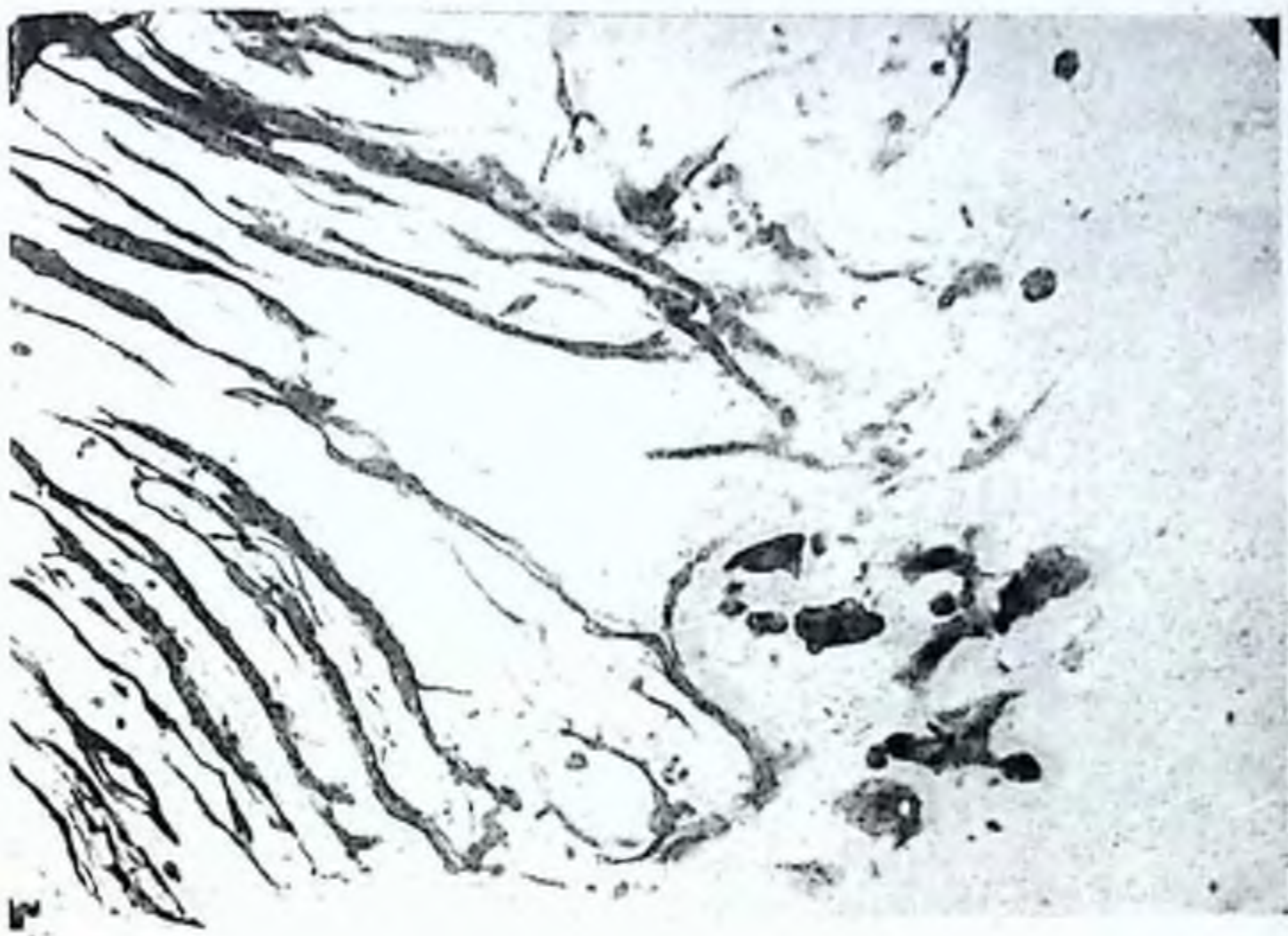


Рис. 89. Микрофото. Регенерация 5 дней. Облучение места перерезки нерва через сутки после операции 30'. Задержка регенерации, бесформенные колбы роста, их вакуолизация. Увел. 246 раз.

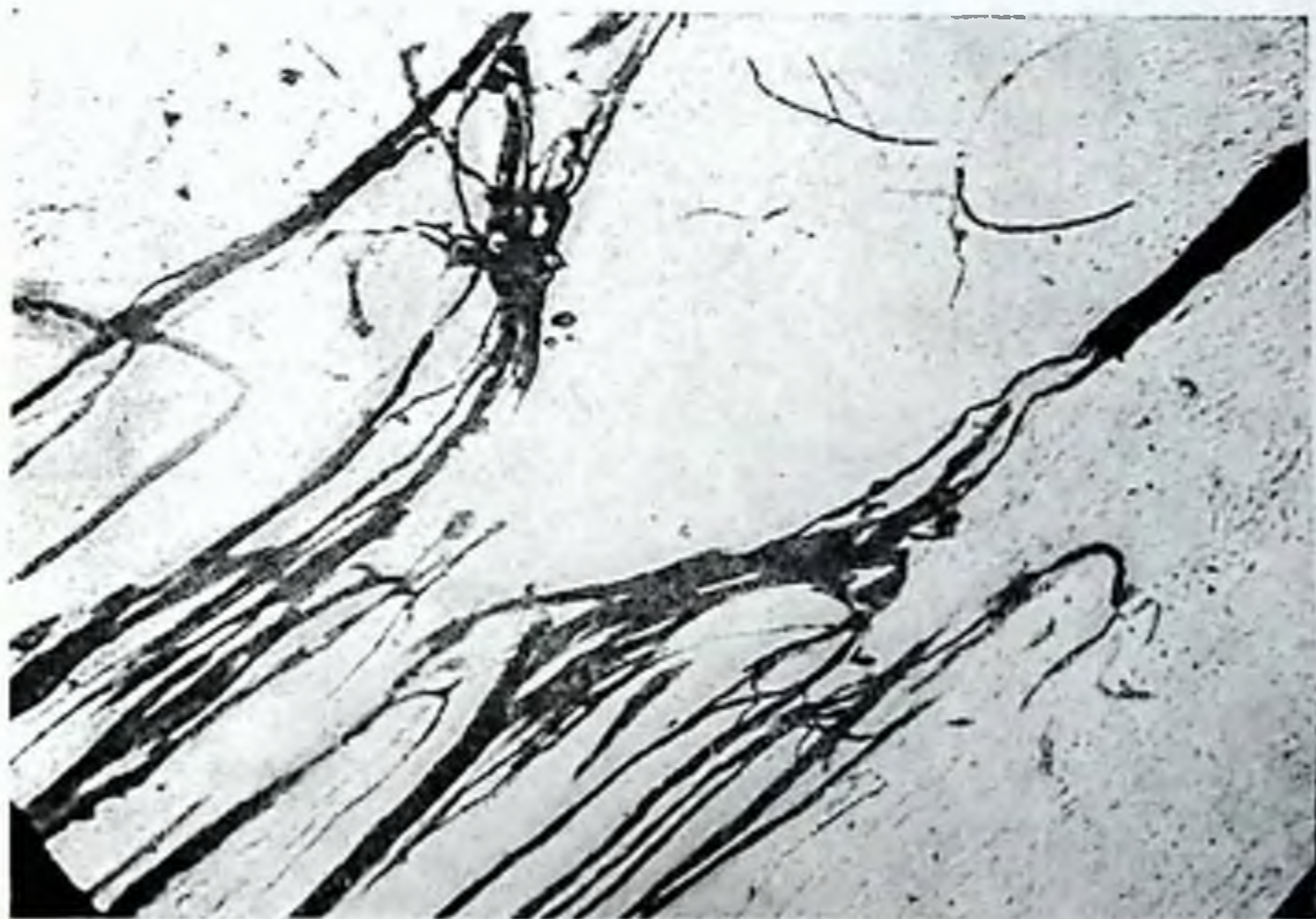


Рис. 88. Микрофото. Регенерация 5 дней. Контроль. Увел. 246 раз.

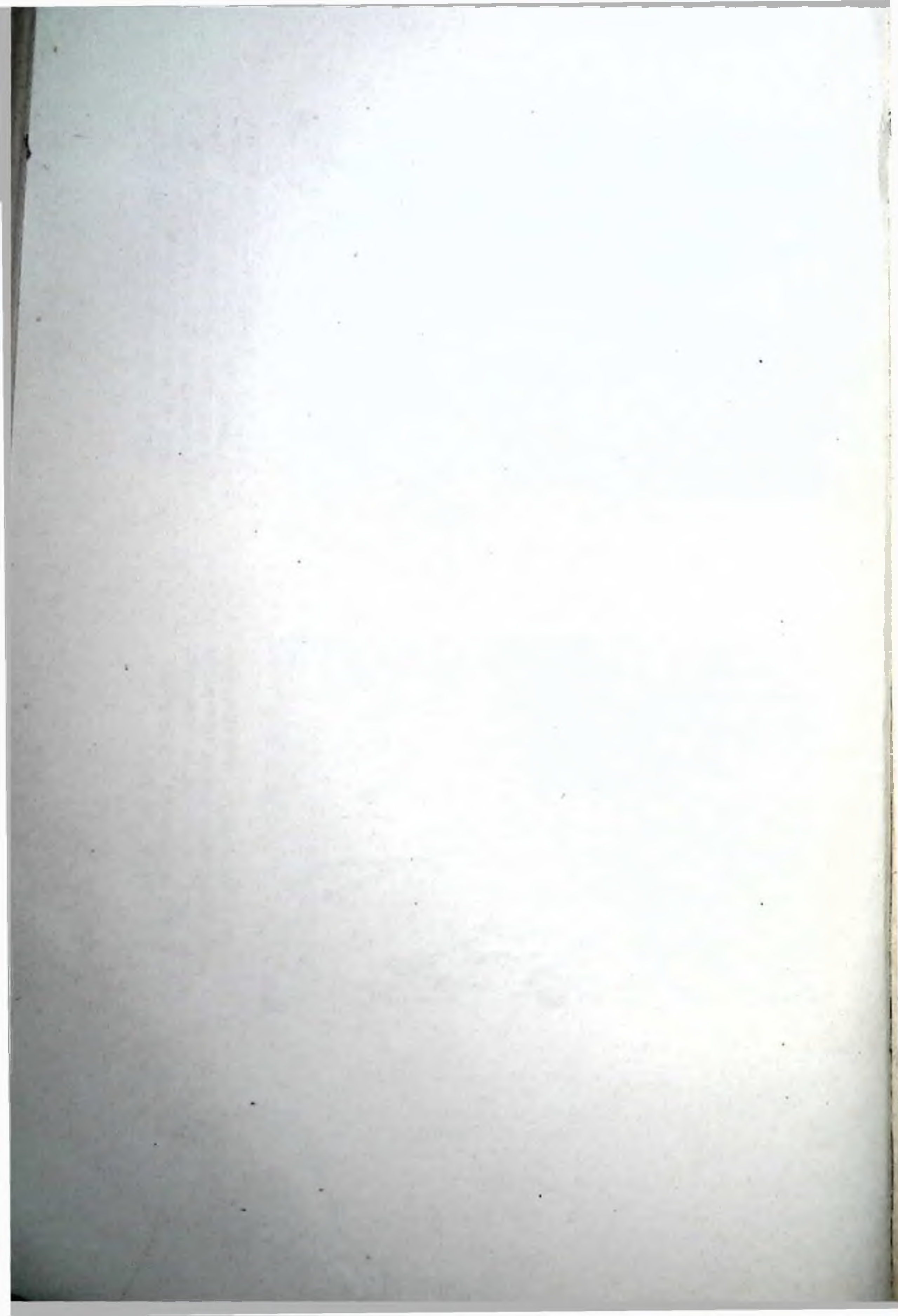




Рис. 90. Микрофото. Регенерация 5 дней. Облучение места перерезки нерва через сутки после операции 10'. Стимулированная регенерация. Увел. 2/6 раз.



Рис. 91. Микрофото. Регенерация 5 дней. Облучение спинного мозга через сутки после операции 30'. Начинаясь патологические изменения в нервных волокнах на фоне стимулированной регенерации. Увел. 2/6 раз.



и оставляют после себя изуродованные волокна с изъеденными краями. У самого края центрального конца, у места его перерезки появляются уплощенные, лентовидные волокна. Часто на таких волокнах наблюдаются вздутия, обязанные своим происхождением множеству мелких вакуолей; иногда такие вакуоли сливаются в одну большую. Digestive chambers начинают увеличиваться в объеме и выглядят как большие светлые пустоты, обвитые спиралью коллатеральных волокон.

При облучении места перерезки в течение 30 минут, произведенном через трое суток после операции, на препаратах видно, что еще больше, чем накануне, нарастает отек digestive chambers, вследствие чего они еще больше увеличиваются в своем объеме. Равным образом увеличивается расширение и уплощение волокон и разволокнение в них неврофибрилл. Увеличивается количество вакуолей в волокнах, резко уродующих их форму. Особенно много периферически расположенных вакуолей и следов от их разрывов. В колбах роста также наблюдается увеличение объема,



Рис. 92. Регенерация 5 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Резко расширенное, вакуолизированное, с разволокненными неврофибриллами волокно делается жертвой лейкоцитов. Объектив App. Zeiss. 60. Окуляр 20. Компенсационный. Рис. аппарат.

нарастание разволокнения неврофибрилл и вакуолизации. Все это вместе взятое приводит к крайнему обезображиванию их. На многих волокнах центрального конца во всем препарате появляются четковидные вздутия. Во многих вакуолях и непосредственно в самих волокнах обнаруживаются лейкоциты, часто видны они и в колбах роста (рис. 92). Волокна регенерата резко расширены до 30—40 μ , большинство обладают резко разволокненными неврофибриллами, многие находятся в разных стадиях гомогенизации и подвергаются или невронофагии или зернистому распаду. Вокруг некоторых, ставших гомогенными, волокон регенерата появляются полости со светлой жидкостью, растворяющей эти волокна. Вообще гибель молодых волокон в регенерате—явление нередкое. Оставшееся после отпадения погибшей части волокно обычно увенчивается большим булавовидным вздутием и не принимает участия в дальнейшей регенерации. Уцелевшие волокна регенерата, кроме упомянутых выше изменений, теряют еще способность ориентироваться на периферический конец, перестают конвергировать и начинают блуждать в рубце, образуя по пути различные, резко разволокненные фигуры. Одновременно с вышеуказанными изменениями на многих волокнах сбоку появляются большие или меньшие грибовидные выросты, состоящие из невроплазмы и пучков спутанных между собой неврофибрилл.

V. Регенерация 6 дней.

На контрольных препаратах хорошо развитый, соответствующий сроку регенерат со множеством маленьких колб роста. Явления ретроградной дегенерации полностью исчезли.



Рис. 93. Регенерация 6 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'.
Объект. Zeiss. 60. Окуляр 2. Рис. аппарат.



Рис. 94. Регенерация 6 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Часть центрального конца с резко измененными нервными волокнами. Задержка регенерации.
Объектив 8. Окуляр 2. Рис. аппарат.

При облучении места перерезки в течение 30 минут, произведенном через трое суток после операции, на препаратах видно, что продолжает регенерировать только часть волокон. Все вышеописанные изменения—



Рис. 95. Регенерация 6 дней. Облучение места перерезки нерва через 3 суток после операции 30'. Причудливые фибриллярные выросты вместо нормальной регенерации.

Объект. Appochr. 60 Zeiss. Окуляр 20 компенс. Рис. аппарат.



Рис. 96. Регенерация 6 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Вакуолизированное волокно из области регенерата со множеством фибриллярных выростов.

Объект Appochr. 60. Zeiss. Окуляр 4. Рис. аппарат.

расширение, разволокнение, уплощение и вакуолизация волокон—существуют, как и накануне. Вакуолизация же достигает громадных размеров (рис. 93): почти в каждом волокне имеется несколько громадных вакуолей, превышающих его диаметр в два и в три раза. В некоторых вакуолях располагаются лейкоциты. В рубце имеются еще остатки разрушающихся

и растворяющихся в окружающей ткани погибших волокон регенерата. Характерно, что клеточная реакция вокруг таких остатков не выражена, невронофагия тоже непостоянна, большей частью дело ограничивается прямо лизисом волокна в окружающей ткани. Волокна центрального конца расширены, с неровными контурами и с вакуолями. Те волокна, регенерирующая часть которых погибла, имеют вид утолщенных, иногда фибриллярных, большей же частью гомогенных волокон, оканчивающихся тупыми вздутиями. Иногда в них видна коллатеральная регенерация, но молодые волокна не поступают в зону рубца (рис. 94). Многие резко расширенные и резко разволокненные осевые цилиндры обладают большим количеством фибриллярных выростов и на концах и по своему ходу, придающих им причудливый вид (рис. 95, 96). Те волокна, которые продолжают регенерировать, имеют резко разволокненный уплощенный вид, извилистый, не направленный к периферическому концу ход и массу фибриллярных, разнообразной формы вздутий и выростов (рис. 97, 98). Тонкие волокна регенерата обладают большим количеством варикозных вздутий, в которых видны утолщенные и раздвинутые неврофибриллы. Колбы роста большей частью значительной, иногда огромной величины с вакуолями и лейкоцитами внутри. Среди них много отпадающих и погибающих (рис. 99).

VI. Регенерация 8 дней

На контрольных препаратах обильный регенерат почти достигает периферического конца. Как и в предыдущих стадиях, волокна центрального конца гладкие, с ровными контурами, волокна регенерата конвергируют, снабжены на концах маленькими колбочками роста.

При облучении спинного мозга в течение 30 минут, произведенном через сутки после операции, регенерат в количественном отношении приблизительно равен контрольному, но изменения волокон, которые обнаружались на предыдущей стадии, сейчас выражены еще сильнее. Заметно истончение волокон центрального конца. В волокнах встречаются вакуоли и многочисленные следы от их разрывов. Иногда по краям волокон сидят грибовидные фибриллярные выросты. Особенно резко изменения выражены в области перехватов Ранвье: осевой цилиндр в области перехвата, бывший раньше отечным, сейчас резко истончен, концы сегментов нервного волокна в области перехвата, бывшие раньше вздутыми, сейчас редуцированы. В области перерезки волокна расширяются, неврофибриллы их разволокняются. Многие волокна останавливаются в росте и оканчиваются на разных уровнях рубца толстыми булавовидными вздутиями или большими колбами. И булавовидные вздутия и колбы резко фибриллярны со спутанными и разволокненными неврофибриллами. Волокна регенерата широки и разволокнены; многие потеряли способность ориентироваться на периферический конец. Конвергенция также отсутствует. Волокна, несмотря на близость периферического конца, блуждают в рубце по изогнутым линиям, но не приближаются к нему. Тонкие волокна все резко варикозны. В варикозных вздутиях видны раздвинутые неврофибриллы.

VII. Регенерация 12 дней

На контрольных препаратах молодые волокна достигают периферического конца, входят в него и продвигаются в нем на значительное расстояние. Хорошо выражена конвергенция, очень обильна невротизация рубца, много волокон, входящих в периферический конец. Вообще весь регенерат имеет отчетливую направленность к периферическому концу (рис. 100).

При облучении места перерезки в течение 30 минут, произведенном через сутки после операции, на препаратах видно, во-первых, общее

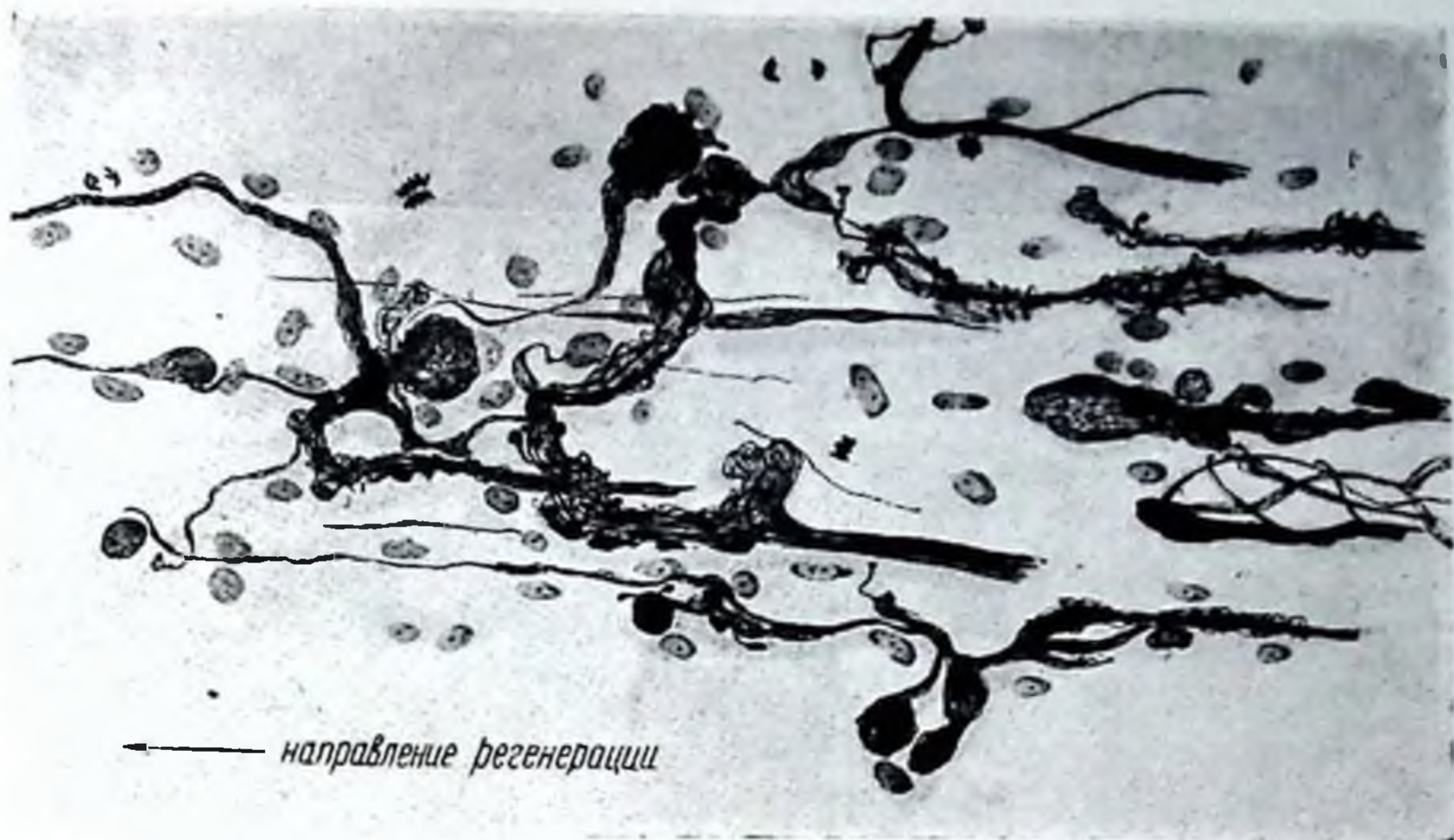


Рис. 97. Регенерация 6 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Волокна из области регенерата. Расширение и раз-
 воложнение нервных волокон с фибриллярными выростами.



Рис. 98. Регенерация 6 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Большое вздутие на волокне из области регенерата, гомогенизирующиеся и подвергающиеся некронофагии.
 Объект. App. 60 Zeiss. Окул 4. Рис. аппарат.

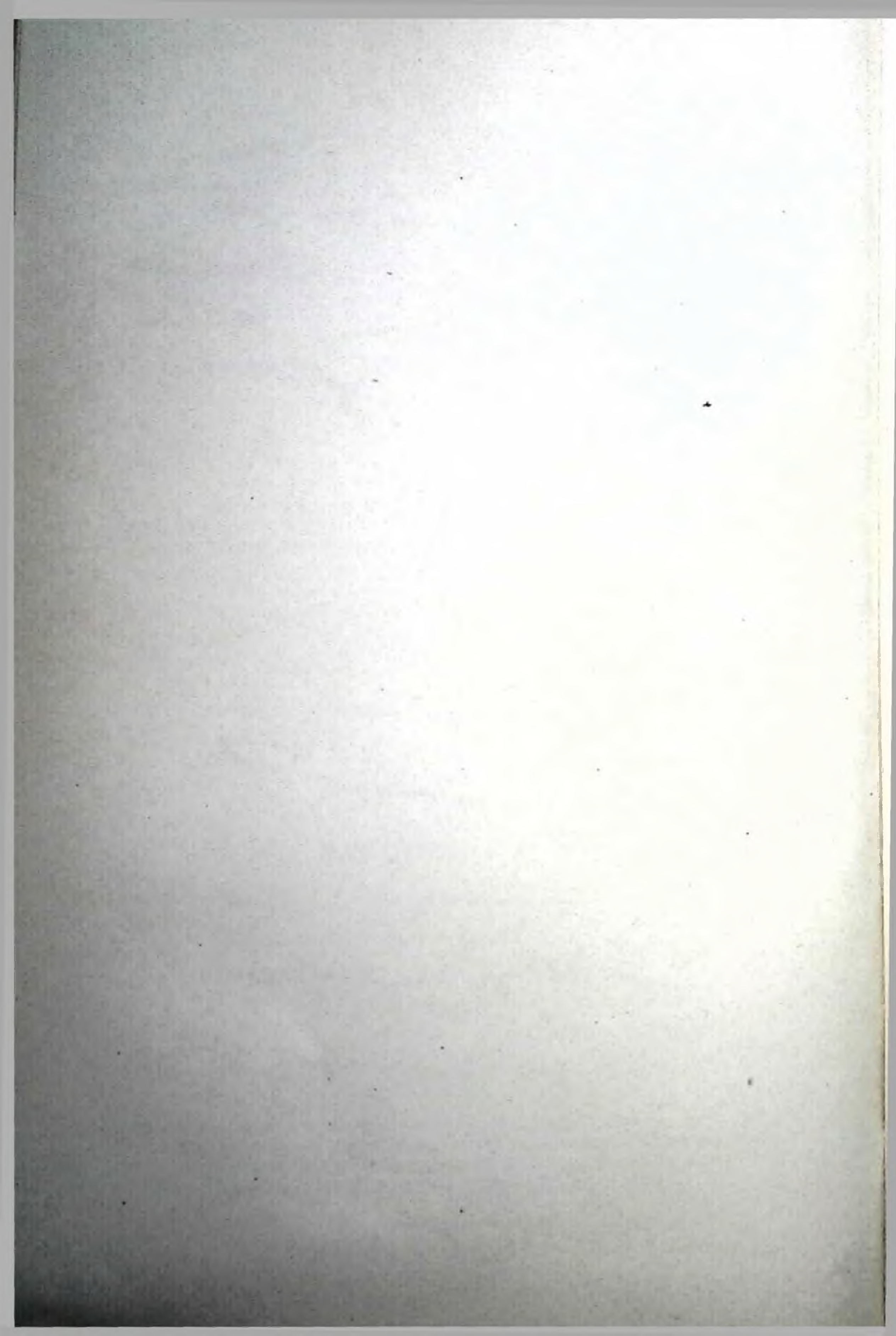
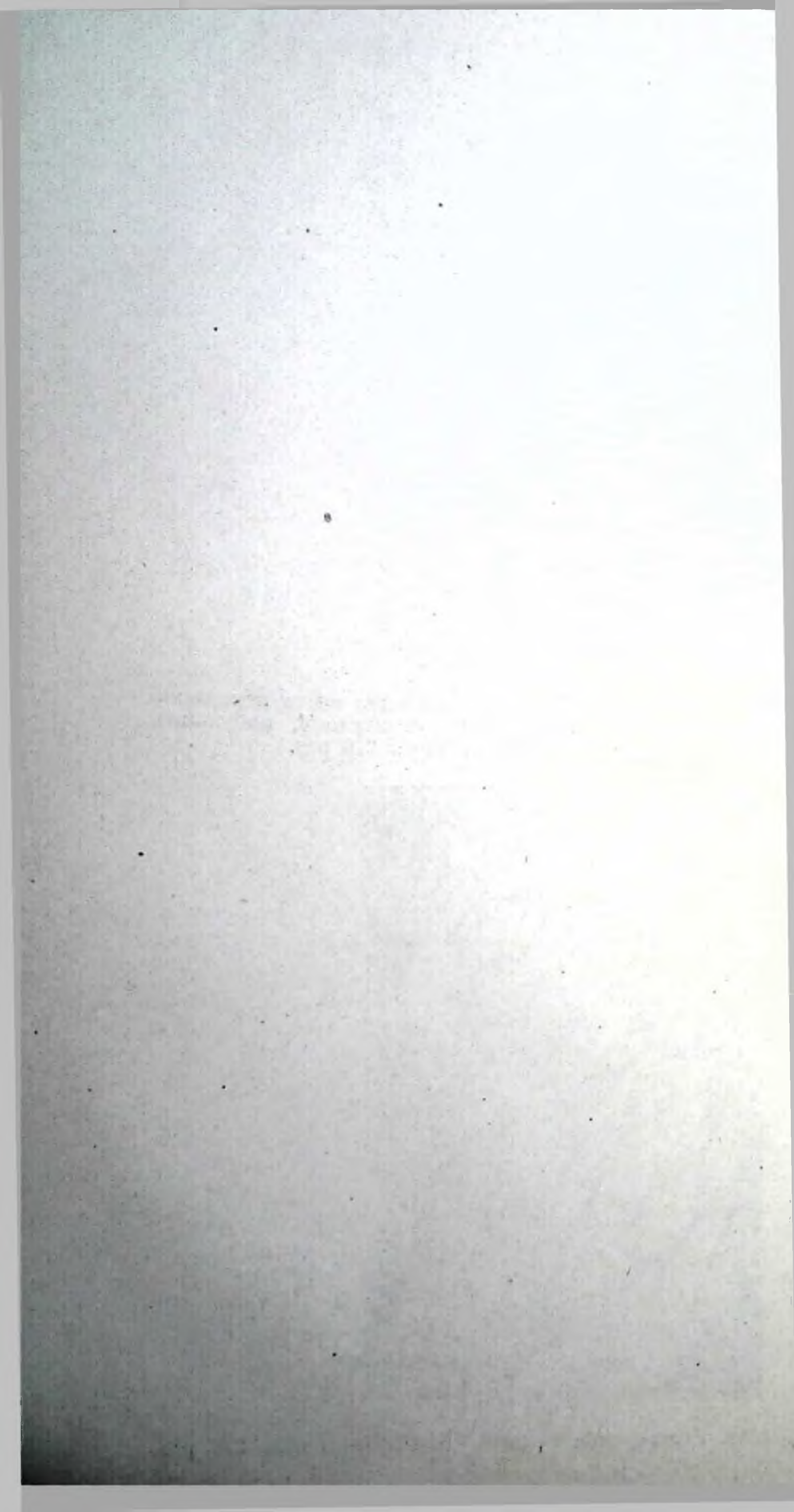




Рис. 99. Микрофото. Регенерация 6 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Задержка регенерации, набухание и гомогенизация нервных волокон. Увел. 246 раз.



Рис. 100. Микрофото. Регенерация 12 дней. Контроль. Увел. 246 раз.



отставание регенерации от соответствующего контроля, и, во-вторых, отсутствие ориентации на периферический конец, вследствие чего большая часть волокон блуждает в рубце и лишь меньшая достигает периферического конца и входит в него (рис. 101). Дегенеративные изменения в волокнах центрального конца значительно выражены и распространяются по нему на 6 и больше миллиметров от места перерезки. На этом протяжении можно видеть digestive chambers, остатки гибнущих осевых цилиндров и фигуры распада миелина. Сами волокна центрального конца расширены и утолщены, с разволокненными неврофибриллами. Часто наблюдается gaveling волокон, причем видно, что в основе этого процесса лежит вакуолизация, и иногда можно обнаружить, что большая, наполненная жидкостью полость лежит в месте диссоциации волокна. В некоторых случаях после такого расхождения волокна снова сливаются в одно, и тогда видна большая овальная полость, охваченная со всех сторон разошедшимися волокнами. Большая часть волокон центрального конца, особенно в участках, прилегающих к месту перерезок, имеет неровные, зазубренные, как бы фестончатые края. Прослеживая этот факт, можно прийти к заключению, что фестончатый край получается вследствие разрывов периферически расположенных вакуолей. Видно, как волокно сначала разбухает, затем в нем появляются вакуоли, которые увеличиваются. Периферически расположенные выпячиваются за край волокна, затем разрываются, а на их месте остаются неровности краев, которые придают волокнам фестончатый вид. Одновременно с разрывом вакуолей на волокнах наблюдается процесс появления грибовидных разволокненных выростов, иногда снабженных ножкой, подвергающихся также вакуолизации. Очень большое число волокон на границе с рубцом делает крутой поворот и регенерирует в обратном направлении по центральному концу. Волокна эти увенчаны колбами. Колбочки эти все одинаковы, небольшой величины и овальной формы. Среди них совсем нет отпадающих и дегенерирующих. Некоторое количество волокон совершенно не участвует в регенерационном процессе, оставаясь на границе рубца увенчанными большими колбами или вздутиями. Многие из таких колб отпадают от волокон и тут же подвергаются некрозу. На границе с рубцом имеется небольшое количество феноменов Перрончито, причем спирали обычно короткие с частыми поворотами, и волокно, образующее спираль, одето шванновской оболочкой. Те волокна, которые входят в рубец, обладают большим количеством патологических изменений. Как было уже упомянуто, они не ориентированы на периферический конец, а блуждают по разным изогнутым направлениям, большей частью группами. Сами волокна лентовидно уплощены, имеют в ширину 13—15 μ , с резко разволокненными неврофибриллами. Во многих волокнах пучки неврофибрилл расходятся между собой, обнажая овальные участки невроплазмы. Многие волокна содержат огромные вакуоли. В рубце встречается небольшое количество спиралей, образованных тонкими волокнами, одетыми шванновской оболочкой. Колбы большей частью имеют вид огромных, бесформенных, разволокненных фигур. Среди них часты отпадающие колбы. В последнем случае вокруг колбы образуется полость, наполненная жидкостью, в которой колба растворяется. Периферического конца достигают лишь немногие волокна, но и они патологически изменены. Самые тонкие из них имеют по своему ходу многочисленные варикозные вздутия, состоящие из местных набуханий невроплазмы с утолщением и раздвиганием неврофибрилл. Многие варикозные утолщения содержат, кроме того, мелкие вакуоли. Более толстые волокна, достигающие 1½—3 μ , подобно волокнам в рубце, уплощены, иногда с разволокненными неврофибриллами, иногда с более или менее выраженной гомогенизацией. В таких случаях они набиты огромным количеством очень мелких вакуолей. В периферическом же конце довольно часто встречаются ретроградные колбы, среди которых много вакуолизированных и отпадающих, находящихся на разных стадиях дегенеративных изменений (рис. 102).

При облучении места перерезки в течение 10 минут, произведенном через сутки после операции, на препаратах отчетливо видно, что регенерация превышает контроль количеством волокон, устремляющихся в рубец. Регенерирующие волокна хорошо конвергируют, не отличаясь в этом отношении от контроля. Весь регенерат ориентирован на периферический конец, куда входит большое количество волокон и продвигается там далеко к периферии. В центральном конце много коллатералей, которые идут параллельно с основными волокнами, наряду с ними принимая участие в регенерации. Почти все волокна сопровождаются тесно прилегающими к ним овальными ядрами Шванна. Отдельные тонкие волокна иногда варикозны. В области рубца и периферического конца много гистиоцитарных элементов. Рассасывание периферического конца по сравнению с контролем ускорено, причем оно идет со стороны рубца, где больше гистиоцитов. В клетках Шванна, особенно в периферическом конце, видны многочисленные митозы.



Рис. 102. Регенерация 12 дней. Облучение места перерезки через сутки после операции 30'. Изменения волокон, проникших в периферический конец. Варикозности, огромное гомогенное вздутие и ретроградная вакуолизированная колба.

Объект. Approach. 60 Zeiss. Окул. 20. Компенс. Рис. аппарат.

При облучении спинного мозга в течение 30 минут, произведенном через сутки после операции, на препаратах совершенно ясно видно значительное отставание в регенерации по сравнению с контролем (рис. 103). Особенно обращает на себя внимание то обстоятельство, что регенерирующие волокна почти полностью теряют способность ориентироваться на периферический конец. Весь регенерат расположен в ближайших к центральному концу частях рубца, распространяясь там по изогнутым и извилистым линиям. В периферический же конец входят лишь немногие волокна. Волокна центрального конца все имеют неровные, фестончатые края, иногда содержат крупные вакуоли. На многих волокнах располагаются боковые выросты.

Интересно отметить, что в центральном конце наблюдается отек периаксиальных пространств, вследствие чего происходит отслоение оболочки Шванна от осевого цилиндра. Многие волокна центрального конца имеют гомогенный вид и огромные, гомогенные же вздутия по своему ходу. В таких вздутиях иногда видны вакуоли. Некоторое количество волокон оканчивается в ближайших к центральному концу отделах рубца гомогенными толстыми вздутиями. Иногда они обвиты спиралью из тонких волокон. Волокна спиралей одеты оболочкой Шванна. Некоторые волокна дают от себя тоненькие коллатеральные веточки, которые вскоре же оканчиваются большими вздутиями, даже не дойдя до области рубца. Волокна, блуждающие в рубце, довольно широки, плоски. Неврофибриллы их разволокнены настолько, что некоторые волокна имеют дряблый вид. Среди них встречаются и такие, которые имеют чрезвычайно прямолинейное направление и резкую гомогенизацию с признаками лизиса. Все тонкие волокна, в том числе и те, которые входят в периферический конец, варикозны.



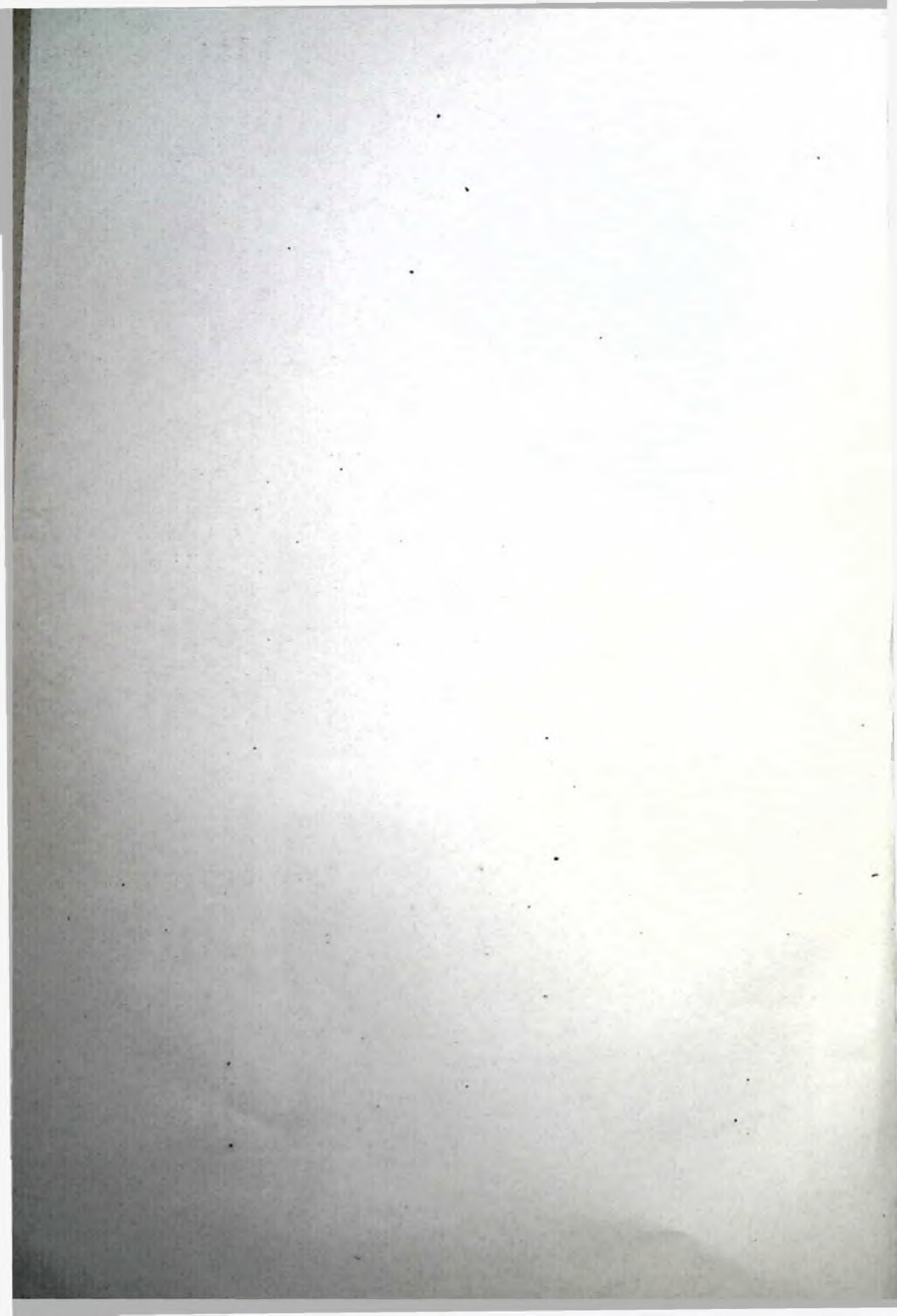
Рис. 101. Микрофото. Регенерация
12 дней. Облучение места перерезки
нерва через сутки после операции
30'. Задержка регенерации. Увел.
246 раз.



Рис. 103. Микрофото. Регенерация
12 дней. Облучение спинного мозга
через сутки после операции 30'. За-
держка регенерации, нарушение ори-
ентации нервных волокон к перифе-
рическому концу. Увел. 246 раз.



Рис. 104. Микрофото. Регенерация
12 дней. Облучение места перерезки
нерва через 3 суток после опера-
ции 30'. Задержка регенерации.
Увел. 246 раз.



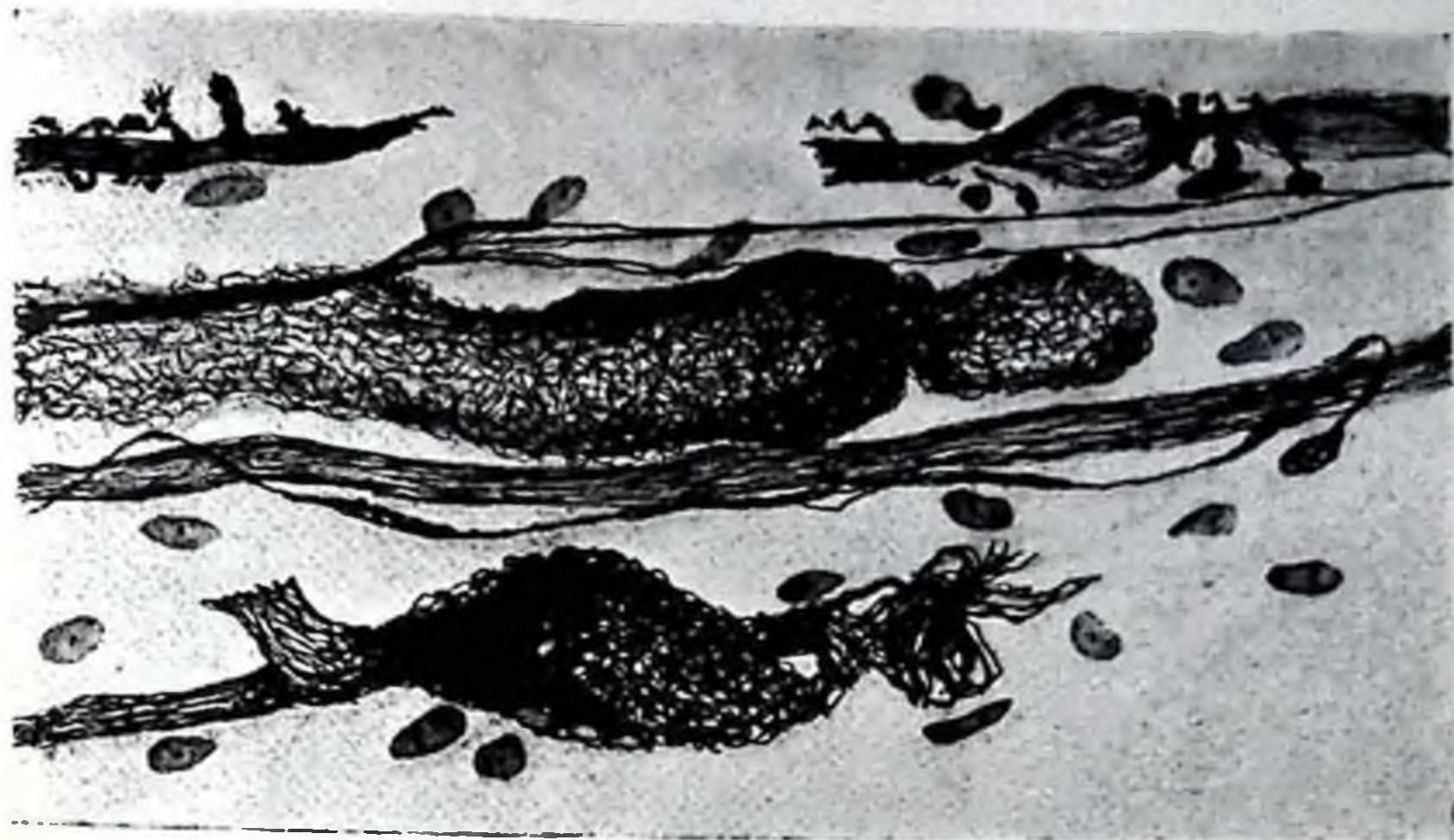


Рис. 105. Регенерация 12 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Утратившие способность регенерировать волокна из ближайших к центральному концу отделов рубца, увенчанные большими булавовидными вздутиями.
 Объект. Апп. 60. Zeiss Окул. 20. Компенс. Рис. аппарат.

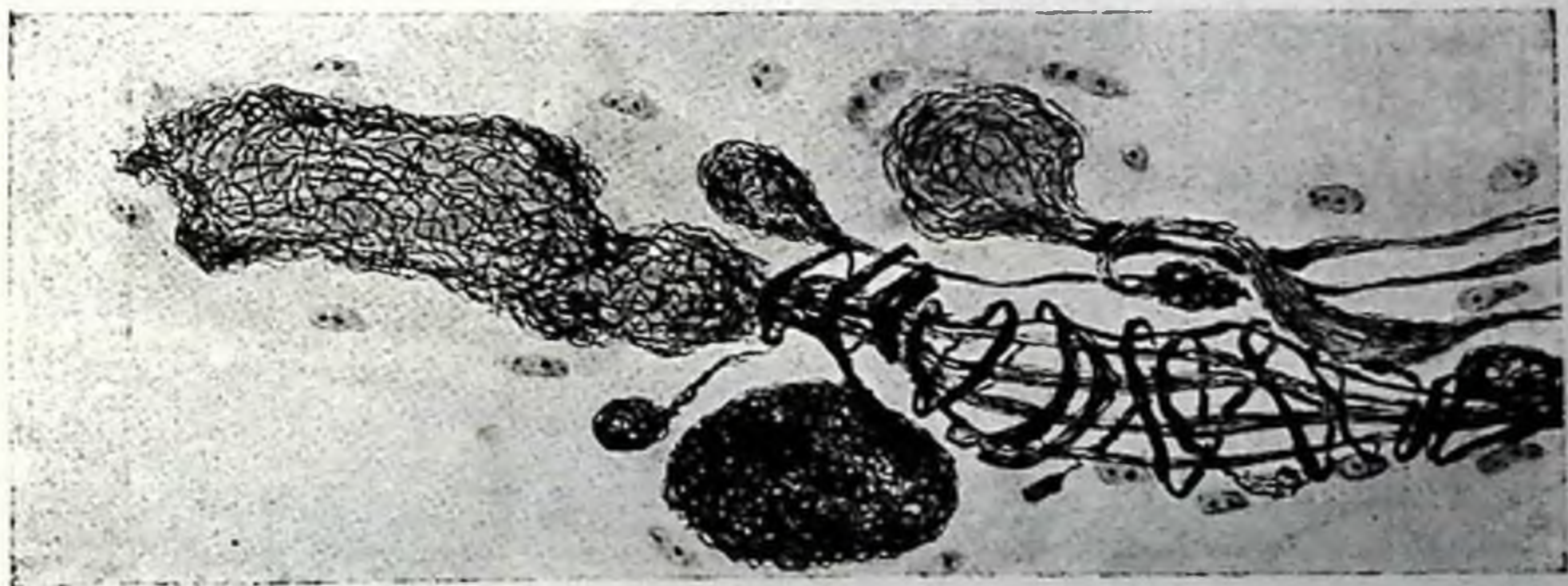


Рис. 106. Регенерация 12 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Утратившее способность регенерировать волокно, увенчанное большим булавовидным вздутием.
 Объект. Апп. 60 Zeiss. Окул. 20. Компенс. Рис. аппарат.

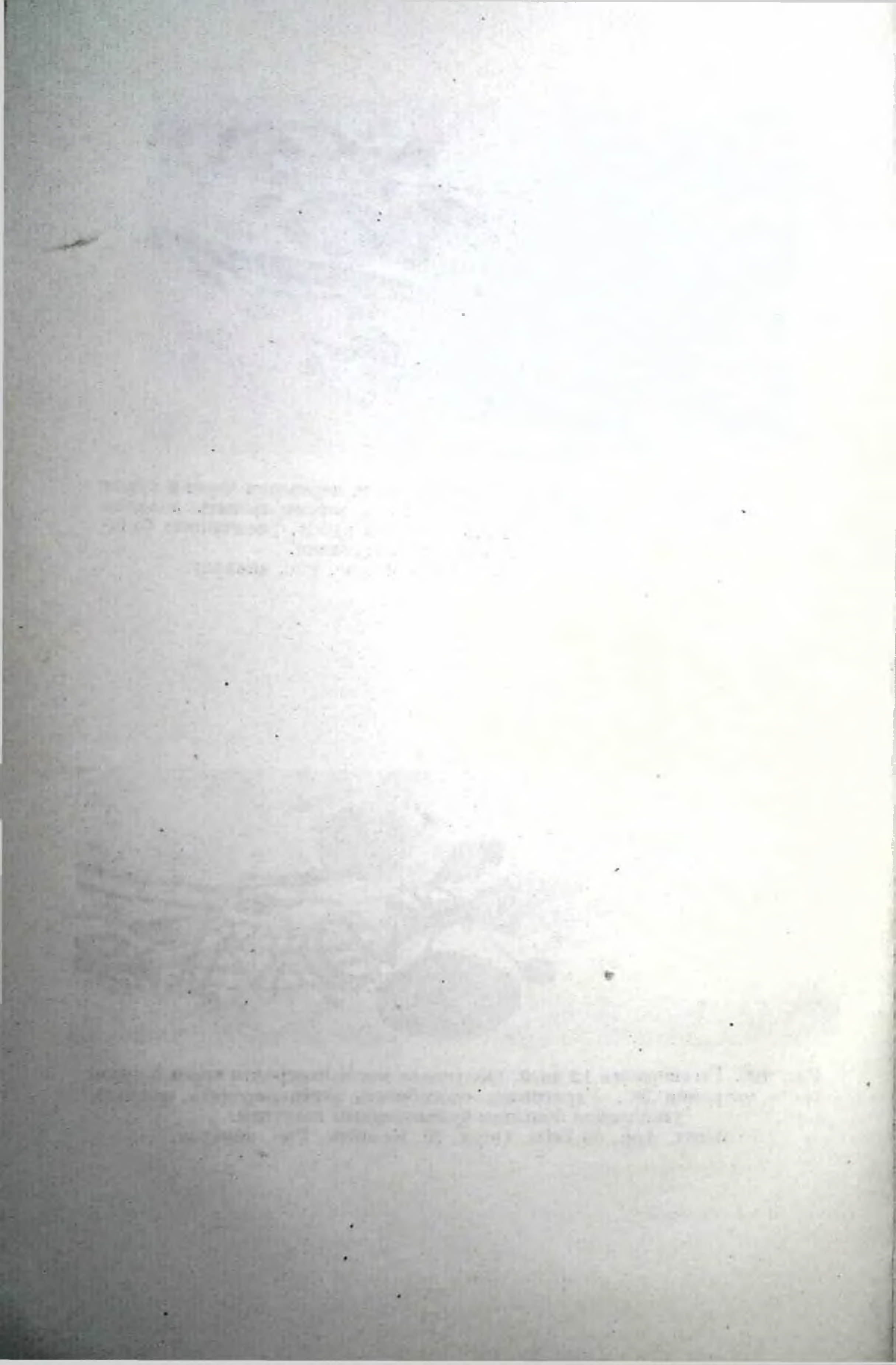
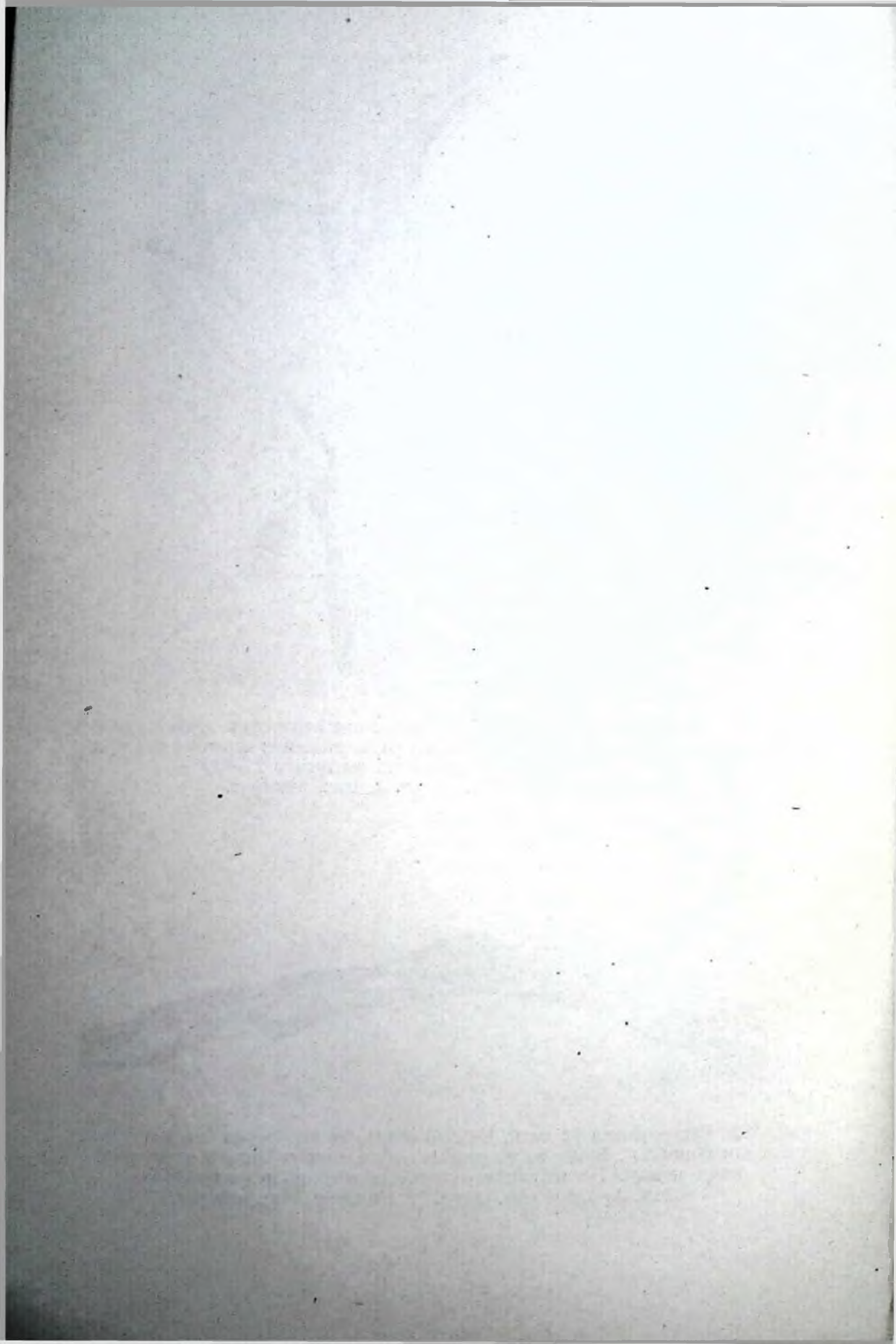




Рис. 108. Регенерация 12 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Резкое расширение и разволокнение нервных волокон из области рубца. Ширина волокна достигает 25—30 μ .
Объект. App. 60 Zeiss. Окул. 4. Рис. аппарат.



Рис. 109. Регенерация 12 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Волокно из отдела рубца, прилегающего к центральному концу. Раздвигание отдельных пучков неврофибрилл.
Объект. App. 60 Zeiss. Окул. 20. Компенс. Рис. аппарат.



При облучении места перерезки в течение 30 минут, произведенном через трое суток после операции, на препаратах совершенно отчетливо обнаруживается, что приблизительно около $\frac{1}{3}$ волокон совершенно не проявляют признаков регенерации (рис. 104). Обычно это толстые полонна, оканчивающиеся на границе центрального конца и рубца огромными же,



Рис. 107. Регенерация 12 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Распадающаяся спираль в центральном конце на границе с рубцом.

Объект. Аппочг. 60 Zeiss. Окул. 4. Рис. аппарат.

резко разволокненными вздутиями (рис. 105). Иногда эти волокна обвиты спиралями, но волокна, образующие спирали, не направляются в рубец, а также кончаются огромными вздутиями. Многие спирали находятся в состоянии зернистого распада (рис. 106 и 107). Проникающие в рубец волокна в большинстве его и не покидают. Эти волокна потеряли спо-



Рис. 110. Регенерация 12 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Волокно из области регенерата (в рубце) с резко спутанными и разволокненными неврофибриллами и с огромным фибриллярным выростом.

Объект. Аппочг. 60. Окул. 20. Компенс. Рис. аппарат.

собность ориентироваться на периферический конец и блуждают в разных направлениях в рубце. Они обычно очень расширены—до 30 μ , лентовидны, уплощены, неврофибриллы в них имеют извилистый ход, утолщены и разволокнены (рис. 108). Многие волокна резко и неравномерно разбухают. Отдельные пучки неврофибрилл в волокнах в силу неравномерного разбухания раздвигаются, обнажая свободные участки невроплазмы (рис. 109). На многих волокнах имеются огромные фибриллярные выросты, большей частью круглой формы (рис. 110). Среди волокон много отвалившихся колб, иногда гигантских по величине—до 100 μ , больше с пер-

ферической вакуолизацией и лизисом (рис. 111). Вблизи центрального конца имеются ретроградные колбы (рис. 112). Лишь незначительная часть волокон входит в периферический конец и продвигается в нем. Обычно это резко варикозные волокна, причем в варикозных вздутиях видно набухание невроплазмы и раздвигание неврофибрилл (рис. 113,



Рис. 111. Регенерация 12 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Гигантская гнущая колба из области рубца. Объект. Appochr. 60 Zeiss. Окул. 20. Компенс. Рис. аппарат.

114, 115). Иногда тонкие варикозные волокна гомогенны. В периферическом конце обнаруживается некоторое количество ретроградных колб.

VIII. Регенерация 15 дней

Последняя серия опытов имела своей целью выяснить, какое влияние оказывает УВЧ на уже хорошо развившийся регенераторный процесс.



Рис. 112. Регенерация 12 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Ретроградная колба на волокне центрального конца, которое на расстоянии 1 100 μ от нее кончается стерильно большим булавовидным вздутием.

Объект. Appochr. 60 Zeiss. Окул. 20. Компенс. Рис. аппарат.

Для этого животным производилась односторонняя полная перерезка седалищного нерва; облучение места перерезки применялось через 12 суток после операции. Почти у всех оперированных животных, в том числе и у контрольных, развивалось то или иное трофическое расстройство на дезиннервированной конечности. Иногда это был только большой цианотичный отек, иногда легкое изъязвление, главным образом на задней поверхности голеностопного сустава, иногда настоящая трофическая язва. Одна кошка погибла через 6—7 часов после облучения. При исследовании нерва этого животного обнаружилось, что регенерация ни в смысле коли-



Рис. 113. Регенерация 12 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Изменения волокон в центральном конце.
 Объект. App. 60. Zeiss. Окул. 4. Рис. аппарат.

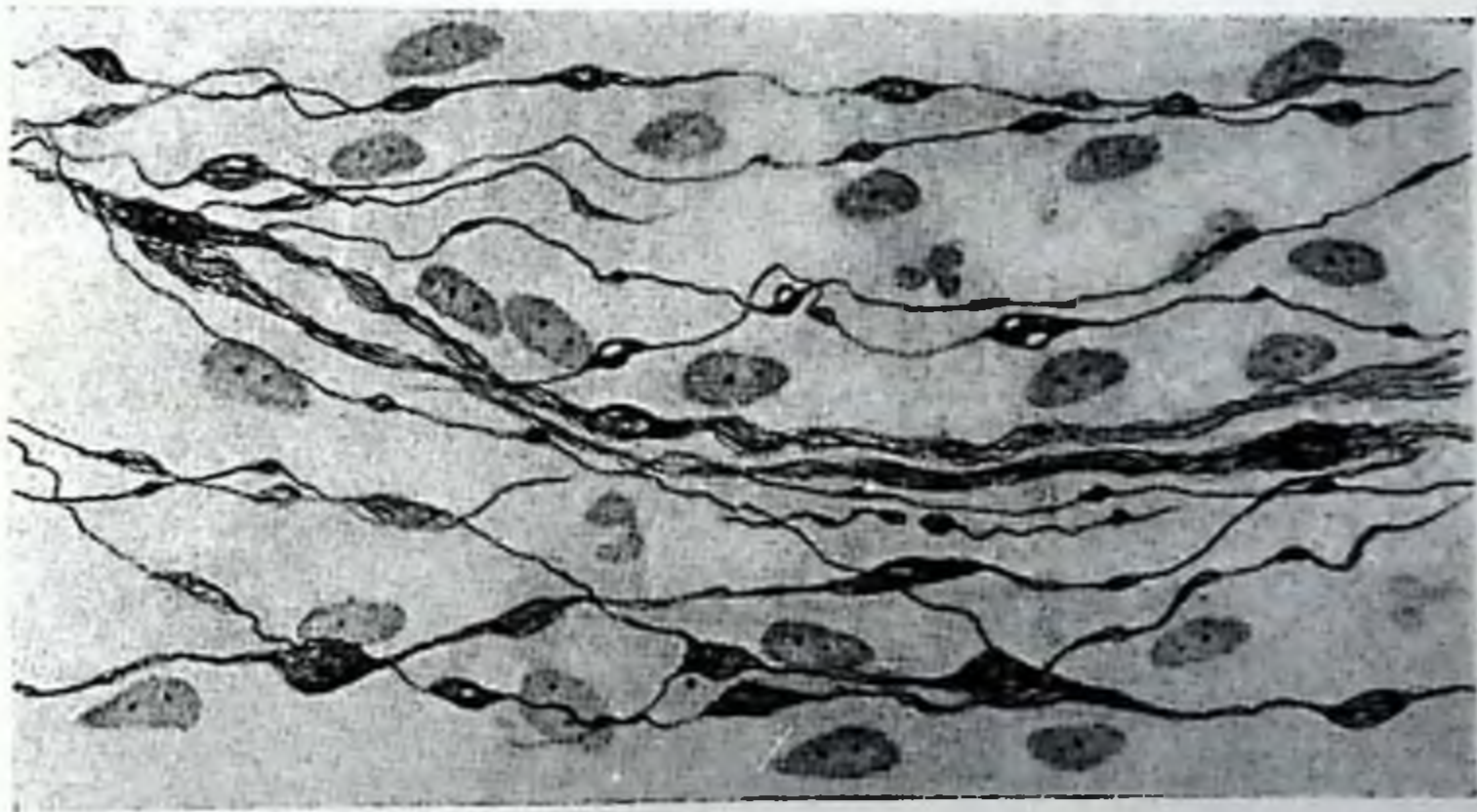


Рис. 117. Регенерация 15 дней. Облучение места перерезки через 12 дней после операции 30'. Резко варикозные волокна регенерата из области входа в периферический конец.
 Объект. App. 60. Zeiss. Окул. 20. Компенс. Рис. аппарат.

чественном, ни в смысле состояния и сохранности волокон никаких изменений по сравнению с контролем не представляет. Это обычный хорошо выраженный 12-дневный регенерат, с хорошо видной конвергенцией, с обильной невротизацией рубца и прорастанием периферического конца. Изредка только на наиболее тонких волокнах, проросших уже в перифе-



Рис. 114. Регенерация 12 дней. Облучение перерезки через 3 суток после операции 30'. Деталь к рис. 126. Измененное волокно из центрального конца.

Объект. Appochr. 60 Zeiss. Окул. 20. Компенс. Рис. аппарат.

рический конец, видны небольшие гомогенные варикозные вздутия. Обращает же на себя внимание другое обстоятельство: во всем препарате там и здесь происходит гибель лейкоцитов. При этом можно проследить все этапы их разрушения. Первая стадия заключается в набухании клеточного тела и разрывах перемычек между сегментами ядра. Затем протоплазма исчезает, вследствие чего распавшиеся на отдельные сегменты ядра лежат свободно среди других клеточных элементов рубца. Лишь

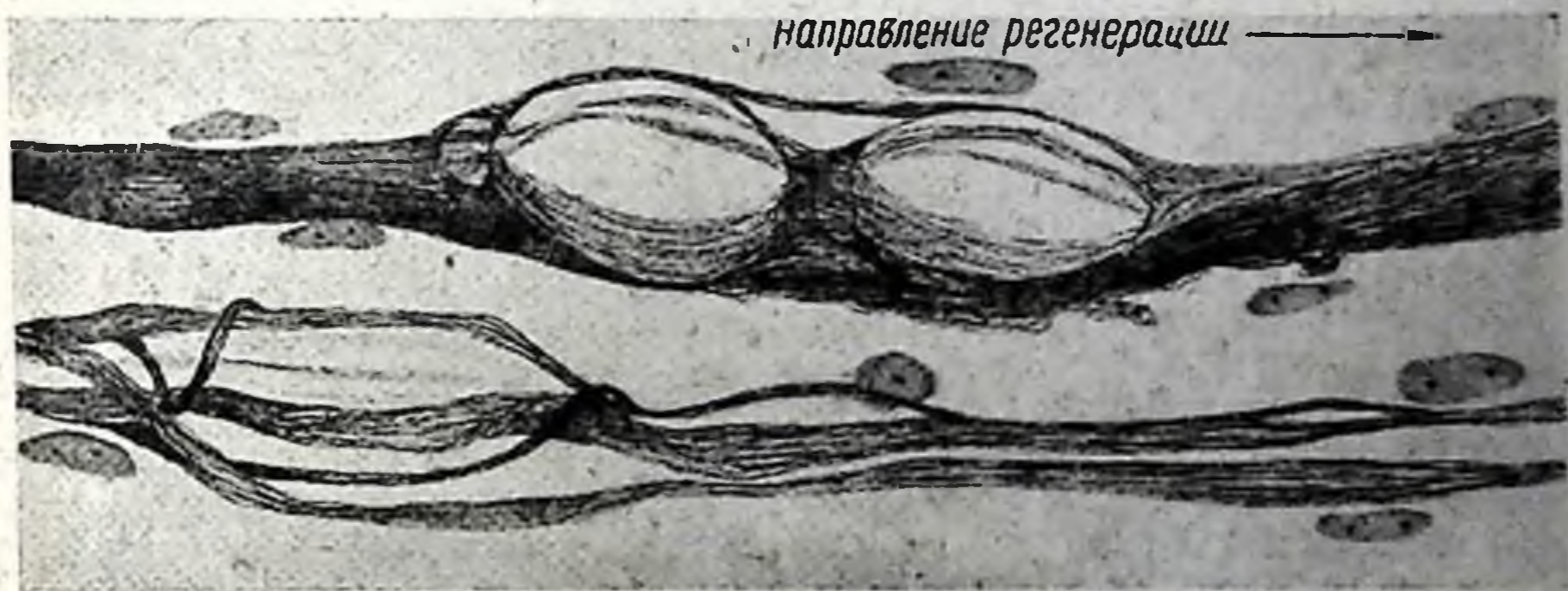


Рис. 115. Регенерация 27 дней. Облучение места перерезки через 3 суток после операции 30'. Вакуолизация волокон центрального конца.

Объект. Appochr. 60 Zeiss. Окул. 20. Компенс. Рис. аппарат.

только в кровеносных сосудах можно обнаружить неповрежденные лейкоциты.

На препаратах животных, подвергнутых местному облучению седалищного нерва через 12 суток после операции и убитых через трое суток после облучения, обнаруживается совсем иная картина. Лейкоциты, находящиеся в рубце и между отдельными элементами центрального и периферического концов, имеют совершенно нормальный вид. Кое-где лишь еще можно встретить отдельные кучки распавшихся ядер погибших лейкоцитов. В нервных же волокнах наблюдаются резкие патологические изменения. С внешней стороны в количественном отношении регенерат представляется хорошо выраженным и соответствующим сроку. Волокна, выходя из центрального конца в очень большом количестве, конвергируют,

обильно невротизируют рубец, все достигают периферического конца и идут в нем далеко к периферии. Но если рассматривать отдельные волокна, то можно обнаружить, что некоторая часть волокон центрального конца (остальная часть никаких изменений не представляет) обнаруживает резкие отклонения от нормального вида. По всему своему ходу в препарате эти волокна четковидно вздуты, в области перехватов Ранвье концы сегментов их утолщены. В области, примыкающей к месту перерезки, волокна утолщены и имеют резко фестончатые контуры (рис. 116). Видно, что эта неровность контуров вызвана боковыми выпячиваниями осевых цилиндров в этих местах. Иногда эти выпячивания имеют более или менее тонкую ножку, чаще же сидят широким основанием прямо на волокне и имеют вид грибовидных, разнообразной формы и величины, иногда огромных выростов. В образовании этих выпячиваний принимают участие и неврофибриллы, которые имеют здесь вид спутанного клубка;



Рис. 116. Регенерация 15 дней. Облучение места перерезки через 12 дней после операции 30'. Измененное волокно из центрального конца. Объект. Апрохг. 60. Zeiss. Окул. 20. Компенс. Рис. аппарат.

во многих случаях выпячивания гомогенны. Во многих местах видно, что неврофибриллы осевого цилиндра на определенном его участке диссоциируют и расходятся между собой настолько, что образуют большие веретенообразные разволокненные фигуры, напоминающие те, которые М и н е а видел в случаях диссеминированного склероза и экспериментального местного замораживания нервных волокон; М и н е а описал это явление под названием интрааксональной регенерации. Еще раз надо подчеркнуть, что описанные изменения обнаруживаются только на части волокон центрального конца, другая же часть волокон никаких отклонений от своего обычного нормального вида не представляет. Регенерирующие волокна изменены главным образом в своих дистальных частях, в проксимальных же видно только некоторое расширение волокон и их извилистый ход, точно волокно, удлинившись, вынуждено уместиться в прежнем месте. Вся же дистальная часть регенерата, т. е. волокна в отделах рубца, примыкающих к периферическому концу и в нем самом, представляет резкие изменения. Все без исключения волокна четковидно вздуты, причем сами четковидные вздутия более гомогенны, чем участки волокон между ними, где видны диссоциированные и разволокненные неврофибриллы. Более тонкие волокна все без исключения резко варикозны. Варикозные вздутия представляют собой довольно крупные узелки, в большом количестве сидящие на волокне, большей частью гомогенные, тогда как сами волокна, несмотря на их малый калибр, обнаруживают разволокнение и диссоциацию тонких неврофибрилл (рис. 117).

Исследование рубца¹

Изучение клеточных элементов рубца, образующегося между концами перерезанного нерва, дало следующие результаты. При облучении места

¹ Сообщаются предварительные данные.

перерезки нерва уже через шесть часов после воздействия обнаруживается разрушение полиморфоядерных лейкоцитов. Первым этапом этого процесса является набухание клеточного тела и разрывы перешейков между сегментами ядра. Затем протоплазма клетки исчезает, и осколки ядер оказываются лежащими свободно среди остальных клеточных элементов рубца. Процесс этот заканчивается в течение суток, после чего неповрежденные лейкоциты замещают погибших. Разрушение лейкоцитов наблюдается не только при облучении свежих ран, когда лейкоциты еще находятся в экссудате, но и на других стадиях, когда полинуклеары присутствуют в рубце в качестве уже тканевых лейкоцитов. Количество гистиоцитов при 30-минутном облучении уменьшается. На препаратах, полученных методом прижизненной окраски туранблау, в облученном материале их приблизительно в 10 раз меньше, чем в контроле. При сравнении же этих препаратов с окрашенными гематоксилином Гейденгайна обнаруживается, что это уменьшение не столь велико, и необнаружение гистиоцитов с помощью трипановой сини зависит от нарушения их способности накапливать краску. На контрольных препаратах, окрашенных железным гематоксилином, после инъекций трипановой сини гистиоциты имеют в протоплазме темную зернистость в виде крупных гранул, на препаратах же облученного материала, обработанных точно так же, зернистость гистиоцитов имеет вид пылевидной и слабо окрашенной в сероватый цвет.

При облучении области спинного мозга с соответствующей экранировкой мест перерезки нерва никаких изменений в рубце не наблюдается.

При окраске кожи из места разреза неврогистологическими и тканевыми методами на препаратах от животных, получивших местное облучение в течение 30 минут, можно видеть расширение и разволокнение нервных волокон, варикозность тонких нервных веточек и набухание и разволокнение концевых аппаратов. В каждом рубце обнаруживаются те же самые изменения гистиоцитов, как и в рубце между концами перерезанного нерва.

При облучении спинного мозга в кожной ране ни со стороны нервных, ни со стороны тканевых элементов изменений не встречается.

Дискуссия

При анализе результатов произведенных опытов надо прежде всего отметить, что поле ультравысокой частоты в примененных дозах оказывает несомненное действие на нервную ткань. Во всех группах экспериментальных животных отчетливо выражены те или иные изменения в течение регенераторного процесса и в структуре волокон. Необходимо также отметить, что действие УВЧ обнаруживается не только при применении ее непосредственно на область перерезки нерва, но и при применении ее на область поясничного утолщения спинного мозга, при котором воздействию подвергаются тела двигательных и чувствительных нейронов седалищного нерва. И в этом случае перерезанный нерв реагирует изменениями как в течении регенераторного процесса, так и в структуре волокон. Изменения, разыгрывающиеся в перерезанном нерве при местном воздействии, протекают на фоне сравнительно умеренных изменений в мезенхимных элементах рубца, выражающихся в распадении лейкоцитов в первый день после облучения и в изменении

фагоцитарной способности гистиоцитов и в уменьшении их количества в последующие дни. Рассматривая изменения в перерезанном нерве только с точки зрения изменений регенераторного процесса как такового, надо прежде всего отметить, что при местном воздействии малые дозы оказывают стимулирующее влияние: уже с самых первых дней после перерезки видно, что нервное волокно оказывается способным к усиленному терминальному и коллатеральному росту. Уже на вторые сутки регенерации видно, что молодой регенерат превышает контроль и по количеству нервных ветвей и по скорости продвижения к периферическому концу. Эта разница сохраняется до самых последних из обследованных сроков, когда равным образом видно, что большее по сравнению с контролем количество нервных волокон находится в рубце и в периферическом конце. Этот усиленный рост регенерирующих нервных волокон происходит одновременно с усиленной гистиоцитарной реакцией и усиленным рассасыванием дегенерированных волокон периферического конца.

Большие дозы, примененные местно, особенно на третьи сутки после перерезки, оказывают на процесс регенерации тормозящее влияние. Почти парализуется терминальный рост, резко замедляется образование коллатералей. Волокна принимают дивергентное направление, часть волокон растет ретроградно. При облучении на третьи сутки после операции обнаруживается, что определенная часть волокон совсем теряет способность регенерировать. Не покидая центрального конца или останавливаясь на разных уровнях рубца, эти волокна резко деформируются и получают на конце огромные булавовидные вздутия. В периферический конец проникает незначительное количество волокон.

Очень демонстративно и интересно влияние, оказываемое УВЧ при применении ее на область спинного мозга. На протяжении нескольких дней можно видеть, как стимулированная сначала регенерация сменяется замедленной и делается патологической. Видно, как сначала усиленный терминальный рост волокон и усиленное образование коллатералей замедляются, как многие волокна совсем останавливаются в своем продвижении вперед, а остальные теряют способность ориентироваться на периферический конец и блуждают в рубце. В периферический конец проникает меньшая часть волокон.

При детальном исследовании этих отклонений в течении регенераторного процесса обнаруживается, что в основе их лежат изменения отдельных нервных волокон. Они незначительно выражены и, повидимому, обратимы в случаях воздействия малыми дозами УВЧ, и достигают огромных степеней при повышении дозы. Уже в случаях стимулированной малыми дозами

регенерации видно, что волокна центрального конца обладают вздутиями сегментов волокна, примыкающих к перехвату Ранвье. Эти вздутия изменяют морфологическую картину перехвата, придавая ему форму песочных часов. Однако они не достигают больших размеров, и ими только и ограничиваются изменения волокон при малых дозах. К тому же уже с первых дней регенерации эти вздутия имеют тенденцию уменьшаться, и через некоторое время они исчезают совсем.

Большие дозы, примененные местно, вызывают тяжелые патологические изменения нервных волокон. В центральном конце эти изменения выражаются в резко выраженной ретроградной дегенерации, поражающей на большом протяжении все без исключения волокна до такой степени, что пораженная часть волокна подвергается некрозу, отторгается от здоровой и исчезает путем зернистого распада и лизиса. Кроме того, в волокнах центрального конца по их ходу наблюдаются многочисленные вздутия, придающие иногда волокнам четковидную форму. Часто эти вздутия достигают огромных величин. По мере приближения к месту перерезки волокна центрального конца начинают расширяться и уплощаться, достигая 25—30 μ в ширину. В них происходит утолщение и резкое разволокнение неврофибрилл. Точно такие же изменения наблюдаются и в растущих волокнах, которые все без исключения расширены, лентовидно уплощены и содержат утолщенные и резко разволокненные неврофибриллы. Особенно резкому уплощению и разволокнению неврофибрилл подвергаются конечные отделы растущих волокон, приобретая вследствие этого вид бесформенных образований. Следующей формой патологических изменений является вакуолизация. Уже через сутки после облучения можно видеть большое количество вакуолей как в волокнах центрального конца, так и в растущих волокнах регенерата и в концевых образованиях. В последующие дни процесс вакуолизации нервных волокон нарастает, маленькие вакуоли сливаются в большие, уродуя волокна и концевые колбы, придавая им неправильные, неравномерные контуры и резко увеличивая их калибр. Местами вакуоли, особенно в волокнах центрального конца, достигают огромных размеров и имеют вид больших светлых пузырей, охваченных со всех сторон пучками диссоциированных неврофибрилл. Во многих местах вакуоли, особенно расположенные по периферии волокна, разрываются, оставляя после себя следы в виде углубления по его краю. Особенно много таких вакуолей разрывается в центральном конце, вследствие чего волокна здесь имеют фестончатые, как бы изъеденные края. В течение этих стадий—расширения волокон и их вакуолизации—на волокнах часто наблюдаются боковые грибовидные выросты, иногда снабженные ножкой, иногда же сидящие на

волокне широким основанием. В образовании этих выростов принимает участие как сама невроплазма, так и неврофибриллы, обычно расположенные в ней в виде спутанного клубка. В своем дальнейшем существовании эти выросты подвергаются все тем же изменениям, как и само нервное волокно. Третьей формой изменения волокон является их гомогенизация. Волокно, сначала расширенное, спадается, уменьшается в размерах, теряет структуру и начинает диффузно импрегнироваться в серо-черный цвет. Такие волокна имеют вид иногда волнообразно извивающихся, иногда совершенно прямо идущих темных бесструктурных тяжей, дальнейшей судьбой которых является зернистый распад и лизис. Характерно, что такое распадающееся на отдельные фрагменты волокно почти никогда не вызывает вокруг себя клеточной реакции, исчезновение его происходит путем дальнейшего дробления фрагментов и растворения непосредственно в окружающей ткани. Независимо от этого многие волокна подвергаются гибели, не достигнув еще стадии гомогенизации. В таких случаях видно, что резко расширенное, уплощенное, с диссоциированными неврофибриллами и вакуолизированное волокно или уродливая большая колба роста подвергаются нападению полиморфноядерных лейкоцитов, которые выедают на их поверхностях лакуны, проникают в вакуоли и с двух сторон ведут процесс уничтожения нервного волокна. Следует упомянуть, что волокна не все одновременно и в одинаковой мере подвергаются описанным изменениям. На одном и том же препарате можно видеть волокна на разных стадиях страдания. Многие волокна, повидимому, не подвергаются последовательно всем трем стадиям изменений, но ограничиваются одной первой или подвергаются последовательно второй стадии страдания. Эти факты свидетельствуют о различной индивидуальной чувствительности волокон к одному и тому же воздействию. Этим обстоятельством, повидимому, объясняется и тот факт, что часть волокон, хотя бы и в измененном виде, все же достигает периферического конца, часть совсем не регенерирует, остальная часть занимает промежуточное между этими двумя стадиями положение. В последние дни обследованных сроков, когда появляются тонкие конечные ветви регенерирующих волокон, приближающиеся к периферическому концу, видно, что и они являются местом развития патологических изменений, которые выражаются в резкой варикозности этих тонких волокон. Варикозные вздутия, большей частью овальной формы, располагаются на волокнах в большом количестве, иногда придавая им даже четковидный характер. В области варикозного вздутия в иных случаях видны диссоциированные утолщенные неврофибриллы, иногда они бесструктурны и гомогенны. Во многих варикозных вздутиях распола-

гаются маленькие вакуоли. Иногда диссоциация неврофибрилл видна и на участках волокна между варикозностями.

Оценивая морфологические картины изменений нервных волокон и располагая их в хронологической последовательности, надо сказать, что первой реакцией нервного волокна на действие УВЧ является набухание, приводящее к его расширению и уплощению. Так как это набухание происходит неравномерно по ходу волокна, то обнаруживается, с одной стороны, его четковидность, с другой — неодинаковый калибр, при котором расширенные участки сменяются более узкими. Особенно уязвимым местом в смысле набухания является место перехвата Ранвье, вероятно, вследствие его структурных особенностей, облегчающих проникновение жидкости из окружающих тканей. В первые дни после облучения все перехваты Ранвье в волокнах центрального конца представляются измененными: концы прилегающих к перехвату сегментов волокна вздуваются, осевой цилиндр между ними делается отечным. В дальнейшем набухание распространяется и на другие отделы волокон центрального конца и на все растущие волокна регенерата. Набухание распространяется и на неврофибриллы, вследствие чего они утолщаются и удлиняются и принимают извилистый ход. Следующей стадией является отмишивание жидкости, пропитывающей невроплазму, в отдельные капли, результатом чего является вакуолизация невроплазмы. Процесс вакуолизации очень интенсивен, маленькие вакуоли сливаются в большие, лежащие ближе к краю волокон, разрываются и уродуют волокна. Исходной стадией изменений является коагуляция коллоидов невроплазмы, вследствие чего волокно делается гомогенным. Калибр волокна уменьшается, вакуоли же часто сохраняются и в таких гомогенных волокнах. Наконец, последним этапом является зернистый распад и лизис продуктов этого распада.

Анализируя общую картину патологических изменений нервных волокон на разных стадиях регенерации и сопоставляя эти изменения между собой, я убедилась, что варикозные вздутия тонких волокон являются признаком их страдания и что механизм возникновения этих вздутий, по видимому, тот же, что и механизм набухания более толстых волокон. Доказательством этому служит наличие в варикозных вздутиях утолщенных разволокненных неврофибрилл, вакуолей и, наконец, их последующая гомогенизация. Очевидно, в наиболее тонких волокнах процесс набухания невроплазмы происходит в отдельных участках, а не по всему ходу волокна. Эти участки в дальнейшем развитии патологических изменений проходят те же стадии, т. е. подвергаются вакуолизации и гомогенизации.

Во всех группах экспериментальных животных изменения нервных волокон совершенно однотипны, соответствуют выше-

изложенным стадиям и колеблются только в интенсивности. Меньше всего они выражены в случаях стимулированной малыми дозами регенерации, где они сводятся только к набуханию волокон центрального конца в области перехватов Ранвье. Это набухание держится только сутки после облучения, затем начинает сглаживаться и вскоре исчезает совершенно. Умеренно выражены эти изменения в случаях облучения спинного мозга, где стадии набухания и вакуолизации не достигают чрезмерных степеней. Особенно же резко эти изменения представлены в случаях местного воздействия. Здесь набухание нервных волокон и их концевых отделов достигает громадных размеров, уродуя их до крайних степеней, вакуолизация выражена чрезвычайно резко, вакуоли многочисленны, часто сливаются в большие капли, часто разрываются, оставляя после себя изуродованный край волокна. Наибольшей же степени эти изменения достигают в случае местного облучения, примененного спустя некоторый промежуток времени (трое суток) после перерезки. Одним из возможных объяснений этого обстоятельства могло бы служить предположение о большей чувствительности молодых волокон регенерата по сравнению с волокнами центрального конца. И поэтому, так как при облучении через трое суток после перерезки воздействию подвергаются появившиеся за это время молодые волокна, более чувствительные к вредным воздействиям, эффект от этого воздействия получается особенно резкий. Но это объяснение не выдерживает следующего возражения. Как известно, — это подтверждают и контрольные препараты, — молодых волокон уже много и через сутки после перерезки. Они вырастают в виде коллатеральных спиралей вокруг старых волокон и в виде терминальных ветвей начинают проникать в экссудат. Эти однодневные волокна являются еще более молодыми, чем трехдневные, и потому должны были бы быть еще более чувствительными к облучению и реагировать еще более тяжело, чем эти последние. Повидимому, причина более резкого страдания нервных волокон при облучении, примененном на третьи сутки после перерезки, по сравнению со степенью страдания волокон при облучении, примененном через сутки после перерезки, заключается в том, что волокна во втором случае в момент облучения находятся еще под влиянием травматического шока от перерезки и не способны реагировать на другие раздражения. Это своеобразный рефракторный период, в течение которого волокно сохраняет только частичную реактивную способность по отношению к раздражителям, в том числе и к УВЧ, так как находится еще под влиянием первого раздражения, связанного с травмой от перерезки. И вот им-то, повидимому, и объясняется разница в степени страдания волокон при облучении, примененном спустя разные сроки после перерезки.

Таким образом, видно, что перерезанный нерв реагирует на действие высокочастотного поля не только изменением в ту или иную сторону своей восстановительной способности, усиливая или замедляя темп регенераторного процесса, но и изменением структуры каждого отдельного волокна. Эти изменения являются частично обратимыми, не уничтожающими жизнеспособности волокна и совместимыми с его более или менее нормальным существованием. Часто же изменения настолько глубоко изменяют структуру волокна, что дальнейший рост его делается невозможным и такое волокно останавливается в своем развитии, и, наконец, при определенных патологических изменениях существование волокна вообще делается невозможным, и оно гибнет.

Решая вопрос, есть ли какая-либо специфичность в реакции нервного волокна по отношению к ультравысокочастотному полю или эта реакция является одинаковой и общей по отношению ко многим воздействиям, я обратилась к работам, посвященным последованиям состояния нервных волокон при тех или иных влияниях, нарушающих нормальные условия их существования. Вообще нужно сказать, что к систематическому изучению морфологических картин реакции нервного волокна на различные внешние и внутренние воздействия неврогистология только еще приступает. Вопрос же этот сам по себе представляет большую важность, так как то или иное его решение имеет большое значение для понимания функционального состояния нервного волокна и изменений в ту или иную сторону импульсов, проходящих по нему к иннервируемым органам и тканям и от них в свою очередь к центрам. Особенный интерес этот вопрос приобретает в аспекте трофического действия нервной системы, когда то или иное состояние нервных волокон имеет огромное значение для иннервируемой периферии. Работы, касающиеся вопроса о реактивной способности нервных волокон, можно распределить в четыре группы.

1. Работы, посвященные состоянию нервного волокна под влиянием воздействия механических факторов. Здесь в первую очередь нужно упомянуть работы классиков неврогистологии— Р а м о н - и - К а х а л я и его учеников и современников— П е р р о н ч и т о, П о ж а р и с с к о г о, М а р и н е с к о, Д ю с т э н а, К р а с и н а и др. и те отделы их работ, где идет речь об изменениях в центральном конце перерезанного нерва. Как известно из работ этих ученых, в центральном конце перерезанного нерва разыгрывается процесс, названный Р а м о н - и - К а х а л е м ретроградной дегенерацией. Процесс этот имеет своей причиной травму, сопряженную с нарушением целостности нервного ствола, и находится в прямо-пропорциональной зависимости от характера и силы этой травмы, достигая наибольшей

степени при грубых раздавливаниях нерва. Здесь на определенном участке, прилегающем к месту перерезки, разыгрываются все стадии патологических изменений нервных волокон, начиная с обратимых и кончая влекущими их гибель. Здесь видны волокна, которые плохо красятся серебром и метиленовой синью, содержащие большие продольные вакуоли и большее или меньшее количество разволокненных неврофибрилл. Характерно, что такое состояние волокна длится от 6 до 24 часов, после чего оно или возвращается к своему нормальному виду, или подвергается дальнейшим изменениям. Второй сорт волокон—это волокна, называемые Р а м о н - и - К а х а л е м стерильными. Это обычно вздутые, вакуолизированные волокна с неровными краями, со множеством выступов и углублений. Они имеют разволокненные неврофибриллы, расположенные широкими петлями между вакуолями. Сам Р а м о н - и - К а х а л ь указывает на несомненно патологический характер этих волокон и говорит, что они чрезвычайно похожи на измененные волокна, встречающиеся при бешенстве. Наконец, третий сорт волокон—это волокна, названные Р а м о н - и - К а х а л е м «preserved fibres»—компактные, извитые, с сильным сродством к серебру. Центральная часть такого волокна обычно вздута, содержит вакуоли и зерниста. Многие из волокон, подвергающихся ретроградной дегенерации, содержат большее или меньшее количество ретикулярных выростов, иногда снабженных ножкой, имеющих вид грибовидных отростков. Существование этих трех сортов волокон признают все работавшие над проблемой регенерации и все подтверждают их патологический характер. Причину их образования все согласно видят в механической травме. Однако в случаях ничем не осложненной регенерации патологический процесс в волокнах обнаруживается только в самые первые дни после перерезки, и волокна с признаками таких страданий немногочисленны. Б е р б л и н г е р (Verblinger, 1918) в своей работе о регенерации осевых цилиндров в резецированных рубцах после огнестрельных ранений нервов описывает долго существующие явления травматической дегенерации в центральном конце, вследствие чего, по мнению автора, они обнаруживают определенные гистологические особенности, обуславливающие отрицательный результат сшивания нерва после удаления рубца. На его рисунках совершенно отчетливо видно утолщение волокон центрального конца, их неровный калибр, разволокнение неврофибрилл и боковые выросты. М и с к о л ь ч и (Miscolczy), который обработал неврогистологическими методами 37 резецированных рубцов нервов, образовавшихся в результате ранений на войне, описывает в своей работе разволокнение неврофибрилл в волокнах центрального конца, даже далеко от места повреждения, и выросты, часто ретикулярные, иногда

снабженные ножкой. Часто эти выросты начинают краситься гомогенно, а затем отпадают и гибнут в окружающей ткани. Часто встречаются большие веретенообразные вздутия с диссоциированными неврофибриллами на осевых цилиндрах, часто вследствие большого количества таких вздутий осевой цилиндр делается четковидным. Молодые волокна, проникающие в рубцовую ткань, обладают веретенообразными вздутиями с ретикулярной структурой этих вздутий. Автор считает, что они обязаны условиям распространения волокон и зависят от механических препятствий, встречающихся на пути.

Окончательный вывод автора таков, что феномен вздутий и коллатеральных выростов ни в коем случае не является выражением регенеративной тенденции. Он доказывает только, что нейрон поврежден, и поэтому феномен этот нужно рассматривать как чисто реактивный.

2. Среди работ, посвященных изменению структуры нервных волокон под влиянием физических факторов, в первую очередь надо упомянуть работу Б и л ь ш о в с к о г о и В а л е н т и н а (Bielschowsky et Valentin, 1923). При замораживании нерва у живого животного они наблюдали в области выше места замораживания резкое расширение осевого цилиндра и разволокнение неврофибрилл, неодинаковость калибра и неровности краев нервных волокон. Исходом такого состояния являлись фрагментация осевого цилиндра и его гибель. Вторая работа по этому же вопросу принадлежит М и н е а (1932). Он исследовал то же самое влияние замораживания на нервные волокна и видел в них местами колоссальное расширение предсуществующей фибриллярной сети. В других местах он наблюдал фибриллярные местные образования в виде клубков. Иногда волокно по своему ходу обладало несколькими большими веретенообразными вздутиями с разволокненными неврофибриллами. Автор отмечает появление подобных изменений там, где идет речь о местных страданиях нервного волокна, особенно там, где сохранена анатомическая и физиологическая непрерывность аксона, но миелин разрушен. Равным образом автор отмечает и нестойкость этих образований: волокно или восстанавливает свою первоначальную структуру, или гибнет. Желая объяснить механизм возникновения этих образований, автор высказывает теорию, что здесь имеется своеобразный *appareil de résistance* для волокна, лишенного миелина, образованный за счет третьего — после терминального и коллатерального — способа регенерации, названного автором интрааксональной регенерацией. Но факт гибели такого образования говорит скорее за то, что здесь идет речь о реакции нервного волокна в виде его сильного местного набухания.

3. Работы, посвященные изменениям нервного волокна вслед-

ствие химического воздействия. Среди них наиболее важное значение имеют работы Виллаверде о свинцовой интоксикации. В одной из них, посвященной исследованию состояния нервных волокон при тяжелом свинцовом отравлении, автор описывает вздутия осевых цилиндров, неравномерность калибра, разволокненность неврофибрилл, скопление жидкости между разволокненными неврофибриллами, изъеденность, зубчатость краев и, как конечный результат, гомогенизацию и зернистый распад. Особенно интересна его работа о дегенерации и регенерации в нерве, подвергнутом тяжелому свинцовому отравлению. В центральном конце волокна вздуты и расширены, с многими боковыми выростами. Многие молодые веточки на волокнах центрального конца подвергаются зернистому распаду и гибели. Сама регенерация резко замедлена и уродлива. Многие волокна не регенерируют совсем, оканчиваясь большими булавовидными вздутиями. Почти полностью парализован терминальный рост, а там, где он еще сохранен, утолщенный осевой цилиндр с разволокненными неврофибриллами в большинстве случаев поворачивает назад и растет в обратном направлении. Большая часть волокон регенерата возникает путем образования коллатералей, но и они часто или совсем не достигают периферического конца и гибнут в рубце, или также принимают ретроградное направление. Те волокна, которые блуждают в рубце, имеют резко изуродованные концевые отделы в форме огромных булавовидных вздутий с гипертрофированными неврофибриллами. В рубце имеется большое количество таких уродливых колб роста, потерявших связь с волокнами и подвергающихся распаду. А р и м о т о К и о ш и (Arimoto Kiyoshi, 1931) произвел исследование действия на нервные волокна свинца, адреналина, пилокарпина, хлороформа, кокаина и новокаина. Во всех случаях, когда доза была токсичной, автор наблюдал набухание волокон и последующий их зернистый распад или восстановление нормальной структуры. К у р а Н а о з а д а и Ш и к а р о К а м е з а в а (Kura Naosada a. Shikaro Kamesawa, 1929) при введении токсина тетануса даже в местах, отдаленных от места инъекции, видели вздутия осевых цилиндров, неровности их контуров, увеличение извилистости и местами гомогенность осевых цилиндров и их неравномерную серебряную импрегнацию. В сущности эта работа является переходной к следующей 4-й группе работ о поведении нервных волокон в случаях бактериальной или гуморальной внутренней интоксикации. Еще М е д е а (Medea) в 1906 году показал, что при полиневрите осевые цилиндры обладают утолщениями по своему ходу, придающими им четковидность, местами на осевых цилиндрах имеются большие вздутия, во многих волокнах виден зернистый распад. К и м у р а О н а р и (Kimura Onari,

1919) в случае полиневрита, возникшего в результате гнойной интоксикации, видел, что молодые осевые цилиндры обладают вздутиями с сетевидным расположением неврофибрилл. У птиц при авитаминозе вследствие кормления полированным рисом он же видел вакуолизацию нервных волокон в мышцах. Герцог (Herzog, 1924) исследовал нервы из областей, пораженных раком. В таких местах аксоны были большей частью расширены, с изъеденными краями. Многочисленные вздутия по ходу, вакуоли, боковые выросты с вакуолями или без них равным образом наблюдались в таких пораженных волокнах. Автор рассматривает описанные изменения не только как чисто механические, но главным образом как вызванные химико-токсическими влияниями явления раздражения с последующей дегенерацией. Он находит им аналогов в изменениях центрального конца перерезанного нерва и в изменениях в случаях свинцового полиневрита. Тсунода Такаши (Tsunoda Takashi, 1928) при авитаминозе птиц, развившемся от кормления полированным рисом, наблюдал отчетливые изменения осевых цилиндров, которые следовали в таком порядке: общее набухание, увеличение извилистости, образование узелковых и пузырчатых вздутий и гибель. Он сравнивает наблюдаемое им набухание осевых цилиндров с обычным мутным набуханием. Минеа (1928) в случаях рассеянного склероза наблюдал в волокнах относительно свежих бляшек огромные вздутия с резко диссоциированными неврофибриллами в этом месте. Автор хочет видеть в этом феномене проявление пластичной реактивности нейрона, в смысле же гистологическом он снова возвращается к своей теории интрааксональной регенерации, при помощи которой образуется трофический аппарат, поддерживающий резистентность волокна, пораженного в своем питании. Однако, по видимому, и здесь дело идет о местном набухании нервного волокна с утолщением и разволокнением фибрилл. Мейсель и Ларионов (1930), пересаживавшие экспериментальную карциному в регенерирующий нерв, обнаружили, что волокна, прорастающие опухоль, обладают патологическими признаками—вздутиями, неровными краями, вакуолями, боковыми выростами, которые исходной стадией имеют гомогенизацию и зернистый распад.

4. Большой интерес представляют работы Б. И. Лаврентьева и Флатовой, посвященные непосредственно исследованию состояния нервных волокон вблизи патологических очагов. В первой работе излагаются результаты исследования п. *laryngei superioris* в случаях гортанного и легочного туберкулеза. И здесь на нервных волокнах наблюдаются разнообразные утолщения волокон, достигающие иногда гигантских размеров, в которых содержатся разволокненные неврофибриллы.

Волокна имеют извилистый, иногда спиральный ход и много коллатеральных выростов, почти треть волокон подвергается окончательной гибели. Существенно отметить, что в случаях односторонней язвы изменения в нервных волокнах всегда были выражены сильнее на стороне, соответствующей язве. Одновременно с этим отмечается появление большого количества коллатеральных ветвей, что авторы объясняют раздраженным состоянием волокон. Во второй работе описываются изменения волокон и окончаний п. *laryngei inferioris* при тех же заболеваниях. И здесь большое количество волокон обладает вздутиями разнообразной формы и величины. Вздутия эти сначала содержат разволокненные неврофибриллы, потом делаются гомогенными, подвергаются вакуолизации и распадаются на фрагменты. В двигательных бляшках происходит также процесс резкого набухания волокон, их избирательный рост, доходящий до образования невром, их гомогенизация и зернистый распад.

Вопрос о варикозности нервных волокон равным образом был предметом неоднократного обсуждения в неврогистологической литературе. В сущности варикозные вздутия на нервных волокнах стали известны одновременно с введением в практику неврогистологических исследований методов окраски метиленовой синью и серебряной импрегнации. Д о г е л ь (Dogiel) один из первых видел их в отростках клеток сетчатки и считал их присущими нормальному строению волокна. К е л л и к е р (Kölliker) отрицал их существование. Некоторые авторы считали их обязанными своим возникновением дефектам фиксации. Л е н г о ш е к (Lenhossek) видел их у человеческого эмбриона и считал, что их тем больше, чем моложе эмбрион. Р а м о н-и-К а х а л ь, не отрицая, что варикозности чаще встречаются в эмбриональных волокнах, считал, что это посмертное явление. Однако ему принадлежит термин «варикозная дегенерация» и утверждение, что варикозности в течение нормального существования—явление патологическое. Д ю в а л ь и М а н у э л я н (Duval et Manouelian) находили в них подтверждение своей теории нервного амебоидизма, Д е м у р (Demoog) — теории пластичности нейронов. Г о л ь д ж и (Golgi) видел появление многочисленных варикозных вздутий при заболевании хореей и бешенством. К о л е л л а (Colella, 1895) исследовал клетки мозговой коры в двух случаях *paralysis progressiva* и в одном случае алкогольного психоза и нашел изменение клеточных отростков в форме их многочисленных вздутий. Р и н а М о н т и (Rina Monti) видела варикозную дегенерацию отростков клеток мозговой коры в свежих очагах размягчения при эмболии мозговых сосудов. Ч е н и (Ceni) такое же состояние отростков клеток мозговой коры находил в случаях свинцового

отравления. П и р е л л и (Pigelli, 1896) сообщил, что в наблюдаемом им случае свинцового отравления дендриты имели такой же резко варикозный вид, как при асфиксии и эпилепсии. С а ч е р д о т т и и О т т о л е н ь и (Sacerdotti e Ottolenghi) описали варикозную дегенерацию клеток мозговой коры при уремии. В и н ч е н т и (Vincenti) наблюдал такое же состояние в дендритах клеток коры и спинного мозга при остром экспериментальном тетанусе, С а р б о и Ш п р а н к (Sarbo et Sprank)—вслед за перевязкой брюшной аорты. Л у г а р о (Lugaro, 1897) также наблюдал их при свинцовом отравлении. С у х а н о в, вызывая экспериментальное отравление эфиром, хлороформом, алкоголем и трионалом, нашел, что трионаловая интоксикация вызывает варикозное состояние почти всех отростков клеток коры. Он же, подвергая животных длительному воздействию больших доз мышьяка, наблюдал в отростках клеток коры резкое варикозное состояние. Равным образом резкое варикозное состояние он видел в тех же отделах нервной системы и при удалении щитовидной железы, на основании чего приходит к мысли, что удаление *gl. thyreoidea* вызывает глубокие и стойкие нарушения питания нервных элементов. Л е ж а н д р (Legendre, 1907) вызывал у собак искусственную длительную бессонницу. В дендритах клеток коры у всех экспериментальных животных обнаруживались варикозные вздутия, степень которых была прямо-пропорциональна потребности во сне. Стоило только животному удовлетворить свою потребность во сне, как картина коры делалась вполне нормальной. Таков первый этап изучения этого явления. Но надо сказать, что у упомянутых авторов и у классиков невропатологии Г о л ь д ж и, Л е н г о ш е к, В а н - Г е х у х т е н (Van-Gebuchten), Р е т ц и у с (Retzius) наряду с доказательствами в пользу несомненной патологической природы варикозных вздутий есть указания, что они встречаются, правда в меньшем количестве, и при нормальных условиях. Н е м и л о в в 1913 г. подверг пересмотру весь существующий материал по этому вопросу и на основании его и своих собственных исследований, произведенных на ракообразных и рыбах, пришел к выводу, что варикозные вздутия—это нормальная принадлежность структуры нервного волокна, играющая в его функциональной деятельности не меньшую роль, чем сходные с ними по строению бляшки, пластинки и расширения в концевых аппаратах.

Снова было привлечено внимание к вопросу о варикозности при введении в число методов изучения нервной системы метода культуры тканей. Многие авторы видели их на отростках клеток, растущих в культуре. Л а з а р е н к о (1931) видел их и на неокрашенных препаратах живой культуры, подтверждая этим и других авторов [Л е - в и (Levi), Л ь ю и с (Lewis),

Оливо (Olivo), Ингебригстен (Ingebrigsten)] в том смысле, что эти образования не являются артефактами, возникшими в результате фиксации или окраски, но существуют и в продолжение жизни. По мнению автора, при временной остановке роста волокна на его конце возникает скопление невроплазмы—колба роста; при возобновлении роста эта колба превращается в варикозное вздутие.

Но решающее значение для выяснения вопроса о характере этих образований имеет работа Бучпанти и Фоа (Buciantì e Foà, 1933). Они действовали на культуру нервной ткани из ромбовидного мозга 5—6-дневного эмбриона курицы эманацией радия. При этом, благодаря тому, что эманация была заключена в пипетку с диаметром 1—2 μ , укрепленную в микроманипуляторе, действие можно было ограничить одним единственным нервным волокном. Уже в первые же минуты после иррадиации появлялись многочисленные варикозные вздутия и пузырьки на поверхности облучаемого отростка, которые обладали грубым помутнением. Затем происходило сжатие волокна между двумя варикозностями и разрыв его в этом месте. Одновременно с этим волокно теряло свою амебодную подвижность, и в конце концов происходил полный распад разбитых и изувеченных осевых цилиндров. Варикозности всегда были местным явлением, ограничиваясь одним отростком, на который была направлена иррадиация, и в редких случаях распространялись на несколько соседних, причем изменения в этих последних всегда были того же самого характера и происходили в той же последовательности, как и в непосредственно облучаемом отростке. Автор делает отсюда вывод о самостоятельной чувствительности цитоплазмы неврита. Работа особенно интересна еще тем, что аналогичные изменения можно было наблюдать и при облучении длинных отростков фибробластов. Они всегда ограничивались единственным облучаемым отростком и заключались в появлении на нем пузырьковидных вздутий, в помутнении цитоплазмы и в гибели всего отростка. Наконец, абсолютно решающее значение для понимания причин и механизма возникновения структурных изменений нервного волокна имеют работы Шпейделя (Carl Caskey Speidel, 1935), сделанные путем наблюдения нервов в живом организме при помощи микрополярископа. Автор наблюдал структурные изменения в нервных волокнах под влиянием различных воздействий: механических—перерезка и давление, физических—ожог, сильное охлаждение и х-лучи, химических—наркотики, алкоголь, кислоты и щелочи. Одновременно он исследовал влияние голодания, тиреоидной интоксикации и вредных импульсов из расположенной поблизости тканевой раны. Во всех случаях первой реакцией было появление токов жидкости в невроплазме,

затем наступало набухание, ведущее за собой извилистость хода и неровности контуров осевого цилиндра, продольная исчерченность волокна, вакуолизация и гибель путем распада на фрагменты.

Как видно из приведенного обзора литературы о реактивном состоянии нервного волокна, осевой цилиндр чрезвычайно чувствителен к разного рода внешним и внутренним влияниям. И исследования фиксированного матерпала, и культура тканей, и прижизненные наблюдения говорят за то, что нервное волокно реагирует и на механические, химические и физические факторы, и на неблагоприятные изменения внутренней среды. Однако если ближе взглянуть в сущность этой реакции, то обнаруживается, что она чрезвычайно однотипна и может быть разделена на две фазы. Первая фаза—фаза ирритативного состояния, и вторая—гибели волокна. Первая фаза заключается в первоначальном появлении утолщенных токов жидкости в невроплазме (что видно, конечно, только при прижизненных наблюдениях), затем в набухании волокна с последующим появлением извилистости его хода и в появлении вздутий в области перехватов Ранвье. Вследствие неравномерного набухания осевой цилиндры приобретает неравномерный калибр. В эту же фазу входит набухание неврофибрилл, которые утолщаются, принимают извилистый ход, следствием чего является впечатление об их спутанности и разволокненности. В течении этой ирритативной стадии волокно оказывается способным давать различные боковые выросты и даже боковые веточки, которые в дальнейшем подвергаются общей участи со всем волокном. Переходом ко второй стадии—гибели волокна—является вакуолизация. Вакуоли мы видим и в набухших утолщенных волокнах и в волокнах, подвергающихся гомогенизации, путем каковой осуществляется гибель волокна. Наконец, эта стадия гомогенизации заканчивается фрагментацией и зернистым распадом пораженного волокна.

Как видно из представленного экспериментального материала, нервное волокно реагирует на воздействие ультравысокочастотного поля присущим ему способом—набухая на первой стадии, подвергаясь вакуолизации впоследствии и, наконец, подпадая гомогенизации—фрагментации и зернистому распаду—в итоге. Механизм этих изменений, по видимому, таков. Под влиянием вредоносного фактора коллоиды невроплазмы и неврофибрилл повышают свою гидрофильность. Вследствие этого нарушается проницаемость невроплазмы, и жидкость из окружающей ткани устремляется внутрь волокна и вступает в соединение с коллоидами невроплазмы и неврофибрилл. Нервное волокно на этой стадии набухает, увеличивает свой объем. Вследствие не везде одинакового набухания калибр его

делается неравномерным. Так как набухшее волокно одновременно с утолщением удлиняется, то ход его делается извилистым. То же самое происходит и с неврофибриллами, которые, набухая, утолщаются и удлиняются, вследствие чего принимают разволокненный, спутанный вид. На осевых цилиндрах по этой же причине появляются многочисленные боковые грибовидные выросты из невроплазмы и неврофибрилл. Эта стадия совместима с жизнью волокна, доказательством чему является продолжающаяся регенерация измененных таким образом волокон. Затем наступает вторая стадия изменений коллоидов, когда вследствие начинающейся их коагуляции происходит отмирание из набухшей невроплазмы жидкости, которая располагается сначала в виде маленьких капель, сливающихся в большие,—происходит вакуолизация невроплазмы. При продолжающемся отмирании давление в вакуолях повышается настолько, что они разрываются. А так как невроплазма на этой стадии, повидимому, теряет свою пластичность, то на месте разорвавшихся вакуолей остаются следы в виде углублений, придающих краю волокна фестончатый, как бы пзъеденный вид. Эта стадия является уже стадией глубокого страдания волокна, преддверием его гибели. Измененные таким образом волокна часто делаются жертвой фагоцитоза лейкоцитов. Затем коллоиды невроплазмы подвергаются окончательной и необратимой коагуляции, вследствие чего волокно принимает вид гомогенного образования с сильным сродством к солям серебра, и, наконец, происходит фрагментация, зернистый распад и лизис.

Эти фазы изменений нервных волокон соответствуют в общем виде фазам реакции живого вещества (цитоплазмы), описанным академиком *Надсоном* у одноклеточных организмов, на вредные воздействия. Работая над реакцией живой цитоплазмы на действие лучистой энергии, академик *Надсон* и его ученики установили три последовательные фазы изменения:

1—фаза возбуждения, характеризующаяся местными, неравномерными, временными сокращениями цитоплазмы;

2—фаза более или менее резкого набухания цитоплазмы и ее вакуолизация;

3—фаза коагуляции белков цитоплазмы, ведущая к сморщиванию и зернистому перерождению клетки. Первые две фазы обратимы, клетка при прекращении действия вредоносного фактора может оправиться и вернуться к нормальному существованию. Третья фаза ведет к неминуемой гибели клетки. В дальнейшем эта теория о фазах реакции живой цитоплазмы была подтверждена и по отношению к Protozoa и к клеткам высших растений.

Эта общность реакций живой протоплазмы имеет большое биологическое значение, так как она демонстрирует с большой

наглядностью единство основных черт строения живого вещества и его реактивной способности на разных стадиях его дифференцировки. Несомненно, что эта сходная у всех клеток реакция является лишь общим фоном, на котором разыгрываются более тонкие, специфические изменения, связанные с особенностями дифференцировки данной клетки. Но при современных методах исследования удается установить только основные более или менее грубые черты этой реакции, сводящиеся к описанным выше. Дальнейшая разработка более тонких методов и особенно развитие прижизненных наблюдений длительных воздействий близких к физиологическим факторов дадут возможность открыть и специфические черты реакции, свойственные каждому объекту.

В заключение следует остановиться на некоторых сторонах биологического действия высокочастотного поля. Сам по себе этот вопрос не входил непосредственно в задачу настоящего исследования. УВЧ была избрана в качестве действующего фактора, потому что относительно нее было известно, что она обладает несомненным действием на ткани. Однако в процессе работы выяснились некоторые факты, позволяющие судить и о природе ее биологического действия. Выяснилось, что высокочастотное поле оказывает несомненное действие на нервную ткань, наиболее стойкую по отношению к различным воздействиям. Выведенная из состояния равновесия перерезкой, она оказалась объектом преимущественного действия. Не вдаваясь в рассмотрение деталей теории действия УВЧ, можно только с определенностью сказать, что конвекционное тепло¹ не является причиной вызываемых ею изменений. За это говорят главным образом отсутствие ожога в области кожной раны, отсутствие тепловых поражений окружающих нервные волокна тканей и патологические изменения на элементах, не присутствовавших в момент облучения, а появившихся лишь в последующие дни (регенерирующие волокна).

Резюмируя работу, можно в следующем виде изложить основные ее положения:

1. В задачу настоящей работы входило исследование действия ультравысокочастотного поля на регенерацию периферических нервов и как вытекающая отсюда задача — исследование форм и способов ответа нервного волокна на действие физических факторов (реактивной способности нервного волокна). Опыты производились на перерезанном седалищном нерве кошки. Одна часть животных подвергалась действию поля высокой частоты непосредственно на область перерезки нерва, другая

¹ Температура, измеренная термомпарой в кожной ране непосредственно вслед за облучением, оказалась повышенной по сравнению с нормой на 0,5°C (при 30-мин. облучении).

получала облучение поясничного утолщения спинного мозга, т. е. соответствующих клеточных центров седалищного нерва. Облучение производилось через 1, 3, 12 и 15 суток после перерезки. Изучены ранние стадии регенерации до 15-го дня включительно. Материал обрабатывался современными невропатологическими и тканевыми методами.

2. Поле УВЧ при данных условиях опыта оказывает заметное и преимущественное действие на регенерирующую нервную ткань.

3. При воздействии на место перерезки малые дозы стимулируют регенераторный процесс, а большие — тормозят, в соответствии с законом А р н д т - Ш у л ь ц е.

4. Наибольший эффект оказывает облучение на третьи сутки после операции, что объясняется, повидимому, меньшей в первые дни чувствительностью нерва, получившего одну какую-либо травму (в данном случае перерезку), к другим и необходимостью некоторого срока, в течение которого нерв, оправившись от первой травмы, станет способным воспринимать другое раздражение.

5. При облучении спинного мозга, т. е. соответствующих клеточных тел нейронов, формирующих седалищный нерв, регенераторный процесс первые несколько дней после облучения оказывается стимулированным; в дальнейшем он начинает сравниваться с контролем и, наконец, к 12-му дню отчетливо от него отстает. Этот факт позволяет считать регенерацию общей реакцией всего нейрона, а не процессом, разыгрывающимся исключительно в месте перерезки. Однако сравнение картин регенераторного процесса, полученных при облучении места перерезки, с картинками, полученными при облучении спинного мозга, позволяет считать, что цитоплазма неврита обладает некоторой долей самостоятельной чувствительности к внешним воздействиям.

6. Изменения клеточных элементов рубца встречаются только при облучении места перерезки. Они сводятся при больших дозах к распаду ядер полиморфноядерных лейкоцитов, обнаруживающемуся через сутки после облучения и еще через сутки исчезающему, а также к уменьшению количества и к изменению фагоцитарной способности гистиоцитов. При малых дозах они сводятся к увеличению количества гистиоцитов. Соответственно с этим и процесс рассасывания периферического конца в случаях регенерации, стимулированной малыми дозами, идет быстрее, чем в контроле.

7. Аналогичная картина уменьшения количества гистиоцитов наблюдается и в кожной ране, подвергнутой воздействию большой дозы высокочастотного поля.

8. Изменения регенераторного процесса имеют в своей ос-

нове патологические изменения индивидуального нервного волокна. Волокно центрального конца реагирует на облучение увеличением ретроградной дегенерации, причем ее сила и степень изменяются в зависимости от дозы и места приложения действующего фактора, достигая наибольшего выражения при облучении на третьи сутки после перерезки. Digestive chambers, развивающиеся вокруг дегенерирующих волокон центрального конца, соответственно увеличены; кроме того, они при определенных дозах подвергаются отеку; волокна регенерата представляются расширенными и лентовидно-уплощенными с резко разволокненными и спутанными неврофибриллами. С самых первых дней регенерации в волокнах центрального конца перерезанного нерва и самого регенерата появляются маленькие вакуоли, которые постепенно сливаются в большие. Периферически расположенные вакуоли в волокнах центрального конца часто разрываются, оставляя на волокнах следы в виде фестончатых, как бы пзъеденных краев. Очень часто на волокнах параллельно с вакуолизацией появляются боковые грибовидные фибриллярные выросты. На многих волокнах наблюдается гомогенизация невроплазмы. Большая часть волокон теряет способность ориентации на периферический конец и блуждает в рубце. Колбы роста большей частью резко увеличены (до 100 μ) с подчеркнутым рисунком спутанных неврофибрилл. Многие из них обладают большими или меньшими вакуолями. В большом количестве представлены отпадающие колбы. Многочисленны случаи невронофагии, причем не только гомогенных волокон и колб, но также и находящихся в состоянии вакуолизации. Наиболее тонкие волокна регенерата резко варикозны, а иногда с маленькими вакуолями в варикозных вздутых.

9. При определенной интенсивности воздействия обнаруживается индивидуальная дифференцированная чувствительность отдельных нервных волокон: часть из них совсем не участвует в регенераторном процессе, оставаясь в центральном конце в виде увенчанных большими стерильными булавовидными утолщениями или стерильными спиралями, другая часть блуждает в рубце, представляя различные патологические изменения; наконец, последняя часть—это резко варикозные тонкие волокна, достигающие периферического конца и входящие в него.

10. Следует добавить, что такие же явления уплощения, варикозности и вакуолизации волокон наблюдаются также и в нервных веточках кожной раны, подвергавшейся действию соответствующей дозы УВЧ.

11. Сопоставляя и анализируя цитологические изменения нервных волокон в разных сериях опытов, можно следующим образом установить характер и последовательность этих изменений:

а) Набухание волокон, приводящее к их утолщению и раздвиганию в них неврофибрилл.

б) Утолщение и изменение ориентации (спутанность) самих неврофибрилл.

в) Появление в невроплазме многочисленных мелких вакуолей и слияние их в большие.

г) Разрывы стенок периферически расположенных вакуолей, ведущие к появлению фестончатых, изъеденных краев волокон.

д) Прогрессирующая гомогенизация волокон с последующей невропофагией.

Перечисленные процессы набухания и вакуолизации волокон идут параллельно с процессами их раздражения, выражающимися в появлении боковых фибриллярных выростов.

12. Варикозные вздутия на нервных волокнах являются результатом набухания невроплазмы и раздвигания и утолщения неврофибрилл. Они встречаются на тонких волокнах и служат одним из первых морфологических признаков их страдания.

13. Перечисленные картины патологических изменений нервных волокон соответствуют в общем виде фазам реакции живой протоплазмы на физические и химические воздействия, установленным академиком Г. А. Надсоном.

14. Нервная система, особенно находящаяся в процессе регенерации, является слишком сложным объектом, чтобы делать окончательные выводы относительно механизма общебиологического действия поля высокой частоты; однако прогрессирующая картина патологических изменений и появление признаков страдания на элементах, которые во время облучения еще отсутствовали (волокна регенерата) и появились в процессе регенерации лишь в последующие дни, дает основание не относить эффект действия УВЧ на счет конвекционного тепла.

15. Дальнейшие опыты и наблюдения длительных стадий регенерации должны показать, насколько данный фактор окажется пригодным для практических целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. A r i m o t o, K i y o s h i, Experimentelle Studien über die peripheren sensiblen Nervenendigungen, Mitt.med. Akad. Kioto, 5, 15—25, 1931.—
2. A u d i a t J., Action des ondes hertziennes sur l'excitabilité des nerfs, C. R. Soc. Biol., 110, 1932.—
3. B a l d w i n a. N e l s o n, Histologic effects produced in albino-rats by high frequency currents, Proc. Soc. exp. Med., XXVI, № 7, 1929.—
4. B a l d w i n a. D o n d a l e, High frequency current burns in rats, Proc. Soc. exp. Biol. Med., XXVII, № 1, 1929.—
5. B e r b l i n g e r, Die Regeneration der Achsencylinder in resezierten Schussnarben peripheren Nerven, Beiträge f. path. Anat. u. allg. Path., LXIV, 1918.—
6. B i e l s c h o w s k y et V a l e n t i n, Die histologische Veränderungen in durchfrozenen Nervenscheiden, Journ. f. Psychol. u. Neurologie, 29, S. 133, 1923.—
7. B i n g e r C., General and local heat developed in the

living animal body by passage of high frequency currents, *Physical therapeutics*, vol. XLVI, № 3, 1928.—8. Bucciatti L. e Foà A., Effetti dell'irradiazione con raggi alfa di emanazione di radio sopra cellule di varia natura coltivata in vitro. *Monitore Zool. ital.*, Suppl. al, vol. XLIV, 1933.—9. De Castro F., Recherches sur la dégénérescence et la régénérescence du système nerveux sympathique, *Trav. du lab. de rech. biol. de l'Univ. de Madrid*, t. XXVI, Fasc. 3 et 4, p. 357.—10. Ceni, Ueber die Pathogenese der Bleilähmung, *Arch. f. Psychiatrie*, Bd. 29, № 2.—11. Collela, Sur les altérations histologiques de l'écorce cérébrale dans quelques maladies mentales, *Arch. ital. biol.*, t. XX, p. 20, 1895.—12. Дейнека, Ускорение регенерации под воздействием тепла, *Труды СПб общ. естеств.*, 1908.—13. Дойников В., Beiträge zur Histologie und Histopathologie peripheren Nerven, *Nissl-Alzheimer Arbeiten*, Bd. 4.—14. Он же, Ueber Degenerations- und Regenerationserscheinungen an Achsencylindern bei multipler Sclerose, *Journ. f. Psychol. u. Neurol.*, 1915.—15. Harrison, Observations on the living developing nerve fibres, *Proc. Soc. exp. Biol. a. Med.*, 4, 1907.—16. Havet J., L'état moniliforme des neurones chez les invertébrés, avec quelques remarques sur les vertébrés, *Cellule*, t. XVI, fasc. 1, 1899.—17. Heller R., Zur Frage der spezifisch-elektrischen Wirkung ultrakurzen Wellen, *Wien. klin. Wochenschrift*, № 25, S. 795, 1931.—18. Herzog H., Zur Pathologie des Achsencylinder peripherer Nerven, *Virchow's Archiv*, Bd. 25, 1924.—18a. Гольдштейн Л. М., К вопросу о биологическом действии УКВ. Вопросы общей и частной рентгенологии, под ред. С. А. Рейнберга, Ленинград, 1935.—19. Ingebrigsten R., Regeneration of axis cylinder in vitro, *Journ. of exp. Med.*, 17, 18, 1913.—20. Иванов, Ueber die Bedingungen der Erscheinung und die Bedeutung der Varikosität der Protoplasmafortsätze der motorischen Zellen der Hirnrinde, *Neurol. Zentralbl.*, № 15, 1900.—21. Jellinek S., Die Entdeckung der biologischen Fernwirkung der Elektrizität, *Wien. klin. Wochenschrift*, № 43, S. 13—4), 1931.—22. Johnson M., The effect of short radio waves on the biological activity of some bacterial species, *Journ. Labor. a. cl. Med.*, 18, 806—12, 1933.—23. Jorns G., Ueber die biologische Wirkung kurzer elektrischen Wellen, *Brun's Beiträge*, 152, S. 31, 1931.—24. Kahler, The nature of the effect of a high frequency electric field upon *Paramoecium*, *Publ. Health. Rep.*, 41, 339—49, 1929.—25. Kimura Onari, Ueber De- und Regenerationsvorgänge bei sogenannten Reissneuritis bei Vögel, *D. Ztschr. f. Nervenheilkunde*, Bd. 64, S. 152, 1919.—26. Kopp, Veränderungen in Nervensystem besonders in den peripheren Nerven des Hundes nach Extirpation der Schilddrüse, *Virchow's Archiv*, Bd. 128.—27. Kosaka u. Izawa, Ueber den Einfluss des elektrischen Stromes auf den Ursprungskern des geschnittenen Nerven und auf seine Ursprungszellen, *Trans. of Jap. Nat. Soc.*, 1923.—28. Kura Naosada u. Shikaro Kamesawa, Ueber die Veränderungen des peripheren Nervenfasern und ihres Endigungen durch das Tetanustoxin, *Trans. Jap. pathol. Soc.*, 18, 330—331, 1929.—29. Лаврентьев и Филатова, Histologie du nerf laryngé inférieur et de ses terminaisons au cours de la laryngite tbc., *Trav. du lab. de rech. biol. Univ. de Madrid*, t. XXIX, p. 319, 1934.—30. Те же, Ueber die pathologische Histologie des Nerven und Ganglien bei Kehl- und Lungentuberculose, *Virchow's Archiv*, Bd. 286, H. 1, S. 1, 1932.—31. Лазаренко Ф., Ein Beitrag zur Morphologie des Wachstums von embryonalen Nervengewebe in vitro, *Ztschr. f. Zellf.*, Bd. 11, S. 555, 1931.—32. Lanhau's, Ueber Veränderungen in den peripheren Nerven bei Cachexia strumipriva des Menschen und Affen sowie bei Cretinismus, *Virchow's Archiv*, Bd. 128.—33. Legendre R. et Pieron H., Les rapports entre les conditions physiologiques et les modifications histologiques des cellules cerebrales dans l'insomnie expérimentale, *C. R. Soc. Biol., Paris*, t. XII, № 7,

- р. 312, 1907.—34. О н и ж е, Retour à l'état normal des cellules nerveuses après les modifications provoquées par l'insomnie expérimentale, C. R. Soc. Biol., Paris, t. XII, № 19, p. 1007, 1907.—35. L e g e n d r e R., Varicosités des dendrites étudiées par les méthodes neurofibrillaires, C. R. Soc. Biol., Paris, t. 62, No. 6, p. 257, 1907.—36. L e v i, Sull'origine delle reti nervose nelle colture di tessuto, Atti Accad. naz. Lincei, Rend., 25, 1916.—37. L e w i s M. a. L e w i s W., The cultivation of sympathetic nerves from intestine of chicken embryos in saline solution, Anat. Rec., 6, 1919.—38. L i e b e s n y P., Kurz- und Ultrakurzwellen, Biologie und Therapie, Berlin, 1935.—39. L i p p e l t H. u. H e l l e r ' C., Die Einwirkung der Kurzwellen auf Bakterien, Klin. Wochenschrift, 11, 1745—49, 1934.—40. L u g a r o, Sulle alterazioni degli elementi nervosi negli avvelenamenti per arseno e per piombo, Revista di patolog. nervosa e mentale, t. II, fasc. 2, 1897.—41. M a l o v N., Zur Frage der selektiven Erwärmung der Gewebe bei Ultrakurzwellen, Physikalische Ztschr., № 23, S. 880, 1933.—42. M a r i n e s c o M., De la constance des lésions de l'appareil fibrillaire des cellules nerveuses dans la rage humaine et leur valeur diagnostique, C. R. Soc. Biol., Paris, LXIX, № 18, p. 898, 1910.—43. M a r i n e s c o M. et M i n e a J., Lésions des ganglions craniens dans le tabes, C. R. Soc. Biol., Paris, t. LXIX, № 18, p. 900, 1910.—44. О н и ж е, Recherches sur la régénérescence des nerfs périphériques, Rev. Neurol., 14, № 7, p. 301, 1906.—45. M a r i n e s c o M., Dégénérescence des neurofibrilles après l'arrachement et la rupture des nerfs, C. R. Soc. Biol., Paris, p. 406, 1904.—46. M a r i n e s c o G., Lésions des neurofibrilles produites par la toxine tétanique, C. R. Soc. Biol., Paris, 1904.—47. О н ж е, Lésions des neurofibrilles dans certains états pathologiques, C. R. Soc. Biol., Paris, 1905.—48. О н ж е, Lésions fines du cylindre axe dans les polyneuritis, Rev. Neurol., 14, 590, 1906.—49. M a r i n e s c o M. et M i n e a I., Nouvelles recherches sur l'influence qu'exerce l'ablation du corps thyroïde sur la dégénérescence et régénérescence des nerfs, C. R. Soc. Biol., Paris, t. LXIX, № 4, p. 188, 1910.—50. M a r i n e s c o et S t a n e s c o, L'action des anesthésiques et des narcotiques sur les fibres nerveuses vivantes, C. R. Soc. Biol., Paris, 1911.—51. О н и ж е, L'action de quelques agents chimiques sur les fibres nerveuses à l'état vivant, C. R. Soc. Biol., Paris, t. LXX, № 15, p. 671, 1911.—52. M a r i n e s c o et M i n e a, L'influence de la narcose sur le greffe de ganglion nerveux, C. R. Soc. Biol., Paris, t. LXIX, № 28, p. 261, 1910.—53. M e d e a M., Recherches expérimentales sur la dégénération et la régénération des fibres nerveuses dans la Neurite parenchymateuse dégénérative, Rev. Neurol., 14, 483, 1906.—54. М е й с е л ь М. и Л а р и о н о в Л., Ueber die Transplantation des Impfcarcinoms in den regenerierenden Nervenstamm der weissen Mäusen, I. Mitt. Ztschr. f. Krebsforsch., Bd. 32, H. 4, 1930.—55. М е й с е л ь М., Nerven in Geschwülsten entfernt von geteerten Stelle, Ztschr. f. Krebsforsch., Bd. 39, H. 2, 1933.—56. M i n e a, Essais d'activation de la régénérescence nerveuse, C. R. Soc. Biol., Paris, t. CXI, № 31, 1932.—57. M i n e a J., Sur quelques réactions des axones dans la sclérose en plaques, C. R. Soc. Biol., Paris, t. XCVIII, p. 1474, 1928.—58. О н ж е, Sur la régénérescence intra-axonale dans les nerfs congelés, C. R. Soc. Biol., Paris, t. CIX, 1932.—59. M i s c o l c z y D., Contribution à l'histopathologie de la régénérescence du neurone, Trav. du. Lab. de réch. biol. de l'Univ. de Madrid, t. XXII, p. 23.—60. M o r t i m e r B., Experimental hyperthermia induced by the high frequency current, Radiology, 16, 705—19, 1931.—61. M c K i n e y G. a. C h a r l e s, D. Certain biological effects of high frequency field, Science, N. S., vol. LXXI, № 1845, p. 409, May 1930.—62. Н а д с о н Г. А., Ueber die Primärwirkung der Radiumstrahlen auf die lebendige Substanz. Biochemische Ztschr., Bd. 155, H. 5/6, 1925.—63. N a g e o t t e, Action des métaux et de divers autres facteurs sur la

- dégénérescence du nerf en survie, C. R. Soc. Biol., Paris, t. LXIX, № 37, 1910.—64. Он же, La mort du cylindraxe, C. R. Soc. Biol., Paris, t. LXIX, № 10, p. 463, 1910.—65. Он же, Un cas de tabes amyotrophique étudié par la méthode à Cajal, régénération des fibres à myéline dans les racines antérieures, C. R. Soc. Biol., Paris, 1905.—66. Немцов А., Строение дорзальных корешков и белого вещества спинного мозга. Диссерт., СПб, 1913.—67. Oettingen K., Pflanzen- und tierexperimentelle Untersuchungen im elektrischen Wechselfelde eines Kurzwellensenders, Strahlentherapie, Bd. 41, H. 1, 1931.—68. Ойвин И. и Лауфер М., О природе, биологическом и терапевтическом действии ультракоротких волн (высокочастотного поля), Дерматология и венерология. Сб. под ред. Матусиса и Златопольского, Одесса, 1933.—69. Ойвин И., Стимулирующее и угнетающее действие лучистой энергии на клетку. Фотобиология, II, 1935.—70. Oster tag B., Die Beeinflussung vegetativer Zentren im Kurzwellenfeld, Dtsch. med. Wchschr., 32, S. 1240, 1932.—71. Perroncito A., Die Regeneration der Nerven, Ziegler's Beiträge zur pathol. Anat. u. allg. Pathol., Bd. 42, H. 2, S. 354, 1907.—72. Peterfi T., Morphologische Veränderungen an lebenden Nervenfasern während der Reizung, Arch. f. exp. Zellforsch., Bd. 11, S. 302, 1931.—73. Pirelli, Sur l'anatomie pathologique des éléments nerveux dans l'empoisonnement aigu par le sublimé, Arch. ital. de Biol., XXVI, fasc. II, p. 230, 1896.—74. Плотников, О биологическом действии высокочастотного поля, Физиотерапия, 8, 2, 1931.—75. Pasch arissk y, Ueber die histologischen Vorgänge an den peripheren Nerven nach Kontinuitätstrennung, Ziegler's Beiträge zur Pathol. Anat. u. allg. Pathol., Bd. 41, H. 1, 1907.—76. Quervain F., Ueber Veränderungen des Zentralnervensystems bei experimenteller Kachexie thyreoideprive der Tiere, Virchow's Archiv, Bd. 133.—77. Ramon-y-Cajal, Degeneration and Regeneration of the nervous system, London, 1928.—78. Он же, Démonstration photographique de quelques phénomènes de la régénérescence du nerf, Trav. du Lab. de rech. biol. de l'Univ. de Madrid, t. XXIV, p. 191, 1926.—79. Rogers, Pappenheim a. Goetsch, Nerve endings in nutritional muscular dystrophy in guinea pigs, The Journ. of exp. Med., 54, N. 2, 1931.—80. Schlipfak E. u. Compère A., Spezifische Wirkungen des Ultrakurzwellenfeldes, Klin. Wchschr., № 44, S. 1729, 1933.—81. Shimazono, Ueber das Verhalten der zentralen und peripheren Nervensubstanz bei verschiedenen Vergiften und Ernährungsstörungen, Arch. f. Psych. u. Neurol., LIII, 1914.—82. Stieböck, Biologische Wirkungen ultrakurzen Wellen, Wien. klin. Wchschr., 51, S. 291, 1931.—83. Stöhr Ph. jr., Mikroskopische Studien zur Innervation des Magendarmkanal. II. Ueber die Nerven des menschlichen Magens und ihre Veränderungen beim Ulcus, Z. f. Zellforsch. u. mikr. Anat., Bd. 16, H. 1, 1932.—84. Су слов, Химическая травма нервного ствола формалином, ее последствия и значение, Архив биол. наук, т. 32, вып. 2, 1932.—85. Су ханов, L'anatomie pathologique de la cellule nerveuse en rapport avec l'atrophie variqueuse des dendrites de l'écorce centrale, La cellule, t. 14, fasc. 2, 1898.—86. Он же, Contribution à l'étude des modifications qui subissent les prolongements dendritiques des cellules nerveuses sous l'influence des narcotiques, La cellule, t. 14, fasc. 2, 1898.—87. Speidel, Carl Caskey, Studies of living nerves. III. Phenomena of nerve irritation and recovery, degeneration and repair, The Journ. of comparative Neurol., vol. 61, № 1, 1935.—88. Villaverde J., Lésions des nerfs dans l'intoxication saturnine expérimentale, Trav. du lab. de rech. biol. de l'Univ. de Madrid, t. XXIV, p. 1.—89. Он же, Les lésions des ploques motrices dans l'intoxication par le plomb, Trav. du lab. de rech. biol. de l'Univ. de Madrid, t. XXIV, p. 267.—90. Он же, Les résultats tardifs de l'intoxication saturnine expérimentale des nerfs, Trav. du lab.

de réch. biol. de l'Univ. de Madrid, t. XXIV p. 155.—91. О н ж е, Phénomènes de dégénérescence et de régénérescence dans les nerfs intoxiqués expérimentalement par le plomb, Trav. du lab. de réch. biol. de l'Univ. de Madrid, t. XXV, p. 81, 1927.—92. О н ж е, Sur l'évolution des lésions des neurones corticales dans l'intoxication expérimentale par le plomb, Trav. du lab. de réch. biol. de l'Univ. de Madrid, t. XXVI, p. 55.—93. W a l t e r F., Ueber den Einfluss der Schilddrüse auf die Regeneration des peripheren markhaltigen Nerven, D. Ztschr. f. Nervenheilkunde, Bd. 38, H. 1/2, S. 1, 1909.—94. В и ш н е в с к и й А. С., Ueber die Rolle nervöser Einflüsse auf die Prozesse der Regeneration des Nervenstammes, Ztschr. f. d. ges. exp. Med., Bd. 76, H. 1/2, 1931.

ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА НЕРВНУЮ СИСТЕМУ И РЕАКЦИИ ИММУНИТЕТА¹

А. В. Пономарев и О. И. Камбарова

Иммунитет нельзя рассматривать как автономное явление, топографически связанное с определенным органом или тканью. Его следует понимать как защитную реакцию всего биологического комплекса. С этой широкой точки зрения как клеточная, так и гуморальная теории иммунитета оказываются неполными и несовершенными, так как они не объясняют нам, каким образом организм как целое реагирует на раздражение и координирует пуск в ход своих защитных средств против инфекции. Отсюда понятна необходимость изучения роли в процессах иммунитета нервной системы, которая вместе с гормональным аппаратом прямо или косвенно контролирует важнейшие жизненные проявления и управляет самыми сложными функциями организма.

В недавнее время из лаборатории А. Д. Сперанского вышел ряд работ, посвященных изучению влияния на течение различных патологических процессов новокаинового блока нервной системы. Этот метод дал благоприятные результаты при терапии многих форм острого и хронического воспаления. При новокаиновой блокаде нервной сети поясничной области действие новокаина не только захватывает поясничные узлы пограничного ствола, но распространяется также и на соседние сплетения: *plexus renalis*, *suprarenalis* и частично *solaris*. В связи с этим мы поставили задачей настоящей работы изучить соотношения между реакциями иммунитета и нервной системой, в частности зависимость продукции организмом иммунтел от тех или иных воздействий, направленных на область *plexus solaris*.

¹ Из отделения инфекции и иммунитета отдела патологической физиологии ВИЭМ (зав.—проф. А. Д. Сперанский) и физико-физиологического отделения (зав.—проф. П. С. Купалов) ВИЭМ.

Мы применили с указанной целью электрическое поле ультравысокой частоты (УВЧ). Этот выбор был продиктован следующими соображениями. С введением УВЧ в биологию последняя получила новый весьма активный физический фактор воздействия на организм. Одним из ценнейших свойств этого агента является избирательность его действия. При помещении организма в поле УВЧ различные ткани реагируют по-разному и даже прогреваются не в одинаковой мере; например, температура костной ткани поднимается выше, чем температура кожи. Ряд современных исследователей—Шлипкаке (Schlierp-hake), Еллинек (Jellinek) и др.—утверждают, что помимо теплового эффекта имеет место и специфическое действие УВЧ.

Заинтересовавшись вопросом о том, в какой мере при воздействии УВЧ можно рассчитывать, что этому воздействию подвергнутся находящиеся в данной области нервные элементы, мы нашли работы Шлипкаке и Остертага (Ostertag), которые наблюдали под влиянием УВЧ наступление дегенеративных изменений в клетках мозга, а также весьма интересные исследования Хеллера (Heller) с локализованными воздействиями на центральную нервную систему.

Наши опыты состояли в следующем. Мы взяли три группы кроликов, по 4 кролика в каждой группе. Все 12 кроликов получили подкожно 4 прививки тифозной вакцины (0,5; 0,5; 0,5; 1,0 миллиарда микробных тел) и столбнячного анатоксина (1,0; 1,0; 1,0; 2,0 см³). Прививки производились с интервалами в четыре дня (13 V; 17 V; 21 V; 25 V 1934 г.). Одновременно с началом вакцинации кролики первой группы были подвергнуты воздействию УВЧ таким образом, что один небольшой электрод (площадь 12,5 см²) располагался у левой половины epigastrii, другой такого же размера электрод помещался на проекционном пункте спины. При таком расположении электродов рl. solaris находился как раз в районе наибольшей густоты силовых линий поля. Вторая группа кроликов облучалась одновременно с первой группой, но здесь применялись большие электроды (площадь 85 см²), из которых один захватывал весь живот и грудь, а другой покрывал спинную поверхность тела животного. Большая площадь этих электродов обеспечивала достаточное воздействие поля на все органы грудной и брюшной полости. Паузы между отдельными сеансами измерялись в среднем двумя сутками. Всего было 8 сеансов продолжительностью в 10 мин. каждый. Электроды из мягкого свинца, обшитые мехом и полотном, расстояние между ними 13,5 см. Частота 6 · 1¹⁰, сила тока в третичном измерительном контуре (в поле) 0,4 ампера.

Третья группа кроликов была оставлена без облучения для контроля.

Обследование сывороток кроликов всех трех групп путем

реакции агглютинации с тифозной культурой дало результаты, представленные на рис. 121. На 11-й день по окончании вакцинации (5 VI) средний титр агглютининов у кроликов первой группы был 1:7 460, т. е. в 5,7 раза выше, чем у третьей группы (1:1 330), и в 4,6 выше, чем у второй группы (1:1 600). На 20-й день (14 VI) содержание агглютининов в первой группе было в 16 раз больше, чем в остальных группах (1:200).

Таким образом, преимущественное воздействие УВЧ на область *plexus solaris* вызывает у вакцинируемых животных усиленную продукцию специфических агглютининов по сравнению с контрольными животными. Общее облучение при указанной выше дозировке дает у находящихся в процессе вакцинации кроликов лишь небольшое увеличение количества агглютининов по сравнению с контрольными животными.

Сравнительное изучение сывороток подопытных кроликов на содержание столбнячного антитоксина не выявило отчетливого эффекта УВЧ как при общем облучении, так и при воздействии на *plexus solaris*.

Дальнейшее наблюдение за опытными кроликами показало, что длительность обусловленного УВЧ эффекта у первой группы кроликов невелика. Количество агглютининов у них быстро уменьшается, так что к 26-му дню по окончании вакцинации (20 VI) агглютинационные титры всех трех групп животных стоят почти на одном уровне. Тогда естественно возник вопрос, какой эффект даст вторая серия облучений? С этого момента мы возобновили облучение двух первых групп животных. Дозировка и условия воздействия были оставлены прежними. Облучения повторялись через 2—3 суток; всего было произведено 4 облучения (20 VI, 22 VI, 25 VI, 27 VI 1934 г.). Кролики третьей группы, кроме одного (№ 31), сыворотка которого изучалась отдельно, облучению не подвергались.

Обследование сывороток кроликов на агглютинины показало (рис. 121), что спустя 5 дней от начала облучения (25 VI) у кроликов первой группы имело место увеличение количества агглютининов в 8 раз (1:4 260), в то время как титр агглютининов у животных второй группы возрос в 3 раза (1: 600), а у третьей группы оставался без изменений (1:200). Через 12 дней (2 VII) от начала облучения содержание агглютининов у кроликов первой группы (1:6 400) возросло еще больше (в 12 раз). У животных второй и третьей групп агглютинины держались на прежнем уровне.

Оказалось, следовательно, что если вслед за естественным падением титра агглютининов в сыворотке кроликов, обработанных тифозной вакциной в сопровождении облучения области *plexus solaris*, подвергнуть этих животных новой серии сеансов УВЧ, то у них наблюдается быстрый подъем кривой титра

агглютининов, которая едва не достигает наивысшей цифры, полученной раньше в результате совместного действия на животных специфического агента (тифозной вакцины) и неспецифического фактора (облучения). Общее облучение при нашей до-

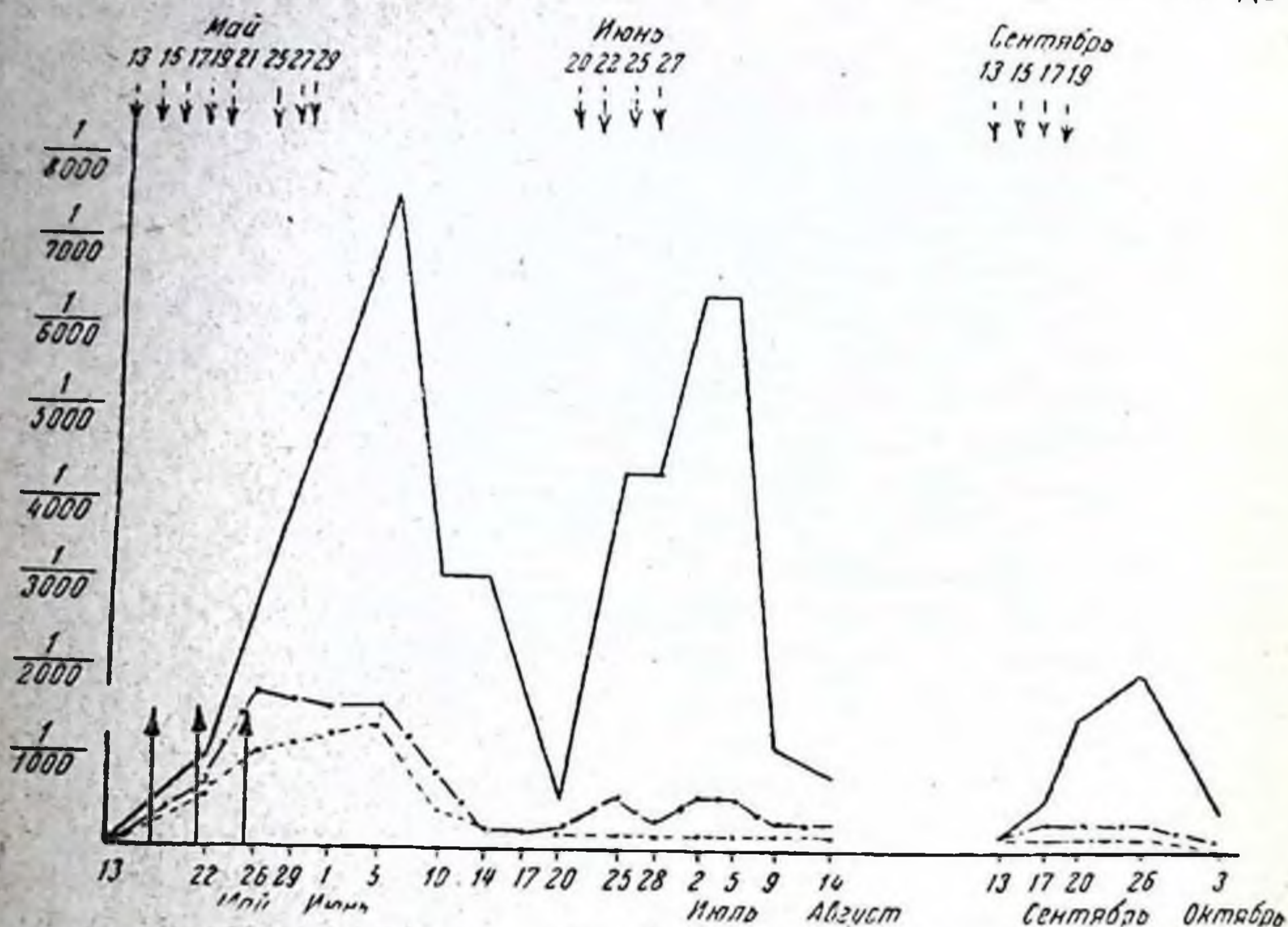


Рис. 118. Изменение агглютинационного титра под влиянием УВЧ.

— при облучении обл. pl. solaris; — . — . при общем облучении; контроль; ↑ вакцинации; ↓ облучения.

зировке и здесь не дало заметного нарастания количества агглютининов. Это показывает зависимость стимулирующего эффекта УВЧ от места ее преимущественной аппликации.

Спустя два месяца (13 IX) кролики первой и второй групп были подвергнуты третьей серии сеансов УВЧ. Возобновление облучения области plexus solaris и на этот раз дало (26 IX) повышение титра агглютининов с 1:200 до 1:2 130, т. е. в 10 раз, а общее облучение—с 1:200 до 1:400, т. е. только в 2 раза (рис. 118).

Известно, что в результате повторного сочетания во времени какого-либо внешнего воздействия на животное с безусловным рефлексом первый становится условным раздражителем и в состоянии один вызвать этот рефлекс (И. П. Павлов и его сотрудники). Возрастание количества антител под влиянием условного раздражителя обнаружили Метальников и другие авторы. Имея в виду возможность такого рода истолкова-

ния положительного эффекта вторичной серии сеансов облучения УВЧ области солнечного сплетения, мы, как указано выше, выделили одного кролика (№ 31) из третьей группы контрольных кроликов и подвергали его облучению (20 VI, 22 VI, 25 VI, 27 VI) малыми электродами на область plexus solaris. Кривая его агглютининов (рис. 119) показала 25 VI, т. е. на 5-й день после начала облучений, резкий подъем вверх (титр увеличился с 1:200 до 1:3 200, т. е. в 16 раз), достигнув макси-

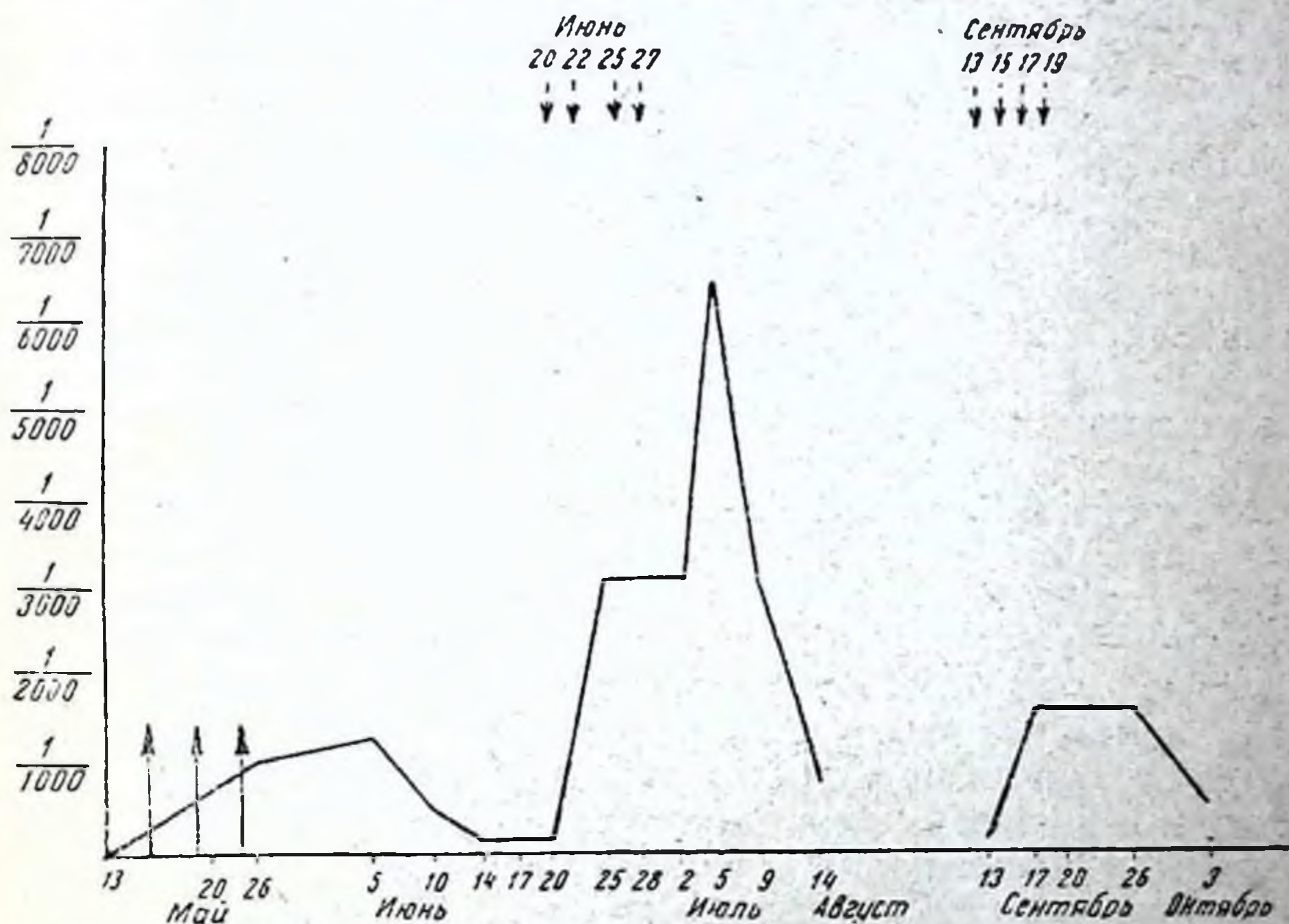


Рис. 119. Изменение агглютинационного титра под влиянием УВЧ.

— при облучении pl. solaris; ↑ вакцинации; ↓ облучения

мума (1:6 400) на 15-й день (5 VII) после начала облучений (количество агглютининов возросло в 32 раза). Будучи подвергнут спустя 2 месяца после этого второй серии сеансов УВЧ по тому же методу (13 IX, 15 IX, 17 IX, 19 IX), этот кролик дал 26 IX, т. е. на 13-й день от начала новой серии облучений, новое нарастание титра агглютининов в 12 раз (рис. 122).

Таким образом, облучение УВЧ области plexus solaris спустя 25 дней по окончании вакцинации, когда титр агглютининов неудержимо падает, вызывает резкое увеличение содержания агглютининов, количество которых под влиянием этого неспецифического воздействия на нервную систему возрастает в 16—32 раза по сравнению с тем, что было непосредственно перед

применением УВЧ, и в 4 раза превосходит тот максимум, который был достигнут в свое время в результате специфической иммунизации.

Чтобы убедиться в том, что полученный на кролике № 31 результат не случаен, мы взяли кроликов, ранее иммунизированных тифозной вакциной. Они имели в свое время максимальный титр агглютининов 1:1 600, который затем снизился до 1:100. Два из этих кроликов (№№ 19 и 92) облучались малыми электродами в области *plexus solaris*, а другие два (№№ 21 и 77)—большими электродами. Спустя 10 суток от начала облучений (5 сеансов с паузой в 2 суток между сеансами 23 IX, 25 IX, 27 IX, 29 IX, 1 X) содержание агглютининов у первой пары кроликов возросло в 8 раз (1:800). Общее облучение дало повышение титра агглютининов лишь в 2 раза (1:200).

В приведенных опытах контрольные группы животных подвергались общему облучению УВЧ. В следующей серии экспериментов мы испытали также более локализованное облучение области печени и шеи. Одиннадцать кроликов прививались два месяца назад тифозной вакциной. К началу опыта с УВЧ содержание агглютининов у этих животных упало до разведения 1:50—1:25. Три кролика облучались УВЧ с помощью малых электродов в области *plexus solaris*, три—в области печени, три—в области шеи, и два кролика облучались с помощью больших электродов, захватывающих весь живот и спину. Спустя 5 суток облучение области *plexus solaris* дало повышение титра агглютининов в 8—16 раз, в то время как облучение области печени и шеи совершенно не повлияло на содержание этих антител у животных. У кроликов, подвергнутых облучению всего тела, на этот раз было обнаружено нарастание агглютининов в 4 раза.

Подобного же рода опыты были поставлены нами в отношении изучения влияния облучения УВЧ на содержание гемолизинов. Облучению были подвергнуты 4 кролика, у которых содержание гемолизинов, измерявшееся ранее титром 1:1 600, снизилось к моменту опыта до 1:200. У двух из них облучалась область *plexus solaris*, а у остальных двух—все туловище. В результате 3 облучений, произведенных с интервалами по 2 суток, первые обнаружили подъем кривой гемолизинов до титра 1:1 600 (в 8 раз), а у последних титр гемолизинов повысился лишь в 2 раза (1:400). Аналогичные результаты были получены далее в следующем опыте на 5 кроликах. Перед облучением титр гемолизинов у них был в пределах 1:25—1:100. Три кролика (№№ 20, 50 и 66) облучались малыми электродами в области солнечного сплетения, а остальные два (№№ 9 и 14)—большими электродами. Спустя 5 суток от начала облучения (2 сеанса с интервалом в 3 суток: 23 X и 26 X) титр гемолизинов у кроли-

ков, подвергнутых облучению области *plexus solaris*, поднялся в 16 раз. При общем облучении также было отмечено увеличение количества гемолизинов в 4 раза.

Выявленный нами в опытах на животных стимулирующий иммунологические процессы эффект УВЧ было интересно проверить в клинике. Совместно с Э. М. Э з е р и н о м нами были проведены соответствующие наблюдения над 16 больными. Эти лица полгода назад получили профилактические прививки брюшнотифозной вакцины. Тринадцать из них были подвергнуты облучению УВЧ в области *plexus solaris*, а у остальных трех облучалась верхняя или нижняя конечность. Средний титр тифозных агглютининов до облучения измерялся разведением 1:160. После 5 сеансов УВЧ в области солнечного сплетения содержание агглютининов возросло в 5 раз (средний титр 1:800). Наибольший эффект был получен у субъектов, облучаемых с паузами в 3 дня (два раза в шестидневку). У отдельных пациентов было зарегистрировано повышение титра антител в 8—16 раз (с 1:100 до 1:800—1:1600). После облучения верхней или нижней конечности агглютинины оставались на прежнем уровне или количество их увеличивалось лишь в 2 раза (с 1:100 до 1:200).

Совокупность полученных нами данных дает основания для общего заключения, которое сводится к тому, что процесс выработки агглютининов, а также, повидимому, гемолизинов, происходит при участии нервной системы.

Из краткого резюме докладов Французской научной ассоциации (*Congrès de Chambery, Juillet, 1933*) мы узнали о работе Н и к о л о (Nicolau), К р а й н и к (Krainik) и др., получивших сходные результаты и высказывающих аналогичное мнение.

Слабо выраженный эффект общего облучения, при котором воздействию УВЧ подвергались все органы грудной и брюшной полости, не оставляет сомнений в том, что усиленная выработка агглютининов у кроликов первой группы (облучение области *pl. solaris*) должна быть отнесена за счет воздействия УВЧ на нервные сплетения. В данном случае пунктом аппликации специфического раздражителя были не элементы ретикуло-эндотелиальной системы, которые в настоящее время рассматриваются как лаборатория иммуногенеза, а те нервные сплетения, которые их иннервируют.

Согласно теории П ф е й ф ф е р а («*Reiztheorie der Immunkörperbildung*»), продукция антител является специфическим секреторным рефлексом на специфическое раздражение организма антигеном. Он полагает, что для выработки иммунтел не обязателен контакт антигена с продуцирующими их клеточными элементами. По его мнению, достаточно однократного

антигенного раздражения, вызвавшего специфическую секрецию, для того чтобы в дальнейшем процесс образования антител мог продолжаться и после удаления местного депо антигена. С целью проверки этой теории были поставлены многочисленные опыты с ампутацией уха кролика спустя разные сроки после внутрикожной инъекции антигена. Эти эксперименты дали противоречивые результаты. Ф р и д б е р г е р и О ш и к а в а (Friedberger & Oshikawa) пришли к заключению, что антигенное раздражение может распространяться по нервам. Однако их эксперименты встретили критику [Р е й т л е р (Reitler), Б е л а к (Belak) и П а т е р (Pater) и др.] в том смысле, что в них не может быть исключена возможность поступления весьма малых доз антигена в кровяное русло.

П ь е р р е и Ж е р н е (Pierret et Gernet) показали, что удаление антигенного депо спустя 20 минут после инъекции не мешает возникновению анафилактического состояния. Б а ш е н и н у удалось сенсibilизировать животных, даже при полном исключении циркуляции крови сжатием корня уха пинцетом, путем внутрикожной инъекции сыворотки в кончик уха с последующей его ампутацией. Кокаинизация места инъекции оказывала депрессивное действие на сенсibilизацию. Автор рассматривает сенсibilизацию как рефлекторный процесс, а именно как рефлекс на вегетативную нервную систему.

Влияние на реакции иммунитета импульсов, идущих со стороны центральной нервной системы, доказывается опытами с условными рефlekсами (Metalnikow et Chorine, Б а р ы к и н а, В ы г о д ч и к о в, П о д к о п а е в, С а а ч и к я н, О с т р о в с к а я и др.).

Исключительный интерес представляют опыты М е т а л ь н и к о в а с гусеницами пчелиной моли (*Geleia melonella*). Иммунизация гусениц становится невозможной после разрушения третьей грудной пары нервных узлов, удаление же других ганглиев не препятствует возникновению иммунитета. Б о г е н д е р ф е р (Bogendorfer) предполагает наличие центральной регуляции образования антител. Он показал, что образования агглютининов не происходит, если до инъекции антигена собака подвергается операции перерезки мозга выше 6-го шейного позвонка. Перерезка спинного мозга в грудной области не препятствует выработке агглютининов. По мнению автора, процесс образования антител регулируется высоко расположенными в мозгу центрами, которые путем перерезки в шейной области разобщаются от п. *sympathicus*. Участие симпатической нервной системы в выработке агглютининов подтверждается его опытами с эрготамином.

Этот симпатикотропный яд, будучи применен в достаточно

больших дозах до инъекции антигена, явно задерживает у животных образование агглютининов.

Наши опыты наряду с цитированными выше литературными данными говорят в пользу нервного механизма образования антител. Вместе с тем они дают некоторый повод для суждения о природе действия УВЧ на организм. Появление антител связано с процессами обмена веществ, которые, как известно, регулируются при посредстве вегетативной нервной системы; облучение же УВЧ, как показали работы Шлипхаке, Надсона и Шейбл (Knudson a. Chaible), Нассе (Nasset) и других иностранных авторов, а также у нас П. П. Астанина и его сотрудников, вызывает резкие изменения метаболизма. Таким образом, наши опыты, устанавливающие, что воздействие УВЧ на область *plexus solaris* стимулирует выработку антител, подчеркивают значение нервнотрофического компонента в механизме изменения метаболизма под влиянием УВЧ.

Стимулирующий иммунологические процессы эффект УВЧ в условиях примененной нами методики может быть использован в практике профилактической вакцинации животных и людей, а также при производстве различных иммунных сывороток. В этом направлении мы и продолжаем свои исследования.

Выводы

1. Преимущественно локализованное воздействие УВЧ на область *plexus solaris* кроликов, находящихся в процессе вакцинации, сильно стимулирует продукцию специфических агглютининов.

2. Общее облучение организма при той же дозировке дает у иммунизируемых животных лишь небольшое увеличение количества агглютининов по сравнению с контрольными, необлучаемыми животными.

3. Облучение области *plexus solaris* спустя некоторое время по окончании вакцинации, когда содержание агглютининов в естественных условиях неудержимо падает и достигает низкой цифры, вызывает быстрое и резкое повышение их титра.

4. Общее облучение организма при той же дозировке УВЧ или не оказывает никакого влияния на содержание антител, или обнаруживает слабо выраженный эффект.

5. Воздействие УВЧ на область солнечного сплетения влечет за собой быстрое нарастание количества гемолизинов у иммунизированных эритроцитами баранов кроликов.

6. Общее облучение этих животных дает лишь небольшое повышение гемолитического титра сыворотки.

ЛИТЕРАТУРА

- Башенин В. А., *Ztschr. f. Immunitätsforschung*, Bd. 54, S. 226.—
Барыкина, *Журн. микробр., патол. и инфекц. болезней*, т. VI, в. 2,
1929.—Пономарев А. В. и Камбарова О. И., Воздействие
УВЧ на нервную систему и реакции иммунитета, *Бюлл. ВИЭМ*,
вып. 8—9, 1934.—Сперанский А. Д., *Элементы построения теории ме-*
дицины, 1935.—Belak, *Ztschr. f. d. g. exp. Med.*, 52, 559, 1926.—Bo-
gendörfer, *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, Bd. 124, Bd. 126,
Bd. 133.—Krainik, *Rev. d'Actionol.*, 9, 216, 1935.—*Journ. de*
Radiol. et d'Electrol., T. XVIII, № 2, 92, 1934.—Letterer u.
Bogendörfer, *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, Bd. 145, S. 131
(1929).—Metalnikow, *Ann. Past.*, № 2, 1931.—Metalnikow et
Chorine, *Ann. Past.*, t. 40, p. 893.—Schliephake, *Z. f. d. ges. exp.*
Med., 66, 212, 1929.—Ostertag B., *Dtsch. med. Woch.*, S. 1240, 1932.

БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ЖИВОТНЫЙ ОРГАНИЗМ¹

П. П. А с т а н н и н

(По экспериментальным данным П. П. Астаннина, Е. А. Айзиковича, Р. Е. Братковского, М. И. Елисейевой, О. В. Лялиной, М. К. Ломако и М. А. Усиевича)

Физические факторы относятся к тому типу раздражителей, которые могут как вызывать определенную перестройку взаимных отношений отдельных частей нервной и эндокринной систем, так и действовать непосредственно на тканевые элементы.

Ш л и п х а к е (Schlierpake) считает, что при действии УВЧ возникают молекулярные движения, которые могут привести даже к разрыву коллоидных частиц. Дипольные молекулы в поле УВЧ начинают колебаться, причем усиливается и движение ионов и всех заряженных частиц, что ведет к повышению температуры [Д у с с е (Dousset)]. В тех участках тканей, где больше низкомолекулярных подвижных продуктов распада, например, в острых абсцессах,—повышение температуры под действием УВЧ достигает величины, вдвое большей, чем ее повышение в нормальных тканях. Д о н н е л и (Donnelly) считает, что воспаленные ткани богаче водой, чем нормальные, и в них создаются лучшие условия для растворения составных частей протоплазмы; отсюда большая чувствительность их к действию УВЧ. О местном воздействии говорят многие патолого-гистологические исследования. Х е л л е р (Heller) отмечает повреждение тканей в участке, соответствующем форме поля УВЧ, О с т е р т а г (Ostertag) указывает на расстройство терморегуляции при воздействии УВЧ на область шеи и затылка, Я к о б с о н и Х о с о н (Jacobson a. Hosoi, цит. по Castaldi) обнаружили гиперемию, мутное набухание, жировое перерождение и дегидратацию в паренхиматозных органах. П р у с с, Я к у б о в и С и в а-

¹ Из физико-физиологического отд. (зав.—проф. П. С. Купалов) и физико-биологического отд. (зав.—доц. Г. Л. Френкель) Лен. фил. ВИЭМ.

к о в наблюдали дегидратацию коллоидов при быстром нагревании всей массы в поле УВЧ.

Таким образом, под влиянием электрического поля ультравысокой частоты могут возникнуть изменения в метаболизме. Самой собой разумеется, как уже отмечено выше, действие УВЧ не может быть исключительно местным и во всяком случае миновать нервно-эндокринную систему. Такой точки зрения придерживается ряд авторов: П о н о м а р е в, К р а й н и к, М е й е р и В а л ь с е р (Krainik, Meyer et Walser). Последние считают, что действие УВЧ, проявляющееся через симпатическую систему, имеет большее значение, чем непосредственное нагревание. С этим трудно согласиться, так как слишком сложны отношения различных процессов в организме, стоящих в координационной связи друг с другом. Вернее думать, что первоначальная реакция преимущественно связана с изменением функций именно вегетативной системы, что показано при наблюдении физиологического действия многих физических факторов, например, парасимпатомиметические сдвиги под влиянием лучей Рентгена [Р и с с е и П о о с (Risse & Poos)] или симпатомиметические—под влиянием токов УВЧ (собственные наблюдения и наблюдения других авторов), или, наконец, под влиянием потовых ванн [М а р к и о н и н и (Marchionini)], о чем еще будет идти речь ниже.

Функциональные изменения вегетативной системы прежде всего сказываются на лабильном углеводном обмене. Поэтому изменения в гликемической реакции следует считать как бы за проявление «острого эффекта» действия поля УВЧ. «Хронический эффект» в большей мере связан с изменениями в белковом обмене. Этим можно объяснить, почему последствие УВЧ особенно ясно сказывается на усилении азотистого катаболизма; сравнительно малые дозы (повышение температуры около 0,8—1,0°C) ведут к гиперазотурии в продолжение 4—6 суток (исследования нашей лаборатории).

Все сказанное достаточно ясно подчеркивает сложность реакции организма на УВЧ и на другие физиотерапевтические воздействия. Биологическое значение самого физического фактора, как общеизвестно, определяется еще периодичностью течения, фазностью действия, качественными изменениями в зависимости от дозы; например, можно схематично сказать, что слабая доза (I) вызывает обычно возбуждение; средняя (II)—двойная слабая—сперва дает сильное возбуждение, затем обратимое угнетение; наконец, сильная доза (III) может дать короткое интенсивное возбуждение (которое может и отсутствовать) и затем даже необратимое угнетение¹. Сильные дозы истощают

¹ См. рис. 120, схема Кэчау.

клетки, и, повидимому (в частности при УВЧ), значительная дегидратация (Якобсон) задерживает возвращение к нормальным функциям.

Фазность действия особенно приходится иметь в виду при интерпретации полученных данных и при сопоставлении характера действия различных физических факторов, так как для многих из них характерна и стимулирующая и тормозящая фазы. Бенедетти (Benedetti) показал фазность действия УВЧ на дрожжевом брожении глюкозы: замедление и ускорение в зависимости от длины волны и длительности воздействия. В наших исследованиях действия УВЧ на целом организме также была выявлена фазность действия в зависимости от дозы и времени (при изучении диуреза, холереза, азотургии, окислительных процессов и гликемической реакции).

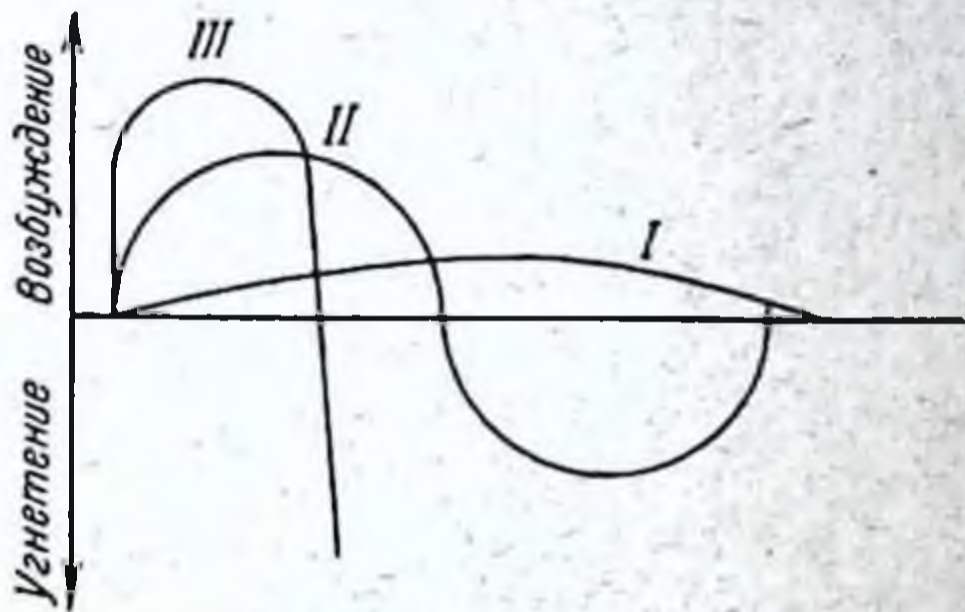


Рис. 120. Схема Кэчау.

Полный экспериментальный материал представлен в виде отдельных сообщений, помещенных в настоящей монографии. Здесь будут приведены лишь факты, необходимые для биохимического анализа действия УВЧ. Подробнее излагаются исследования диуреза и холереза по данным П. П. Астанина, Е. А. Айзиковича, М. А. Усевича и О. В. Лялиной.

Исследования гликемической реакции при воздействии УВЧ, проведенные в биохимической лаборатории нашего отдела М. И. Елпеевой (см. ее статью в настоящем сборнике), согласуются с данными Надсона и Шейбла (Knudson a. Schaible), а также Фломма (Pflomm). При непродолжительном воздействии в опытах Надсона и Шейбла сахар значительно повышается; при более длительном применении УВЧ нарастание количества сахара крови идет значительно меньше или даже понижается ниже нормы. Авторы считают, что гипергликемия зависит от сопутствующего ацидоза. С нашей точки зрения гипергликемия, ацидоз, гиперлактацидемия и гипокапния зависят преимущественно от раздражения УВЧ симпатической системы. В опытах Маркиони и Оттенштейна (Marchionini u. Ottenstein) под влиянием потовых ванн получены такие же изменения указанных биохимических показателей. Гликемическая реакция при потовых ваннах и УВЧ очень схожа. Гофф (Hoff) констатировал при кратковременных инфекционных

лихорадках те же отклонения в функции вегетативной системы, ту же смену фаз, которая очень походит на то, что другие авторы видели при исследовании гликемической реакции при воздействии УВЧ и потовых ванн. При денервированных надпочечниках гликемическая реакция меняет свой характер (падает и доходит даже до гипогликемии—Е л и с е е в а).

Причину гипергликемии вряд ли можно видеть в понижении окислительных процессов в тканях, так как нижеописан-

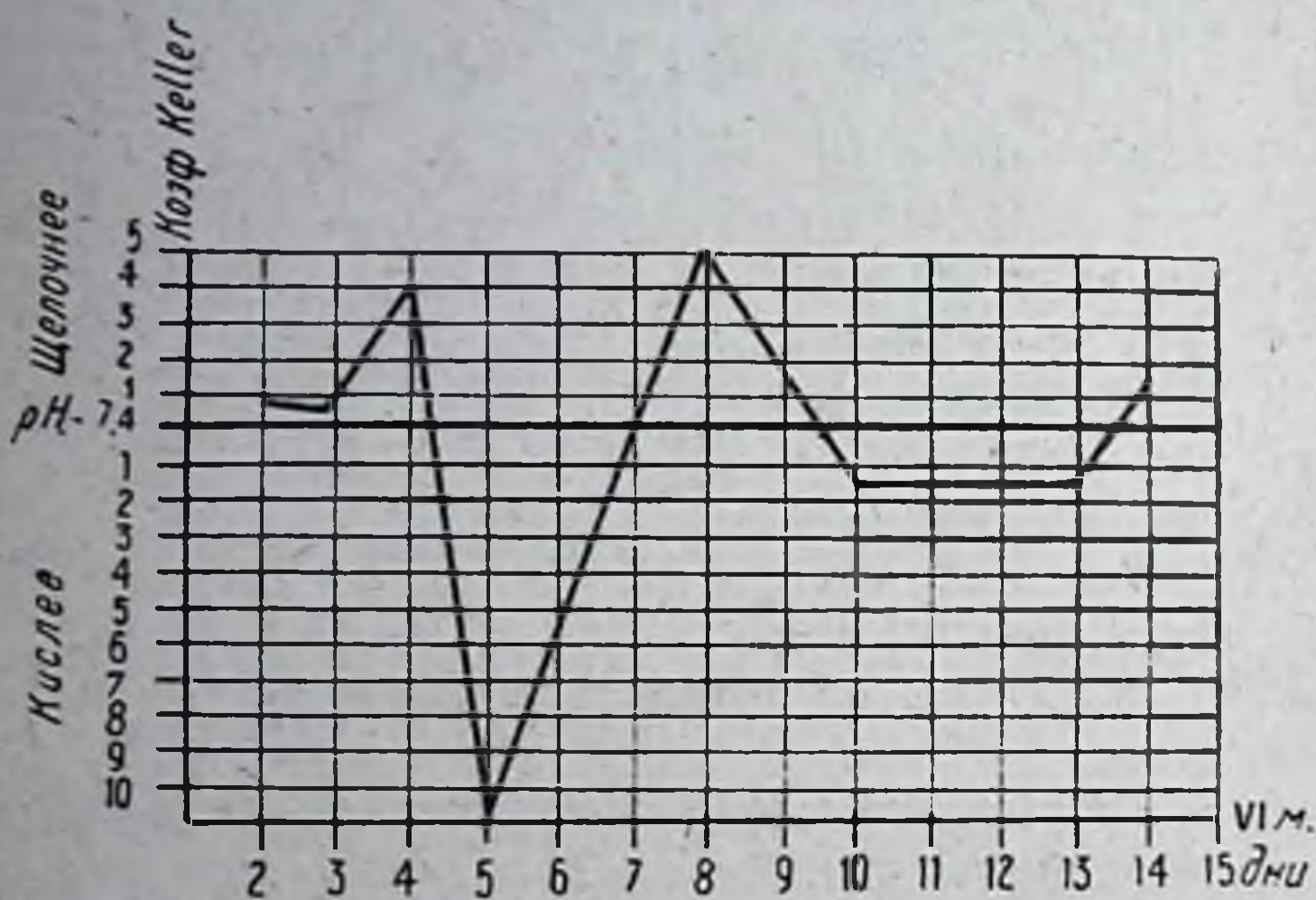


Рис. 121. Снижение в кислую сторону от линии pH—7,4 следовало после воздействия УВЧ.

ные наблюдения нашей лаборатории говорят за обратное. Наконец, кратковременное течение гипергликемии при УВЧ говорит как бы за симпатомиметический эффект, который, как всегда, сопровождается ацидозом.

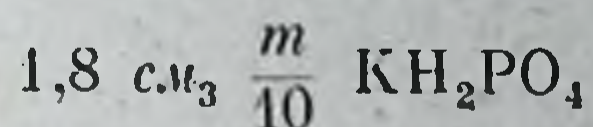
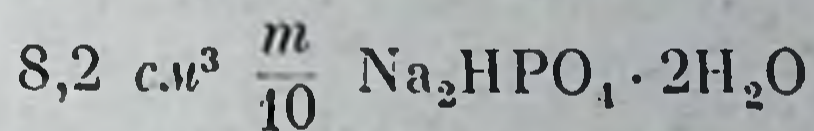
При наших исследованиях (П. П. А с т а н и н) кислотно-щелочные отношения характеризовались размахом колебаний между высотой щелочных и кислых ингредиентов мочи (опыты на собаке с выведенными мочеточниками). Изменения коэффициента указывают на смещение кислотно-щелочных отношений в кислую сторону, что говорит за эндогенный механизм действия и усиления катаболизма (рис. 121).

Моча собиралась за 2 часа до водной нагрузки и за такой же период после нагрузки. Для характеристики кислотно-щелочных отношений был взят коэффициент Келлера $\frac{n}{m}$, где m — титруемая кислотность мочи до воздействия, n — то же после воздействия и водной нагрузки.

Кислотно-щелочные отношения определялись электрометри-

ческим титрованием $\frac{n}{20}$ растворами. Конечным пунктом титрования считались $pH = 7,4$ (средняя реакция крови). Достижение конечного пункта обнаруживалось остановкой стрелки гальванометра на нулевой точке. Количество употребленных кубических сантиметров $\frac{n}{20}$ раствора служило мерой буферности.

Электрометрическое титрование проводилось по принципу двойного хингидронного электрода. Сосуд № 1 — полуэлемент из раствора



добавляется хингидрон (pH раствора = 7,4). Сосуд № 2 — полуэлемент из исследуемой мочи + хингидрон.

Усиление катаболизма при УВЧ должно было найти свое отражение также на характере диуреза и холереза, так как почки и печень играют значительную роль в выделительных процессах.

Изучение диуреза и холереза в наших опытах производилось на частоте в 50 мегациклов.

Как известно, при усилении диссимильаторных процессов обычно повышается мочевиный диурез. Действительно, наши исследования показали (П. П. А с т а н и н), что при воздействии сравнительно слабых доз УВЧ повышается выделение мочевины и креатинина. Это стоит в связи с повышением остаточного азота, мочевины и креатинина в крови (как это констатировали Н а д с о н и Ш е й б л).

При местном применении УВЧ как правило наблюдается интенсивная гиперемия подвергнутых воздействию участков, на что указывают все авторы. Зависимость же работы почек от количества проходящей жидкости общеизвестна. Диурез также изменяется в зависимости от состояния гидрофильных коллоидов крови: чем больше последние удерживают воду, тем меньше ее поступает в мочу. При воздействии УВЧ в крови идут процессы дегидратации (указания Н а д с о н а и Ш е й б л а). Уменьшение же коллоид-связанной воды ведет к усилению мочеотделения.

С этим согласуются наши исследования, показавшие усиление диуреза (см. ниже) под влиянием УВЧ. Одновременно с нами в 1934 г. А н ъ о л и и В а л л е б о н а (Agnoli e Vallebona, цит. по С а s t a l d i) наблюдали повышение диуреза у человека при воздействии того же фактора.

Определение молекулярного диуреза (П. П. Астаин и О. В. Лялина) было проведено при характеристике произведения $\Delta \cdot v$, где v —количество мочи за данный промежуток времени.

Дельта (Δ) определялась рефрактометрически на основании того, что $\Delta = (N - n) \cdot 0,075$, где N —показание шкалы при определении рефракции мочи, n —то же для воды.

Как известно, определение молекулярного диуреза дает указания о числе осмотически активных молекул и ионов, выводимых мочой, без характеристики их природы: поэтому представляло интерес, кроме молекулярного диуреза, определить хлоридный и ахлоридный.

Определение хлоридного диуреза проводилось следующим образом. Устанавливалось процентное содержание поваренной соли в моче. Известно, что дельта однопроцентного раствора поваренной соли $= 0,613$. Отсюда вычисляют Δ_1 , что отвечает найденному процентному содержанию NaCl. Умножая Δ_1 на количество кубических сантиметров мочи за изучаемый период времени, получают характеристику хлоридного диуреза.

ХАРАКТЕРИСТИКА

Собака с выведен

Дата	Количество мочи в см ³ при водной нагрузке		Моча Δ		% NaCl y		NaCl $0,613 \times y = \Delta_1$		Ахлориды $\Delta - \Delta_1 = \Delta_2$	
	2 часа до	2 часа после	до	после	до	после	до	после	до	после
2/VI	82,5	153	0,85	0,35	0,40	0,179	0,245	0,11	0,605	0,24
3/VI	62,0	224	1,09	0,17	0,56	0,086	0,34	0,053	0,75	0,52
4/VI	43,0	114	1,5	0,55	0,96	0,185	0,59	0,11	0,91	0,45
5/VI	45,0	238	1,33	0,42	0,95	0,23	0,58	0,14	0,71	0,28
7/VI	36,0	160	1,62	0,43	1,05	0,23	0,65	0,14	0,97	0,29
8/VI	68,0	144	1,09	0,34	0,97	0,26	0,59	0,16	0,50	0,18
9/VI	17,0	181,5	1,64	0,37	0,68	0,12	0,42	0,07	1,22	0,3
10/VI	40,0	207	1,40	0,37	0,69	0,23	0,42	0,14	0,98	0,23

Для определения хлоридного диуреза вычитают из дельты мочи дельту хлоридов ($\Delta - \Delta_1$) и получают дельту хлоридов Δ_2 . Потом умножают Δ_2 на количество кубических сантиметров мочи за изучаемый период и получают количественное выражение ахлоридного диуреза.

При изучении диуреза на собаке с выведенными мочеточниками для характеристики наблюдаемых явлений оказалось целесообразным ввести так наз. диуретические коэффициенты (ахлоридный, хлоридный и молекулярный коэффициенты, которые

дают возможность сравнить периоды до и после водной нагрузки)¹.

Тип вычисления диуретического коэффициента можно себе представить из табл. 1.

В этой таблице (опыт на собаке) и в табл. 2 (опыт на кролике) указан примерный ход анализа.

Материал, приведенный в табл. 2, перенесен на график (рис. 122).

На этом графике ясно видно действие на диурез разных доз УВЧ. Обращает на себя внимание увеличение ахлоридного диуреза за счет хлоридного, что служит индикатором усиления катаболизма; сравнительно сильная доза в этом случае значительно снижает диурез; однако в последующие дни наступает усиленное мочеотделение. Верхняя кривая показывает соответствующие изменения водного обмена.

Таблица 1

ДИУРЕЗА

ными мочеточниками

Ахлоридный диурез $\Delta_2 \times v$		Хлоридный диурез $\Delta_1 \times v$		Молекулярный диурез $\Delta \times v$		Коэффициенты			Примечание
a	b	c	d	e	f	Ахлориди. $\frac{b}{a}$	Хлориди. $\frac{d}{c}$	Молекул. $\frac{f}{e}$	
до	после	до	после	до	после				
49,9	37,2	20,2	17,2	70,1	54,4	0,75	0,85	0,81	
46,5	26,8	21,0	11,9	67,5	38,7	0,58	0,62	0,56	
39,1	51,4	25,3	12,5	64,4	63,9	1,31	0,49	0,99	← Слабая доза
34,8	66,7	26,0	33,4	60,8	100,0	1,92	1,28	1,67	УВЧ между
34,9	46,5	23,4	22,4	58,4	68,9	1,33	0,95	1,18	3-м и 4-м
34,0	25,9	40,0	23,0	74,0	48,9	0,76	0,58	0,66	часом
20,8	54,5	7,2	12,7	28,0	67,2	2,6	1,76	2,43	← Сильная до-
29,0	47,5	16,8	29,0	56,0	76,5	1,2	1,72	0,63	за УВЧ до
									1-го часа

¹ Характеристика воздействия УВЧ при изучении диуреза: источником УВЧ служил главным образом генератор типа ВИЭМ-5, частота 50 мгНз.

При исследовании применялись 2 дозы. 0,15 А—сравнительно слабая сила тока в измерительном контуре для кроликов и собак. Для мышей даже 0,1 А—сильная доза. Продолжительность сеанса—10 мин.

Сравнительно сильная—0,3 А в измерительном контуре.

Таблица 2

Характеристика диуреза

Дата	Суточное количество мочи	Моча Δ	% NaCl γ	NaCl $0,813 \cdot \gamma = \Delta_1$	Ахлориды $\Delta - \Delta_1 = \Delta_2$	Ахлоридный диурез $\Delta_2 \cdot \nu$	Хлоридный диурез $\Delta_1 \cdot \nu$	Молекулярный диурез $\Delta \cdot \nu$	Примечание
22/V	65	1,04	0,264	0,16	0,88	54,5	9,9	64,4	
23/V	85	0,83	0,24	0,15	0,68	57,8	12,7	70,5	
25/V	65	1,11	0,415	0,25	0,86	55,9	16,3	72,0	
26/V	65	1,04	0,32	0,19	0,85	55,3	12,4	67,7	
31/V	80	1,16	0,168	0,10	1,06	85,0	8,0	93,0	УВЧ 0,15А
2/VI	85	1,13	0,448	0,28	0,85	72,2	23,8	96,0	
7/VI	80	0,96	0,245	0,10	0,86	68,8	8,0	76,8	
8/VI	105	0,71	0,236	0,15	0,56	59,7	15,7	74,4	
9/VI	—	—	—	—	—	—	—	—	УВЧ 0,3А
10/VI	38	1,64	0,48	0,29	1,35	51,5	11,0	62,5	
11/VI	48	1,17	0,33	0,20	0,97	46,5	9,6	56,0	
13/VI	75	1,45	0,187	0,12	1,33	99,6	9,0	109,0	
16/VI	72	1,30	0,169	0,10	1,20	86,5	7,2	93,7	
17/VI	67	1,095	0,157	0,095	1,00	67,0	6,4	73,5	
21/VI	120	0,74	0,164	1,10	0,64	77,0	12,0	89,0	

Опыты с влиянием УВЧ на диурез у собаки с выведенными мочеточниками представлены в виде протокольной записки в табл. 1.

В этой таблице следует отметить изменения ахлоридного диуреза до и после водной нагрузки:

	До водной нагрузки	После нагрузки
УВЧ →	49,9	37,2
	46,5	26,8
УВЧ →	39,1	51,4
	34,8	66,7
	34,9	46,5
	34,0	25,9
УВЧ →	20,8	54,5
	29,0	47,5

На рис. 123 изображены диуретические коэффициенты, составленные на цифровом материале из табл. 1.

Изменения во всех видах диуреза при воздействии УВЧ совершенно отчетливы.

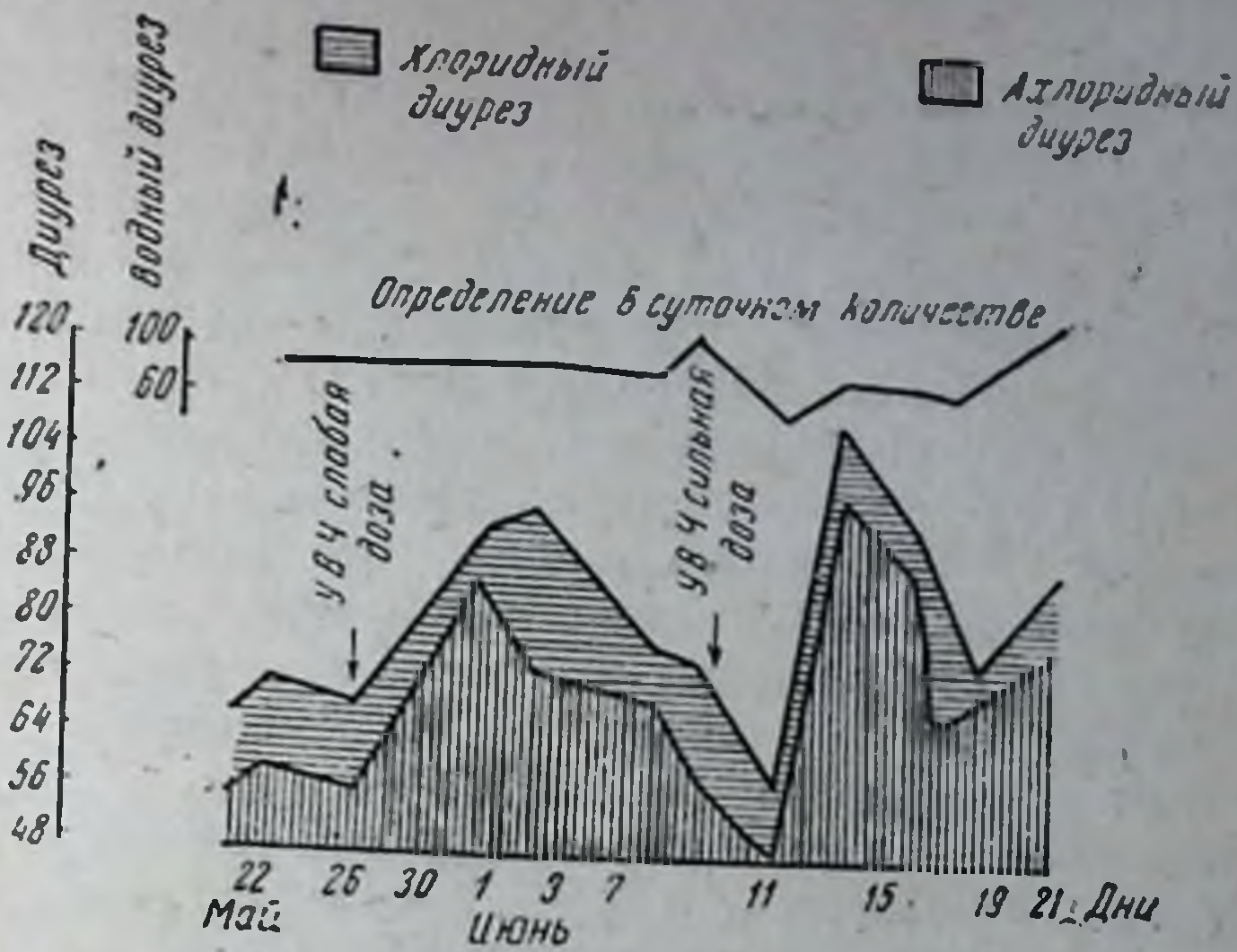


Рис. 122. Изменение диуретических процессов при воздействии УВЧ.

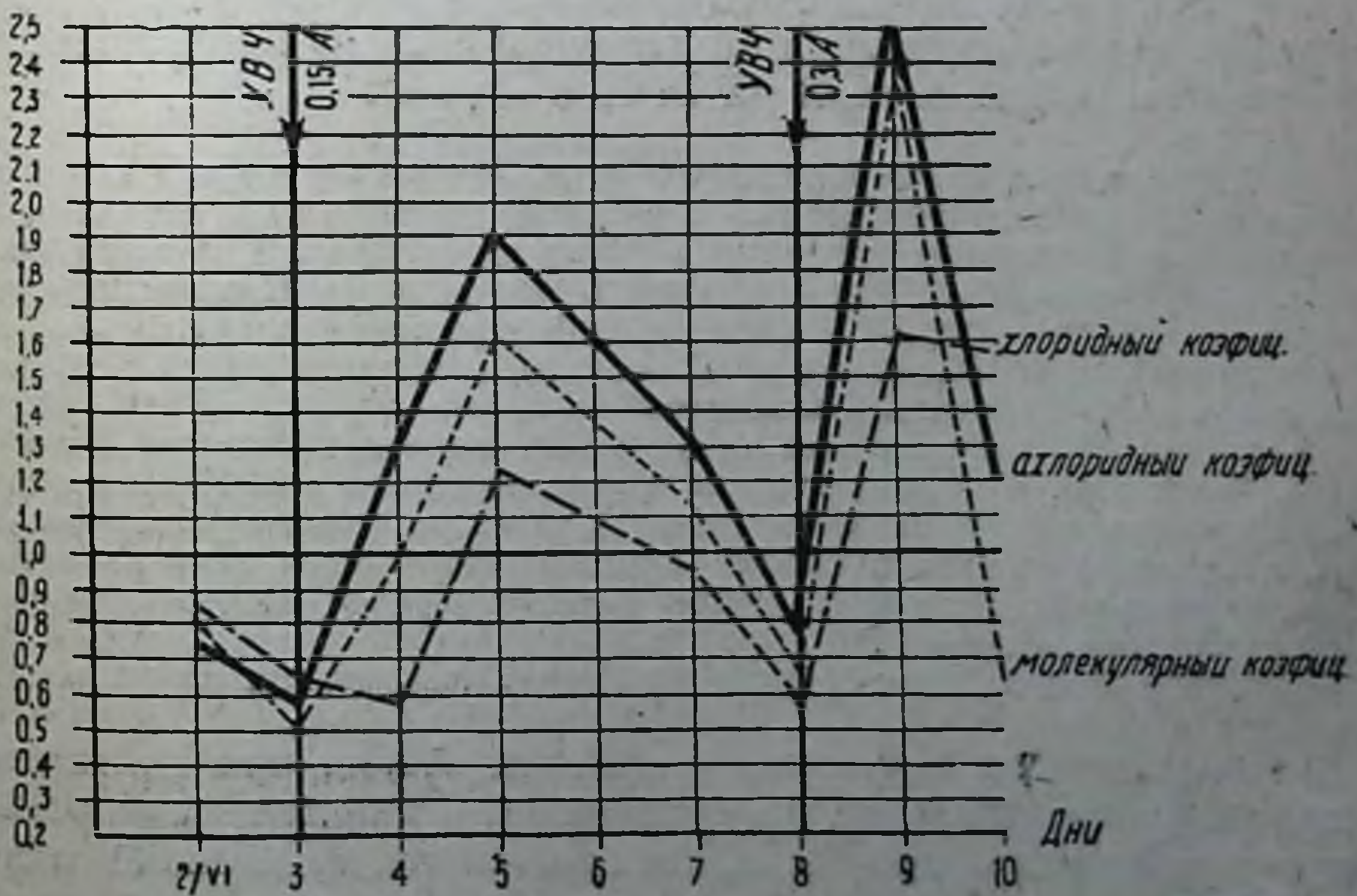


Рис. 123. Изменение диуретических коэффициентов при воздействии УВЧ.

В связи с нашими исследованиями диуреза представляют большой интерес данные, полученные Полем и Вегом (В. Paul и P. V. Vègh) при изучении водного обмена и его зависимости от функционального состояния паренхимы печени. При остром гепатоцеллюлярном повреждении печени, без сомнения, существует задержка воды. В первой фазе болезни преобладает задержка, а во второй фазе имеет место избыточное выделение воды, что всегда протекает параллельно выздоровлению. Таким образом, в начале острого гепатоцеллюлярного повреждения печени в организме выражена склонность к отеку, которая исчезает по мере выздоровления. С этой точки зрения можно думать, что при сильной дозе УВЧ задержка диуреза связана с повреждением паренхиматозных клеток; последующее же усиление диуреза имеет отношение, очевидно, к восстановлению их функций.

При изучении холереза (И. П. Астанин, Е. А. Айзикович и М. А. Усевич) мы провели сравнения действия длинноволновой диатермии и УВЧ. Целью нашей задачи было выяснить: 1) каково влияние на желчеотделение высокочастотного тока катодной диатермии; 2) как влияет поле УВЧ на выделение желчи. Дополнительно о функциональной способности печени под влиянием вышеуказанных токов мы судили по скорости и степени выведения желчью фенолтетрахлорфталеина, впрыснутого интравенозно в заднюю конечность собаки. Как известно, эта краска почти полностью выделяется печенью, причем ее обнаружение при выходе с желчью представляется удобным и весьма точным (С. В. Шведов).

Опытная собака, оперированная М. А. Усевичем, хорошо перенесла операцию; животное предварительно до опытов приучалось к лабораторной обстановке длительным стоянием в станке. В качестве пищевых раздражителей собаке отпускались попеременно на каждую серию опытов 600 см³ молока и 250 г белого хлеба, при этом учитывались: 1) так называемый скрытый период, т. е. скорость появления желчи с момента кормления; 2) количество выделившейся желчи через каждые 5 минут, что давало возможность выводить кривые желчепоступления—5-минутные, 5-часовые, и 3) определение функциональной способности печени (после внутривенного введения 1 см³ 1% раствора фенолтетрахлорфталеина в каждой 5-минутной порции при соответствующем подщелачивании децинормальным раствором едкого натра замечался момент появления и исчезновения краски).

В табл. 3 приведены средние данные желчевыделения из 12 опытов.

Как видно из таблицы, у опытной собаки при кормлении хлебом желчеотделение по сравнению с молоком запаздывало почти в 2,5 раза, причем общее количество выделенной желчи отставало на 45,4%. В отношении функциональной пробы печени мы могли констатировать, что фенолтетрахлорфталеин в норме выделялся через желчь в течение 2 ч. 15 мин. при корм-

лени собаки молоком и через 2 ч. 20 мин.—при кормлении хлебом.

О влиянии диатермии на желчевыделение имеется экспериментальная работа О. К. Карапетяна, показавшего на шести собаках, оперированных по методу И. П. Павлова, что воздействие диатермии на область печени вызывает усиленное выделение желчи в пищеварительный канал, причем увеличивается абсолютное содержание в желчи плотного остатка, а также органических и неорганических веществ. Влияние же УВЧ на желчевыделение изучается впервые. Механизм действия данного фактора далек еще от своего разрешения. Считают, что УВЧ обладает специфическим действием и что это действие избирательно. Всеобщим признанием пользуются исключительно благоприятные условия термического влияния УВЧ, имеющей в этом отношении ряд преимуществ перед диатермией. Эти преимущества по Зайдману и Каэну (Saidman et Cahen) сводятся к тому, что при УВЧ сильнее всего прогреваются глубоко лежащие органы—печень и почки.

Шлипхаке приводит следующие цифры нагревания разных органов и тканей, полученные им при воздействии УВЧ в течение трех минут при волне 2,8 м.

Как видно, из всех внутренних органов максимум нагрева падает на печень, которая при УВЧ нагревается в три с лишком раза больше, чем при диатермии. Это своеобразное термическое проявление действия УВЧ—избирательность, а отсюда и глубина

Таблица 3

Дата (1934 г.)	Корм	Количество выделенной желчи							Функциональная проба		
		скры- тый период	1 ч.	2 ч.	3 ч.	4 ч.	5 ч.	Итого	Появление краски	Исчезновение краски	Продолжитель- ность выделения краски
31/III 15/IV	Молоко	10 м.	18,8	10,7	12,7	6,3	5,0	48,5	1 ч. 10 м.	3 ч. 25 м.	2 ч. 15 м.
19/III 9/IV	Хлеб	24 м.	2,7	8,1	10,7	4,5	1,2	28,2	1 ч. 20 м.	3 ч. 40 м.	2 ч. 20 м.

	Жир	Кость	Кожа	Печень	Мозг
Диатермия	24°	8°	2,4°	2°	1,5°
УВЧ	5,7°	6,4°	2,5°	6,7°	3,9°

прогрева определенных органов и тканей,—в известной мере намечает дальнейшие пути применения УВЧ в терапии. С этой точки зрения изучение воздействия УВЧ на функциональную способность печени—органа, наиболее подвергающегося воздействию данного фактора,—имеет определенный интерес.

Техника применения диатермии была такова: электроды (площадь 12×17 см) накладывались на заранее выбритые участки тела так, чтобы силовые линии диатермического тока проникали через всю толщу печени. Продолжительность сеанса—20 мин. при силе тока 0,5 А и плотности его в 2,5 мА на 1 см^2 . Процедуры отпускались ежедневно в течение 12 дней. Время процедуры—9 часов утра, непосредственно перед кормлением. Уже первые сеансы диатермического тока убедили нас в значительном его желчегонном действии. По нашим данным диатермия вызывала у собаки усиление выделения желчи: на 58,8% при даче хлеба и на 66,4% при даче молока. Что касается функциональной пробы с фенолтетрахлорфталеином, то диатермия по сравнению с нормой обнаружила заметное ускорение выделения данной краски через желчь; при кормлении молоком—на 26%, а при кормлении хлебом—на 18%.

По окончании опытов диатермии и установлении нормального типа желчеотделения у собаки нами было приступлено к процедурам с УВЧ. В первую очередь была взята сравнительно сильная доза УВЧ, вызывавшая, по наблюдениям нашей лаборатории, значительный сдвиг в обмене веществ. Техника применения УВЧ была такова: пластины (электроды) 12×17 см, обшитые мехом, были установлены на расстоянии 25 см по обоим бокам туловища животного; сила тока в измерительном контуре 0,35 А, при частоте в $5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$.

Приводимая ниже табл. 4 показывает, что воздействие УВЧ сравнительно сильной дозы у опытной собаки при корме молоком вызывало резкое снижение количества выделенной желчи—на 43,3% ($27,5 \text{ см}^3$ вместо 48,5 в норме). Последствие однократной аппликации УВЧ (сравнительно сильной дозы) ясно выражено: на второй день после сеанса УВЧ желчевыделение у собаки упало до $12,5 \text{ см}^3$, на третий день— $10,5 \text{ см}^3$, на четвертый— $31,0 \text{ см}^3$, т. е. меньше нормы соответственно на 74,3, 76,8 и 6%. Лишь через 6 дней после воздействия УВЧ желчевыделение у собаки почти вернулось к норме.

Такая же картина выявилась у собаки под влиянием УВЧ (сравнительно сильной дозы) и при кормлении хлебом (табл. 5): в день воздействия получилось у собаки заметное уменьшение общего количества выделенной желчи—на 30% (20 см^3 вместо $28,2 \text{ см}^3$ в норме); на второй день желчевыделение снизилось на 66,3%, на третий день—на 36,2%, и только на четвертые сутки желчевыделение вернулось к норме.

Таблица 4

Воздействие диатермии и УВЧ (сравнительно сильной дозы) на желчевыделение у собаки при кормлении молоком

Дата (1934 г.)	Воздействие	Скрытый период в мин.	Количество выделенной желчи в см ³					Итого
			1 ч.	2 ч.	3 ч.	4 ч.	5 ч.	
11/III—15/VI 11/V—25/V 11/V	Норма	10	13,8	10,7	12,7	6,3	5,0	48,5
	Диатермия	7	19,3	21,8	20,2	13,3	6,6	81,2
	УВЧ (сравнительно сильная доза)	15	2,5	3,0	2,5	19,5	—	27,5
13/VI	Последствие	10	3,0	1,5	1,5	4,0	2,5	12,5
14/VI	»	15	1,5	2,0	3,0	4,0	—	10,5
15/VI	»	15	10,0	6,5	10,0	4,5	—	31,0
16/VI	»	10	5,5	10,5	10,0	10,0	3,5	39,5

Таблица 5

Воздействие диатермии и УВЧ (сравнительно сильной дозы) на желчевыделение у собаки при кормлении хлебом

Дата (1934 г.)	Воздействие	Скрытый период в мин.	Количество выделенной желчи в см ³					того
			1 ч.	2 ч.	3 ч.	4 ч.	5 ч.	
19/IV—9/V 27/V—9/VI 17/VI	Норма	24	2,7	8,1	10,7	4,5	1,2	27,2
	Диатермия	28	12,2	11,0	11,0	9,3	1,2	44,7
	УВЧ (сравнительно сильная доза)	25	1,5	3,5	8,5	5,5	1,0	20,0
19/VI	Последствие	20	1,5	1,5	5,0	1,5	—	9,5
20/VI	»	25	4,0	4,5	3,5	5,0	1,0	18,0
21/VI	»	24	4,5	5,0	8,5	10,0	—	28,0

В следующей серии опытов была использована УВЧ значительно меньшей дозировки. Сохранив все прочие условия воздействия, оставив то же расстояние между электродами (25 см) и ту же продолжительность сеанса (15 мин.), мы значительно уменьшили силу тока в измерительном контуре, доведя ее с 0,35 до 0,15 А. В результате такого воздействия желчевыделение у опытной собаки, как видно из табл. 6, превышает норму, давая в день воздействия увеличение на 61,8%, на второй день—42,4%, на третий день—58% и приходя к норме только на четвертый день.

Таблица 6

Воздействие диатермии и УВЧ (сравнительно слабой дозы) на желчевыделение у собаки при кормлении молоком

Дата (1934 г.)	Воздействие	Скрытый период в мин.	Количество выделенной желчи в см ³					Итого
			1 ч.	2 ч.	3 ч.	4 ч.	5 ч.	
11/III—15/IV	Норма	10	13,8	10,7	12,7	6,3	5,3	48,8
11/V—25/V	Диатермия	9	19,3	21,8	20,2	13,3	6,6	81,2
23/VI	УВЧ (сравнительно слабая доза)	10	17,0	27,0	11,5	18,0	5,5	79,0
25/VI	Последствие	10	18,0	23,5	17,5	9,5	1,0	69,5
26/VI	»	10	17,0	19,0	16,5	13,0	12,0	77,5
27/VI	»	5	9,5	21,0	13,5	6,5	—	50,5

Аналогичные результаты были получены нами (табл. 7) и после воздействия УВЧ (сравнительно слабой дозы) при кормлении опытной собаки хлебом: увеличение количества выделенной желчи в день воздействия на 31,2%, а в последующие дни на 43,6—26% с возвращением к норме на четвертый день.

Таблица 7

Воздействие диатермии и УВЧ (сравнительно слабой дозы) на желчевыделение у собаки при кормлении хлебом

Дата (1934 г.)	Воздействие	Скрытый период в мин.	Количество выделенной желчи в см ³					Итого
			1 ч.	2 ч.	3 ч.	4 ч.	5 ч.	
19/IV—9/V	Норма	24	3,7	8,1	10,7	5,5	1,2	29,2
27/V—9/VI	Диатермия	28	12,2	11,0	11,0	9,3	1,3	44,8
28/VI	УВЧ (сравнительно слабая доза)	30	3,0	11,0	12,5	5,5	6,0	38,0
29/VI	Последствие	25	3,0	11,0	12,5	5,5	6,0	38,0
1/VII	»	30	7,0	7,0	13,5	15,0	3,0	45,5
3/VII	»	30	2,5	7,5	10,5	8,5	—	29,0

Таким образом, полученные экспериментальные данные убеждали нас в том, что:

1) сильные дозы УВЧ угнетают процесс желчевыделения, а слабые дозы его стимулируют;

2) однократное воздействие УВЧ (относительно слабой дозы) вызывает повышение желчевыделения в течение 3—4 дней (последствие) (рис. 124 и 125).

Усиление диуреза и холереза говорит за повышение катаболизма при воздействии поля УВЧ (определенной интенсивности), что также было показано у нас Р. Е. Братковским при изучении окислительного коэффициента мочи на обширном экспериментальном материале у кролика, подвергнувшегося воздействию УВЧ в течение 10 мин. при частоте $5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$

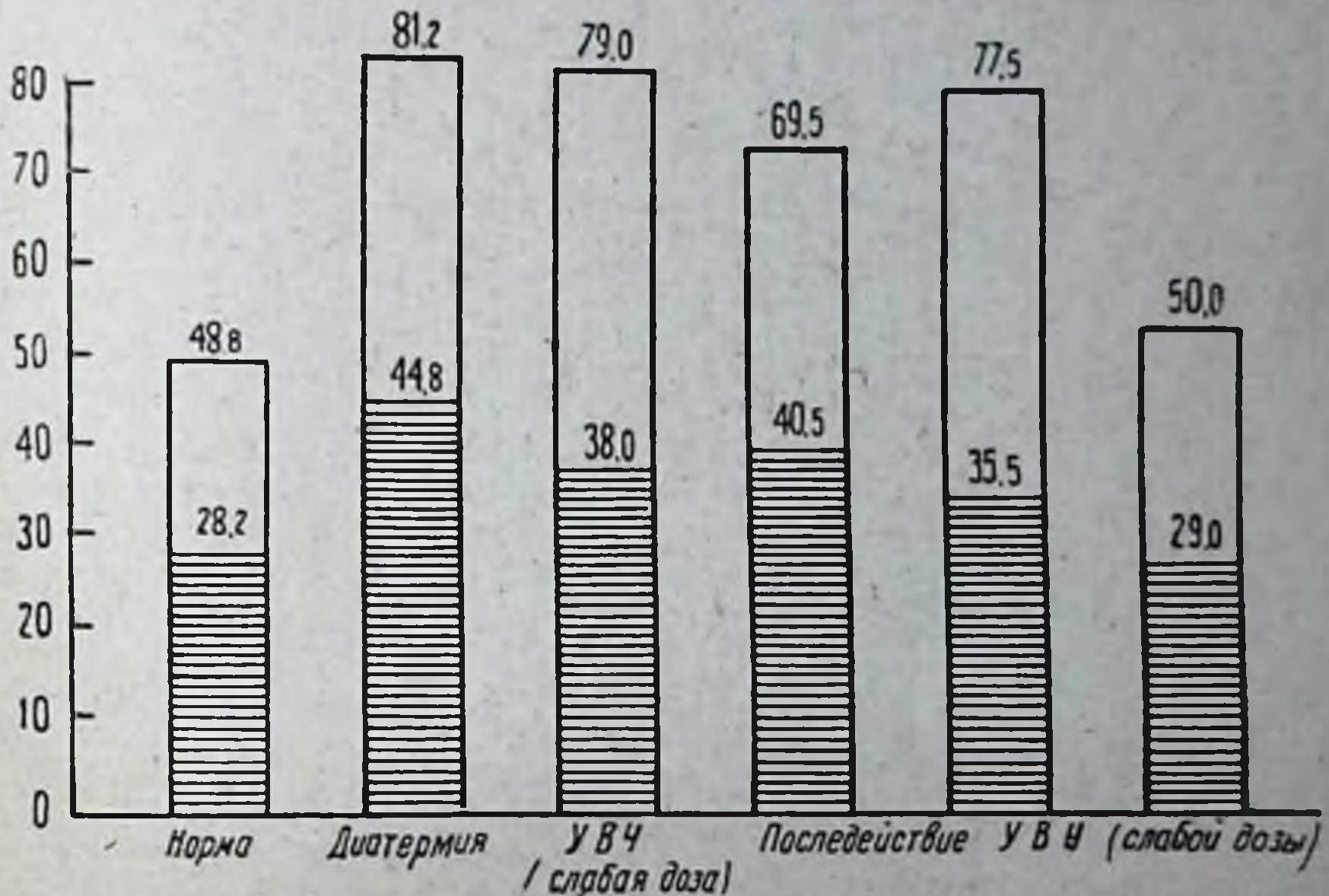


Рис. 124. Заштрихованная часть относится к опытам по холерезу на хлеб, незаштрихованная—на молоко.

и силе тока в измерительном контуре 0,15 А—повышалось выделение азота мочой в течение 6—7 дней. Совершенно отчетливо и закономерно проявляется последствие. Это обстоятельство дает право думать, что к этому «хроническому эффекту» имеют прямое отношение аутокаталитические процессы, которые идут при взаимодействии между собой продуктов усиленного обмена. Продукты тканевого распада оказывают существенное влияние на жизненные процессы, служат постоянным стимулом к размножению и деятельности клеток. Некоторое расщепление белковой молекулы (усиление катаболизма) активирует оставшуюся часть. В сложном организме животного всякое воздействие, дающее толчок к некоторым деструктивным процессам, вызывает реакции со стороны сосудистой и нервной системы.

Отмеченное на многочисленных наблюдениях нашей лаборатории усиление окислительных процессов при повышении катаболизма является довольно характерным явлением для тканевого обмена в репаративной стадии.

Сравнительно сильное воздействие УВЧ при силе тока 0,3 А в третичном контуре вызывает обратное явление: понижение количества выделяемого мочой за сутки азота и понижение окислительных процессов (Б р а т к о в с к и й). При сильном

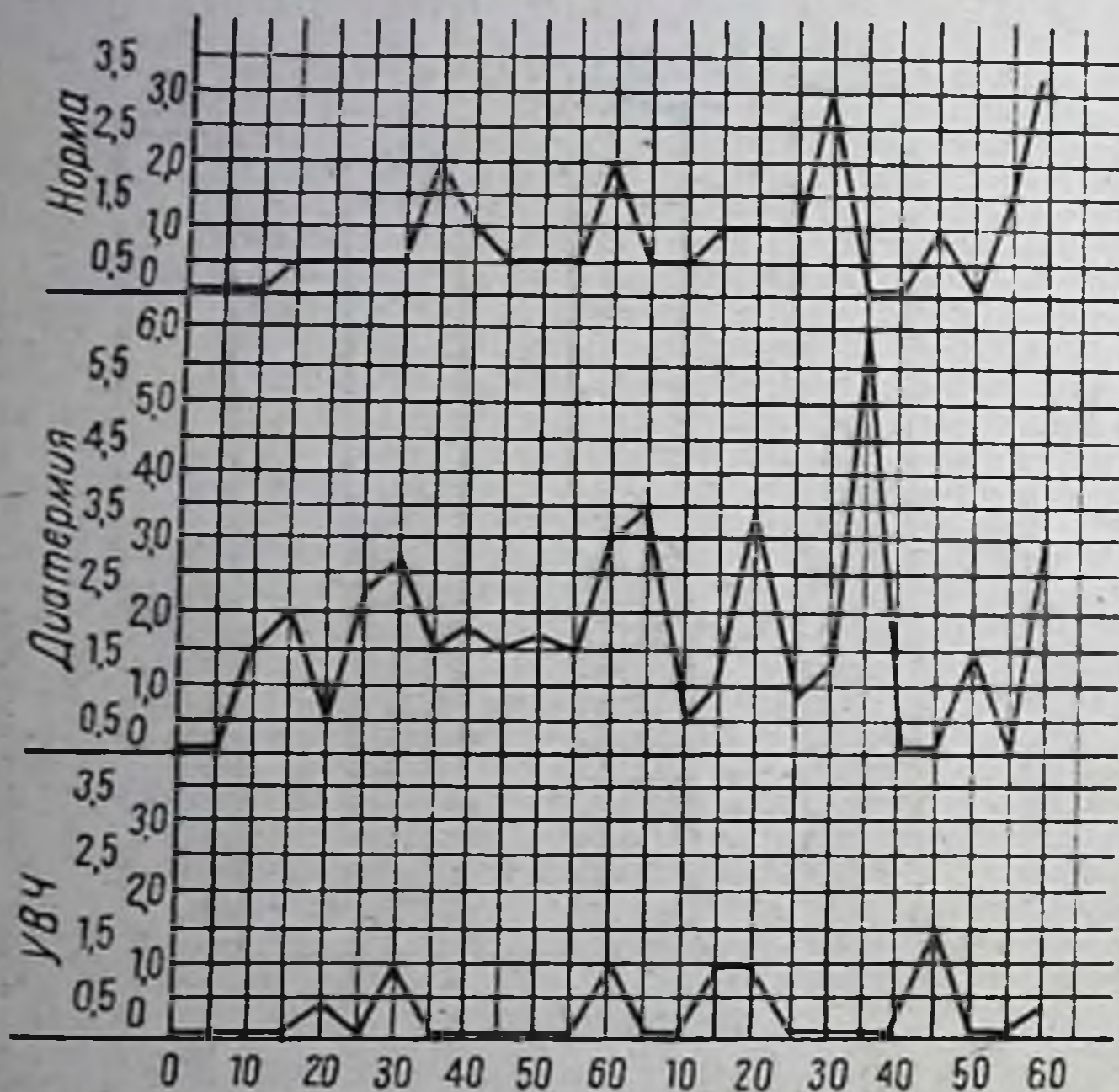


Рис. 125. Интенсивность желчеотделения в первые 2 часа после воздействия УВЧ и диатермии.

воздействии УВЧ на животных у них также понижается выделение мочевины (исследование Е. А. Айзиковича в нашей лаборатории); интересно сопоставить эти наблюдения с результатами, полученными Ф. А. Свердловой при изучении влияния перегревания на азотистый обмен; оказалось, что выделение азота мочевины при перегревании резко падает. При этом в моче количество недоокисленных продуктов повышается. При разборе материала автор показал, что при перегревании организма наступает изменение функции печени. До тех пор, пока работа печени не нарушена, мочевинообразовательная ее функция сохраняется, показателем чего может служить отношение азота мочевины к общему азоту мочи.

Образование мочевины—процесс эндотермический; поэтому для него необходимо наличие энергетических источников, ка-

ковыми могут быть реакции окисления безазотистых веществ и в большей мере окислительное дезаминирование аминокислот. Поэтому можно было ожидать, что при понижении окислительных процессов понизится мочевинообразование. В этом отношении показательным является сопоставление наблюдений Е. А. Айзиковича над изменением коэффициентов Робена и Сальковского с исследованиями Р. Е. Братковского над окислительным коэффициентом Мюллера (Q) в моче мышей, тем

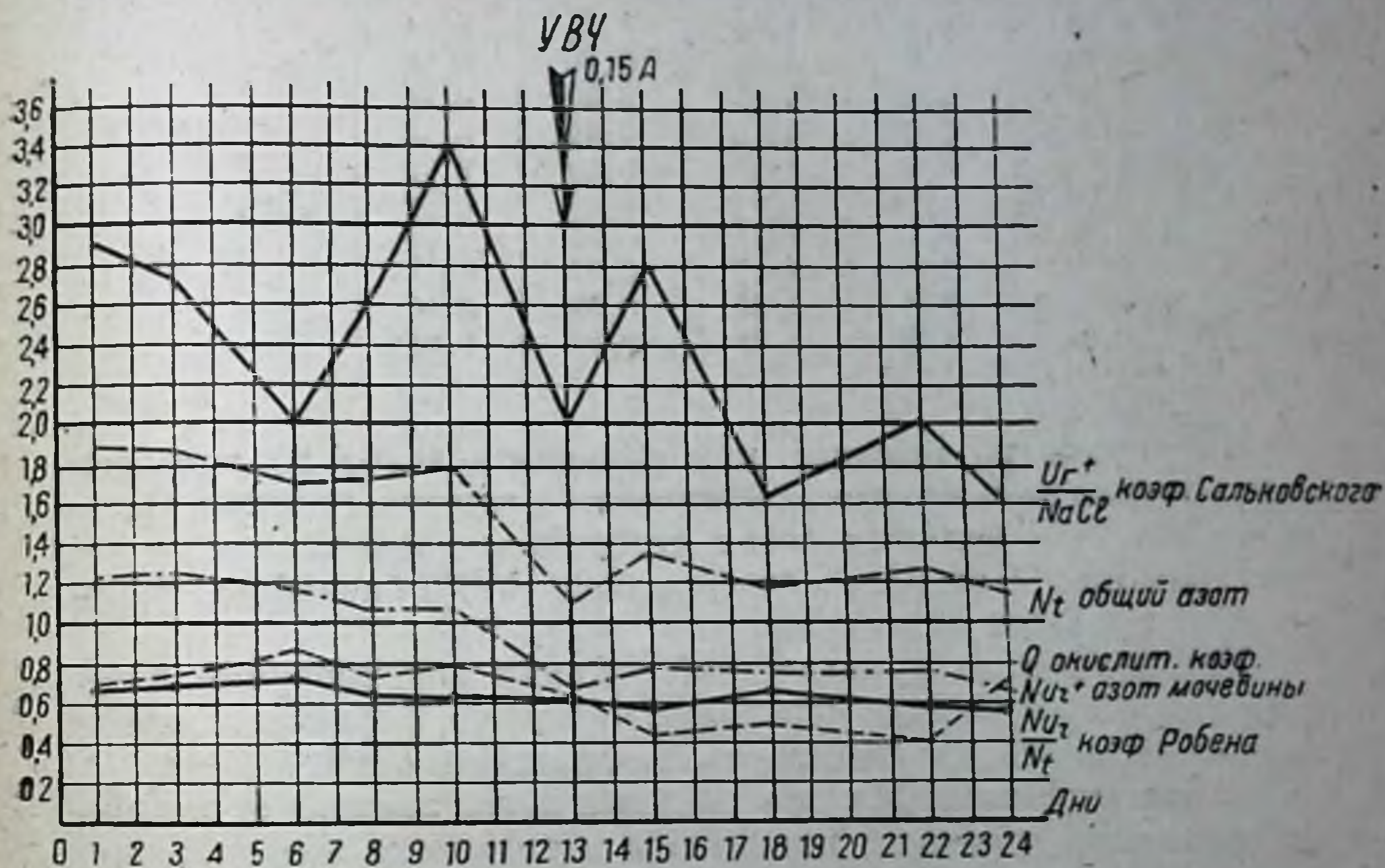


Рис. 126. Изменение некоторых ингредиентов мочи при общем воздействии УВЧ.

более, что материал для анализа в этих работах, проведенных в нашей лаборатории, был взят от одних и тех же животных.

Мочевой коэффициент Робена $\frac{\text{азот мочевины } N_{ur}^+}{\text{общий азот } N_t}$ при уменьшении указывает на понижение окисления белков в организме, а мочевой коэффициент Сальковского $\frac{\text{мочевина } (Ug^+)}{NaCl}$

также при уменьшении говорит за понижение тканевого распада белка. Словом, сочетание указанных биохимических показателей характеризует отношение окислительных, диссимиляторных и мочевинообразовательных процессов. Иллюстрацией этих взаимоотношений служат приведенная ниже табл. 8 и рис. 126 (сопоставление работ Айзиковича и Братковского).

Группа мышей. Доза (0,1 А) сильная.
Исследование мочи

Дата (1935 г.)	N_{Ur^+}	$\frac{Ur^+}{NaCl}$	N_t	$\frac{N_{Ur^+}}{N_t}$	Q	Примечание
26/V	1,21	2,9	1,90	0,64	0,68	УВЧ
28 V	1,22	2,7	1,84	0,66	0,72	
1/VI	1,17	2,0	1,68	0,69	0,85	
3/VI	1,04	2,6	1,70	0,61	0,73	
5/VI	1,06	3,4	1,77	0,60	0,78	
8/VI	0,64	2,0	1,08	0,60	0,62	
10/VI	0,75	2,1	1,35	0,56	0,44	
13/VI	0,73	1,6	1,17	0,62	0,48	
17/VI	0,73	2,0	1,24	0,59	0,40	
19/VI	0,63	1,6	1,14	0,56	0,65	

Как видно из таблицы, при сильной дозе (0,1 А) у мышей закономерно понижаются коэффициенты Мюллера, Робена и Сальковского. При сильных дозах особенно сказываются явления перегревания. При более слабых дозах УВЧ биоэффект, разумеется, выражен отчетливее.

Установленные в нашей лаборатории закономерные изменения метаболизма дают некоторую возможность физиологически характеризовать интенсивность воздействия УВЧ.

Понижение азотурии при сильных дозах зависит от изменений функций почечной паренхимы и тканевого обмена. Здесь известны следующие отношения: гипоазотурия при понижении выделительной способности почек сопровождается повышением остаточного азота в организме; гипоазотурия при подавлении тканевого обмена, естественно, является результатом того, что в тканях сравнительно мало образуется продуктов распада. Наши исследования (Астанин и Ломако) в этом направлении были произведены для выяснения вопроса, насколько изменяется отношение остаточного азота к общему в органах $\frac{(RN)}{N_t}$ и прежде всего в печени, которая при 50 мегагерцах, повидимому, сильно прогревается.

Остаточный азот определяется в фильтрате после обработки органа 5% трихлоруксусной кислотой. Опыты проводились на мышах при сильной для них дозе (0,1 А; расст. между пластинами $d=25$ см). Результаты наблюдений см. на рис. 140, из которого видно, что повышение коэффициента $\frac{RN}{N_t}$ в печени в первые часы несколько меньше, чем в последующие дни.

После этих опытов мы имеем некоторое основание предположить, что понижение ахлоридного диуреза при сильной дозе зависит от снижения тканевого обмена. Эти наблюдения при дальнейшем исследовании могут приобрести специальный интерес при сочетании изучения *in vivo* и *in vitro* каталитических процессов.

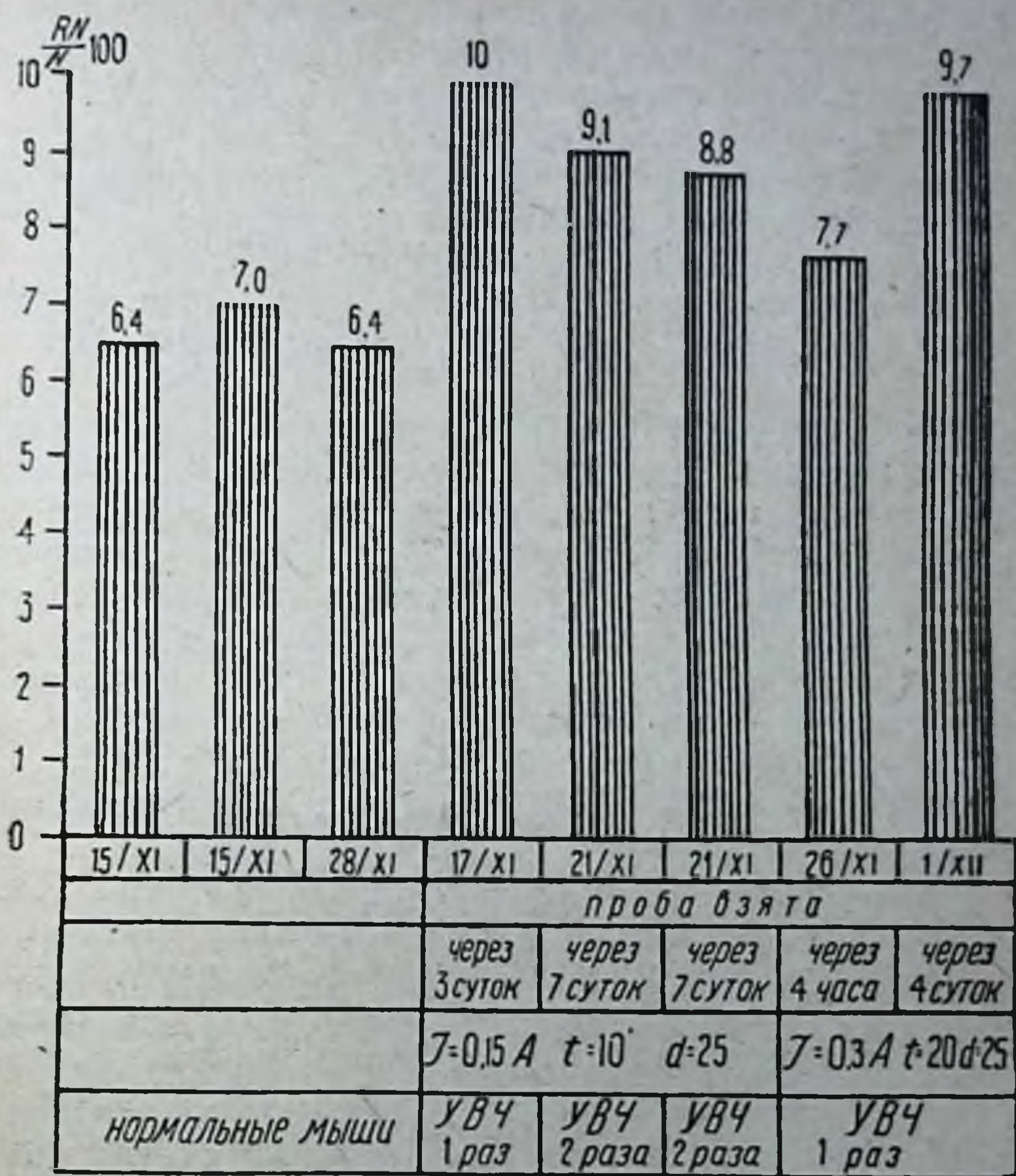


Рис. 127. Повышение коэффициента $\frac{R \cdot N}{N}$ в печени после воздействия УВЧ.

Для характеристики изменений окислительных процессов Е. А. Айзиковичем в нашей лаборатории были проведены исследования газообмена у мелких животных. Нассе (Nasset) провел подобные наблюдения на наркотизированных собаках, которые, по мнению самого автора, не являются полноценным объектом для изучения процесса дыхания. Опыты Е. А. Айзиковича проведены без наркоза по методу Халдана, модифицированному Дановым. По данным Айзиковича

следует отметить фазность в действии УВЧ на основной обмен в зависимости от дозы и времени наблюдения.

Эти результаты согласуются с наблюдениями Перкинса (Perkins), который нашел под влиянием воздействия УВЧ значительное обогащение венозной крови кислородом, что говорит за угнетение клеточного дыхания. Интересно отметить указание на то, что степень насыщения кислородом периферической крови при этих условиях резко повышается [работа коллектива авторов из физиологической лаборатории И. П. Разенкова (Институт профессиональных заболеваний им. В. А. Обуха) о влиянии пребывания человека в условиях высокой температуры—выше 38°]. Исследования Миттельштедта в той же лаборатории установили, что перегревание ведет к понижению потребления кислорода. Понижение обмена держится довольно продолжительный срок и выравнивается постепенно.

Однако Бине (L. Binet) при изучении физиологической реакции при экспериментальной гипертермии установил, наоборот, увеличение поглощения кислорода. Такое расхождение в результатах наблюдений может быть объяснено недостаточным учетом фазности действия физических факторов и реактивности объекта. Аналогичные расхождения в наблюдениях известны в области изучения действия лучей Рентгена; так, Риссе говорит о парасимпатомиметическом эффекте, вызываемом в обмене рентгеном, в то время как Югенбург констатирует двуфазность действия лучей Рентгена (симпатомиметическая и парасимпатомиметическая фазы).

Наконец, следует еще остановиться на изучении Е. А. Айзиковичем и Р. Е. Братковским минерального обмена (у кроликов), проведенном в связи с наблюдениями К. П. Голышевой, показавшей, что УВЧ оказывает значительное влияние на эмбриональное развитие животных. Сравнительно сильные дозы для мышей (0,15 А) вызывали дефекты у новорожденных от самок, подвергавшихся воздействию УВЧ, именно: парезы, параличи, значительное отставание в развитии. Естественно было задаться вопросом, не является ли одной из причин таких явлений нарушение в фосфорном обмене, который имеет столь существенное значение для нервной системы. Айзикович и Братковский показали, что у потомства от животных, подвергавшихся воздействию УВЧ, общее количество зольных элементов уменьшается; особенно понижается общее количество фосфора, и остается почти без изменений общее количество кальция. В связи с общим усилением катаболизма под влиянием УВЧ, о чем говорят наши эксперименты, установленная в данном случае потеря фосфора может быть отнесена на счет распада органических

фосфорсодержащих соединений, что типично для нарушения обмена в нервной системе¹.

В заключение в качестве материала для дискуссии по затро-нутому нами вопросу представляет интерес сопоставление наших исследований азотистого обмена и желчеотделения с данными Муракава (Murakawa) из школы Миягава (Miyagawa).

Миягава нашел, что малые дозы (0,5 эмульсии) печеночных клеток при парэнтеральном введении вызывают усиленное выделение азота и в частности мочевины; большие дозы (1,0) дают обратный эффект.

Такое же изменение азотистого обмена мы наблюдали и при воздействии сравнительно слабых и сильных доз УВЧ, что видно из нижеприведенной табл. 9.

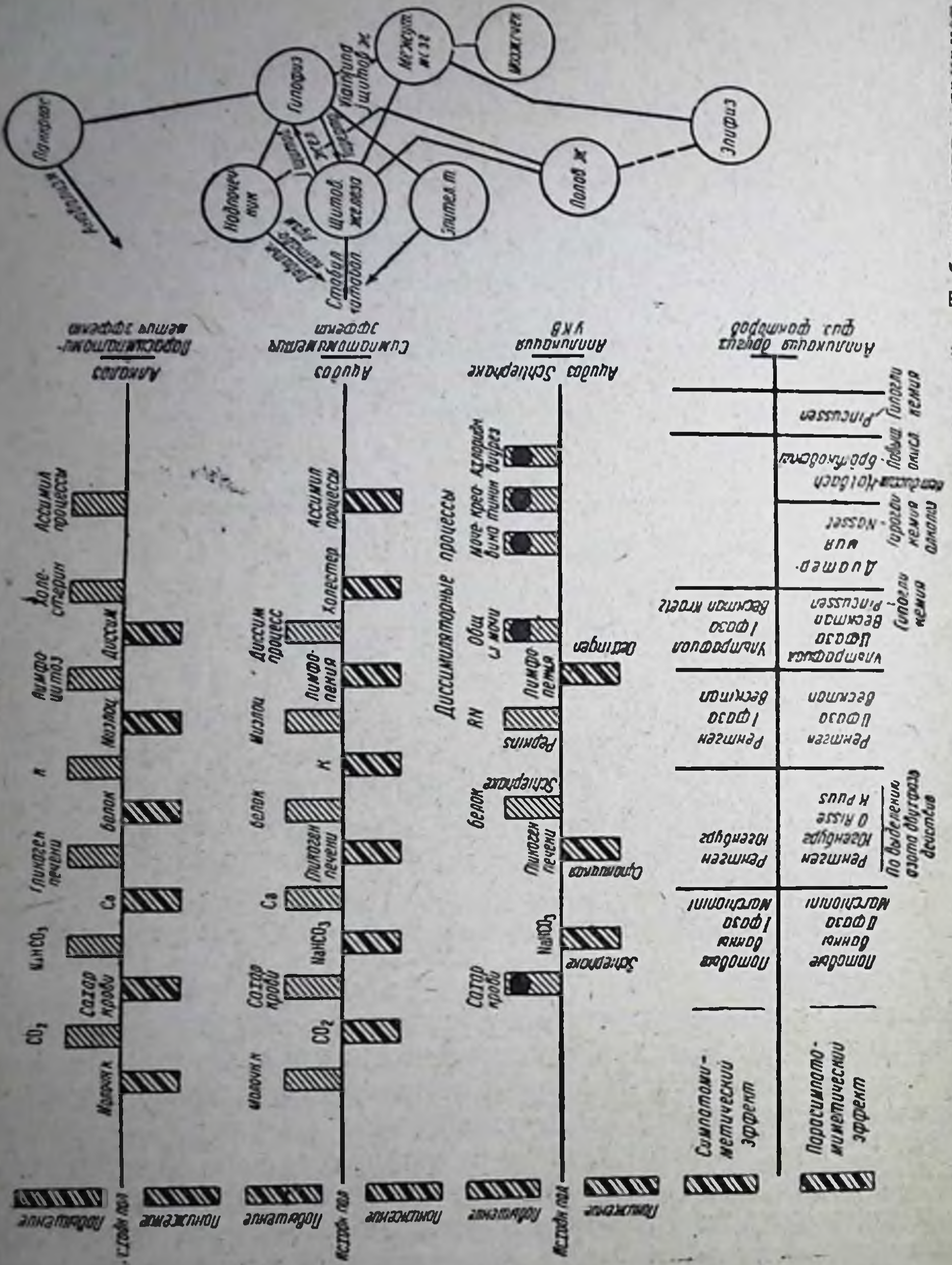
Таблица 9

Доза	Фактор	Общий азот мочи	Мочевина	Желчевыделение
Слабая	Эмульсия печеночных клеток	Увеличивается	Увеличивается	Усиливается
	УВЧ	Увеличивается	Увеличивается	Усиливается
Сильная	Эмульсия печеночных клеток	Уменьшается	Уменьшается	Задерживается
	УВЧ	Уменьшается	Уменьшается	Задерживается

Наконец, при интерпретации полученных результатов и при постановке дальнейших экспериментов может оказаться полезным сопоставление литературно-экспериментальных данных и наших исследований. При этом взяты результаты слабых доз УВЧ, имея в виду, что в терапии вряд ли будут применяться дозы УВЧ, обладающие бионегативным действием. Также приводятся сведения по изменению обмена под влиянием других физических факторов; ориентировка в этом материале подчеркивает особенную необходимость учета фазности действий физиотерапевтических процедур.

В заключение для обзора представлена таблица изменений химического состава крови при воздействии сравнительно слабых доз УВЧ (рис. 128).

¹ Халлибуртон (Halliburton) показал, что в травмированном нервном волокне фосфора значительно меньше, чем в нормальном.



Выводы частного характера

1. Кислотно-щелочные отношения в моче при воздействии УВЧ (0,15 А у собак) сдвигаются в кислую сторону.
2. Усиление катаболизма органических соединений обнаружено при изучении ахлоридного диуреза при воздействии УВЧ (0,15 А у собак и кроликов).

Рис. 128. Синоптическое изображение биохимических изменений. Таблица иллюстрирует усиление процессов катаболизма симпатомиметического характера под влиянием УВЧ.

3. Более сильные дозы УВЧ (0,3 А) для собак и кроликов вызывают в первый период воздействия угнетение молекулярного, и в том числе ахлоридного, диуреза с последующим усилением.

4. Отношение $\frac{\text{остат. азот}}{\text{общий азот}}$ в печени мышей при сильном для них воздействии УВЧ (0,1 А) заметно повышается только через некоторый период времени.

5. Процентное содержание остаточного азота к общему меньше при более сильном воздействии, чем при слабом.

6. Сравнительно большие дозы УВЧ резко угнетают выход желчи, что сказывается в течение 5—6 дней после однократного 15-минутного воздействия. Возвращение к норме происходит приблизительно через 6 дней.

7. Сравнительно слабые дозы УВЧ, наоборот, вызывают увеличение желчеотделения у собаки при кормлении молоком приблизительно на 60—42%, а при кормлении хлебом—на 43—26%.

8. Однократное 15-минутное воздействие УВЧ (слабая доза) вызывает повышение желчеотделения в течение 3—4 дней.

9. Воздействие диатермического тока (0,5 А) на область печени в течение 20 минут ежедневно вызывает у собаки значительное увеличение выхода желчи: при кормлении молоком—около 66%, а при кормлении хлебом—около 59%.

10. Диатермический ток той же силы ускоряет выведение краски фенолтетрахлорфталеина при кормлении молоком на 26%, а при кормлении хлебом—на 18% по сравнению с контрольными опытами.

11. УВЧ вызывает, наоборот, задержку выделения желчью краски фенолтетрахлорфталеина.

Выводы общего характера

1. «Острый эффект» действия УВЧ проявляется совершенно отчетливо на гликемии.

2. Первая уловимая реакция организма на УВЧ связана с нарушением функциональных взаимоотношений вегетативной системы, что показано на гликемических сдвигах у нормальных животных и с денервированными надпочечниками.

3. «Хронический эффект» действия УВЧ обнаружен преимущественно на белковом обмене.

4. Последствие при применении УВЧ особенно отчетливо сказывается на азотистом обмене.

5. Это последствие установлено при изучении азотургии, диуреза, холереза и окислительных процессов.

6. Усиление катаболизма обнаружено при исследовании кислотно-щелочных отношений в моче, гликемической реакции, азотурии, диуреза, холереза.

7. Фазность в течение окислительных процессов в зависимости от интенсивности воздействия (УВЧ) и от времени установлена при изучении в моче коэффициентов Мюллера и Робена и при характеристике газообмена.

8. Фазность течения диссимиляторных процессов в зависимости от дозы УВЧ и времени выявлена при исследовании азотурии, диуреза и холереза.

Все вышесказанное относится к действию незатухающих колебаний, получаемых от ламповых генераторов, питаемых через выпрямитель, т. е. при колебаниях монохроматических, не модулированных.

9. Составлена синоптическая сравнительная таблица, резюмирующая наблюдения в области биохимического действия УВЧ и других физических факторов.

ЛИТЕРАТУРА

- Castaldi, Effecti biologici delle onde di Hertz, Atti d. I Congr. intern. di Elettro-Radio-Biol., vol. I, 277, 1934.—Donelly, Science, v. 78, 290, 1933.—Dousset, Presse méd., p. 2040, 1933.—Hoff, Zbl. f. d. g. Neur. u. Psych., 141, 460, 1932; Wien. klin. Wschr. S. 425.—1932, Heller, Wien. klin. Wschr., S. 795, 1931; Klin. Wschr., S. 2398, 1931; Zbl. f. d. g. exper. Med., 1932, 83, 1931.—Kudsona. Schaible, Arch. of Path., II, № 5, 1931.—Krainik, Presse méd., p. 41 и p. 1930, 1933.—Köttschau, Allgem. Homöopat. Z., 177, I, 1929.—Laubry, Meyer, Walser, Presse méd., p. 17, 1738, 1933.—Marchionini u. Ottenstein, Ztschr. f. d. ges. physik. Therapie, 44, № 1 u. 2; Klin. Wschr., № 21, 1931.—Murakawa, Цит. по Чукичеву: «Проблема белка в физиологии, Сельхозгиз, Москва, 1935.—O. Risse u. Poos F., Strahlentherapie, Bd. 18, 1924.—Ostertag, Deut. med. Wschr., № 32, 1932.—Paulu, Vegh P., Klin. Wschr., № 9, 1936.—Perkins, J. med., v. 205, 1931.—Pflomm, Münch. med. Wschr., № 43, 1854, 1930; Zbl. Chir., 2217, 1930.—Schliephake E., Kurzwellentherapie, Fischer; Klin. Wschr., № 7, 1928; Ztschr. f. d. g. exp. Med., Bd. 66, 1928; Physik. therapie, Bd. 49, 1931; Deut. med. Wschr., № 32, 1932; Zrbl. f. inn. Med., № 45, 193; Klin. Wschr. № 44, S. 1729, 1933; Wien. klin. Wschr., № 45, p. 560.—Saidmann u. Cahen, Ann. de l'Inst. d'Actinologie № 1—3, 1931.—Schwezoiff, Ztschr. f. d. g. exp. Med., Bd. 73, № 3—4, 1930.

О ВЛИЯНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И АЗОТИСТЫЙ ОБМЕН¹

Р. Е. Б р а т к о в с к и й

Блестящие успехи в области радиотехники выявили в последнее время новый действенный биофизический фактор в виде электрического поля ультравысокой частоты (УВЧ).

Более или менее систематическое изучение влияния УВЧ на животный организм начато сравнительно недавно. Однако накопившийся экспериментальный и клинический материал обширен, разнообразен, хотя и разноречив.

Уже первые экспериментальные исследования, дополненные результатами клинического применения, обнаружили высокую биологическую активность УВЧ. Хороший терапевтический эффект при лечении ряда острых и хронических заболеваний создал электрическому полю ультравысокой частоты исключительную славу среди других физиотерапевтических факторов и заслуженно привлек к нему внимание различных медицинских кругов. Экспериментальные исследования еще больше укрепили общепризнанное значение этого своеобразного физического агента.

Таким образом, среди других изучаемых биофизических и физиотерапевтических факторов исследование биологического действия УВЧ является самостоятельной проблемой, которой уже сейчас живо интересуются специалисты разных областей.

Механизм биологического действия электрического поля ультравысокой частоты до сего времени неизвестен; в этом вопросе существует много неясностей и противоречий.

Разбор доступной нам иностранной и советской литературы показывает, что экспериментальные наблюдения относятся

¹ Из физико-физиологического отд. (зав.—проф. П. С. Купалов и хим. лаб. (зав.—П. П. Астанин) физико-биологического отдела (зав.—доц. Г. Л. Френкель) ВИЭМ.

главным образом к вопросам физиологическим, гистопатологическим и бактериологическим.

Сравнительно скупо представлены физико-химические работы, и очень мало сделано в области непосредственного изучения влияния УВЧ на обмен веществ. Между тем именно всестороннее и глубокое изучение общего метаболизма в связи с широкой постановкой других биохимических и физиологических исследований может приблизить нас к пониманию механизма воздействия физических факторов, в том числе и электрического поля УВЧ.

Многочисленные исследования, посвященные обмену веществ, показали, что окислительные процессы являются одной из главнейших биохимических реакций. Изучение характера окислительных процессов дает возможность судить об интенсивности обмена веществ, об его качественных изменениях и о полноте превращения тех или иных веществ в животном организме. Методы изучения окислительных процессов разнообразны: определение окислительных ферментов, дыхательного коэффициента, газового состава крови, введение различных веществ в организм и изучение продуктов их окисления и, наконец, определение углеродного и окислительного коэффициентов в моче. Как известно, окислительный коэффициент основывается на точном определении количества кислорода, потребного для полного окисления недоокисленных продуктов мочи. Этот дефицитный кислород Мюллер (Müller) назвал *vakat*-кислородом, а отношение суточного количества азота мочи к суточному количеству *vakat*-кислорода — окислительным коэффициентом. Чем больше этот коэффициент, тем интенсивнее протекают окислительные процессы.

Перечисленные выше методы изучения окислительных процессов в животном организме значительно повышают ценность исследований при одновременном использовании двух или нескольких из них. В этом случае каждый из взятых методов не только будет способствовать более полной характеристике изучаемых процессов, но в свою очередь явится хорошим биохимическим контролем.

Настоящее экспериментальное исследование имело своей целью в числе других работ нашей лаборатории выяснить влияние УВЧ на окислительные процессы и азотистый метаболизм.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Методика и постановка опытов

Опытными животными служили кролики, собаки и мыши. Кролики содержались в специальных оцинкованных железных клетках, допускавших количественное собирание мочи. Собака с отдельно выведенными

отверстиями мочеточников в дни опытов ставилась в станок на 4 часа, а в случае собирания суточного количества мочи—на сутки¹. Мыши (по пять штук) содержались в специальных клетках, приспособленных для количественного собирания отдельно мочи и кала.

Как видно из рис. 129, клетка состоит из обыкновенной большой стеклянной воронки 25—30 см в диаметре, широкая часть которой покрыта тонкой частой медной сеткой. На сетку ставится проволочная клетка, где помещаются подопытные животные. Эта методика, предложенная В. С. Брандгендлером, весьма проста и с успехом может быть использована для изучения обмена веществ у мелких лабораторных животных.

Подопытные животные были подобраны примерно одного возраста, хорошего питания и находились в условиях постоянного пищевого и водного режима. Предварительный период исследования в среднем составлял 8—12 дней; в течение этого времени удавалось установить суточные колебания изучаемых ингредиентов в норме. Исследовалось: валовое содержание азота, вакал-кислорода, хлориды. Определения производились в суточном количестве мочи, а у собаки—сверх того и за четырехчасовой период. Суточное количество мочи мышей переносилось в измерительную колбу емкостью 50 см³, и до метки добавлялась дистиллированная вода. Для определения указанных ингредиентов бралась аликвотная часть. Результаты анализов перечислялись на килограмм веса животного.

Химическая методика

Для учета окислительных процессов определялся коэффициент по методу Мюллера в модификации Канитца (Kanitz), который внес ряд существенных поправок:

- 1) сокращено время анализа—вместо трех часов до 40—50 мин.;
- 2) достигнута большая точность;
- 3) получена возможность использовать меньшее количество исследуемого материала (полумикро- и даже микрометод).

Ввиду отсутствия в советской литературе описания этой методики позволим себе привести ее полностью.

П р и н ц и п м е т о д а: мочу окисляют концентрированной серной кислотой и подновато-калиевой солью (KJO₃). Требуемое для полного окисления недоокисленных продуктов мочи количество кислорода получают из KJO₃, а избыток последнего определяют подометрически.

Реакция протекает по следующему уравнению:



Рис. 129. Клетка для группового собирания мочи у мышей.

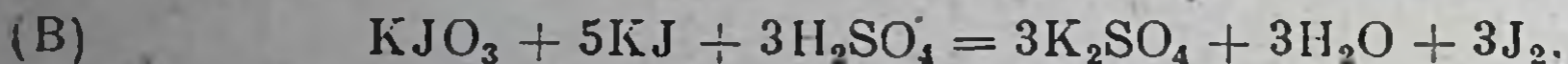
¹ Собака «Крошка» была оперирована д-ром М. А. Усневичем по методу акад. Л. А. Орбели.

Необходимые приборы и реактивы

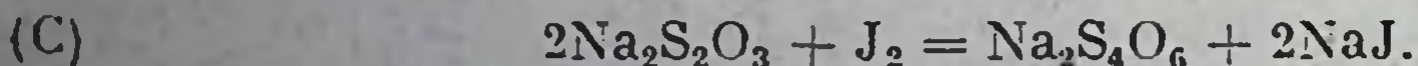
1. Круглодонная колба емкостью в 100 см³ (из пенского стекла или ругех), притерфованная к обратному холодильнику Либиха.
2. Раствор подновато-калиевой соли: 2—3 г (на технических весах) подновато-калиевой соли (KJO₃) помещают в измерительную колбу емкостью 100 см³, куда прибавляют 20 см³ воды. Полученную смесь растворяют в концентрированной серной кислоте и доводят до метки. К 5 см³ раствора, разбавленного дистиллированной водой, прибавляют 0,1—0,2 г подистого калия, и выделившийся иод титруют N/10 раствором гипосульфита. Количество кубиков N/10 раствора гипосульфита, затраченных на оттитровывание выделившегося иода, будет эквивалентно 5 см³ раствора подновато-калиевой соли.
3. N/10 раствор гипосульфита.
4. Подистый калий в порошке.
5. 1% раствор крахмала.

Ход определения

В притертую к обратному холодильнику Либиха круглодонную колбу вводят 1 см³ профильтрованной мочи, 5 см³ раствора подновато-калиевой соли и для равномерного кипения несколько стеклянных капилляров¹. Колбу соединяют с обратным холодильником и нагревают в течение 40 мин. Это время достаточно для окончания реакции окисления. Жидкости дают остыть, затем прибавляют осторожно 18 см³ дистиллированной воды (разведение в 3 раза по отношению к первоначальному раствору); при этом, вследствие оставшихся следов иода, раствор становится коричнево-красным. Взбалтывают и продолжают кипятить на песочной бане до тех пор, пока содержимое колбы не становится прозрачным и бесцветным. После охлаждения прибавляют около 0,1—0,2 г (в избытке) подистого калия. Выделившийся иод, как это следует из уравнения:



оттитровывают N/10 раствором серноватисто-натриевой соли. Реакция протекает по следующему уравнению:



При определении $\nu_{\text{акт}}\text{-O}_2$ дело несколько осложняется тем, что подновато-калиевая соль разлагается хлоридами мочи по следующей схеме:



Отсюда следует, что 5 атомов хлора требуют одной молекулы KJO₃, т. е. 177,3 мг хлора соответствуют 214,02 мг KJO₃.

Поэтому, определяя дефицитный кислород, необходимо одновременно определить хлориды мочи и внести соответствующую поправку.

В ы ч и с л е н и я. По уравнению (C) следует, что одна молекула серноватисто-натриевой соли соответствует одному атому иода, а по уравнению (B) один атом иода эквивалентен $\frac{1}{6}$ молекулы подновато-калиевой соли, т. е.

$$\frac{KJO_3}{6} = \frac{214,02}{6} = 35,67 \text{ мг, или } 1 \text{ см}^3 \text{ N/10}$$

раствора Na₂S₂O₃ = 3,567 мг KJO₃. Далее, по уравнению (A) шесть молекул KJO₃ при разложении освобождают 15 атомов кислорода, следовательно, 1 г KJO₃ дает 0,1869 г кислорода.

¹ Для проведения параллельных анализов желательно к форштосу холодильника притереть несколько колб.

Таким образом, для вычисления количества дефицитного кислорода получают следующее уравнение:

$$\text{vakat-O}_2 = 0,1869 \cdot \{x [(a - b) \cdot 3,567] - (1,207d)\},$$

где a —количество кубических сантиметров гипосульфита, эквивалентное 5 см^3 раствора KJO_3 ; b —израсходованное при обратном титровании количество кубических сантиметров $\text{N}/10$ раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; $(a-b)3,567$ —количество миллиграммов KJO_3 , количество хлора (d) в миллиграммах $\times 1,207$ —количеству KJO_3 .

Умножая полученное количество дефицитного кислорода на суточное количество мочи, получают количество vakat-O_2 в граммах за сутки.

Пример вычисления:

5 см^3 подновато-калиевой соли требуют $40 \text{ см}^3 \text{ N}/10$ раствора гипосульфита. Для анализа взято 1 см^3 мочи; прибавлено 5 см^3 раствора KJO_3 (2%). Суточное количество мочи 163 см^3 ; $a=40$; $b=17,9$; $d=0,96$; отсюда

$$\text{vakat-O}_2 = 0,1869 \{163 [(40 - 17,9) \cdot 3,567] - (1,207 \cdot 0,96)\}$$

Таблица пересчета:

1 мг хлора соответствует 1,207 мг KJO_3 ;

1 $\text{см}^3 \text{ N}/10$ гипосульфита соответствует 3,567 мг KJO_3 ;

1 мг KJO_3 соответствует 0,1869 кислорода.

Валовой азот мочи определялся по Къельдалю (Kjeldale).

Для анализа бралось 5 см^3 мочи. Индикатором служил метилрот.

Хлориды—по Фольгарду (Folhard) в 10 см^3 мочи.

Методика воздействия электрического поля УВЧ

Источником воздействия служил генератор типа ВИЭМ-5.

Воздействие УВЧ производилось следующим образом. Кролики фиксировались на деревянном станке животом вверх и целиком помещались между пластинами конденсатора, площадь которых равнялась $17,5 \times 21,5 \text{ см}$; расстояние между пластинами 45 см . Собака подвергалась воздействию УВЧ в обычном станке, к перекладине которого привинчивались обшитые мехом пластины—электроды. Электроды устанавливались по бокам с таким расчетом, чтобы задняя часть туловища и особенно область печени находились в поле конденсатора. Мыши, группами по 5 штук в каждой, помещались в стеклянный сосуд, вышиной 17 см , шириной 13 см , который устанавливался между пластинами конденсатора на расстоянии 25 см . Как правило у собаки и кроликов до, во время и после опыта измерялась температура.

I серия опытов (кролики)¹

Кролик № 1. Продолжительность периода обследования до воздействия УВЧ—10 дней. В течение этого времени установлено: среднее суточное количество азота мочи— $0,49 \text{ г}$; vakat-O_2 равно $1,92 \text{ г}$; за этот же период окислительный коэффициент в среднем равен $0,25$ (см. табл.1)². Ректальная температура $38,5^\circ\text{C}$.

10/II кролик подвергался общему воздействию УВЧ при частоте 50 мегагерц ($\lambda=6 \text{ м}$), при расстоянии между пластинами конденсатора

¹ Для этой серии исследований было взято 8 кроликов.

² Обращает на себя внимание низкий окислительный коэффициент у этого кролика в норме.

Таблица 1
Кролик № 1. Период до воздействия УВЧ

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q ¹
1	29/ I	2 210	170	0,26	0,44	1,73	0,25
2	31/ I	2 220	160	0,23	0,44	1,74	0,25
3	1/ II	2 225	155	0,33	0,48	1,85	0,26
4	2/ II	2 215	165	0,23	0,50	2,18	0,23
5	3/ II	2 220	165	0,24	0,55	2,10	0,27
6	4/ II	2 208	167	0,25	0,46	1,80	0,26
7	7/ II	2 215	160	0,21	0,44	1,73	0,25
8	8/ II	2 210	135	0,20	0,54	2,12	0,25
9	9/ II	2 220	150	0,24	0,51	2,00	0,25
10	10/ II	2 210	160	0,23	0,50	1,90	0,26
В среднем				0,24	0,49	1,92	0,25

45 см, силе тока в измерительном контуре 0,15 А и продолжительности сеанса 10 мин. В течение всего сеанса воздействия кролик оставался спокойным².

Ректальная температура к концу воздействия повысилась на 0,6°C. В последующие часы состояние кролика было вполне удовлетворительным. Нормальная температура установилась через 50 мин. после выключения поля. Соответствующие биохимические сдвиги приведены в табл. 2.

Таблица 2
Кролик № 1. Период после однократного воздействия УВЧ

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q	Примечание
11	11/ II	2 220	120	В пределах нормы				1-й день после УВЧ
12	12/ II	2 210	105	0,20	0,57	2,00	0,28	2-й »
13	13/ II	2 200	140	0,21	0,58	2,00	0,30	3-й »
14	14/ II	2 205	180	0,18	0,60	1,80	0,33	4-й »
15	15/ II	2 200	120	0,19	0,72	1,32	0,34	5-й »
16	16/ II	2 195	163	0,18	0,87	2,48	0,35	6-й »
17	17/ II	2 190	137	0,23	0,69	2,16	0,32	7-й »
18	18/ II	2 220	177	В пределах нормы				8-й »

¹ Суточное количество азота, деленное на суточное количество vakat-O₂, обозначено через Q.

² Колебания в выделении азота, а также и vakat-O₂, могут иметь место, но окислительный коэффициент меняется в том случае, когда нормальный ход окислительных процессов нарушается, что имеет место после воздействия УВЧ.

Вызванные после однократного воздействия изменения выражаются в значительном повышении суточного количества азота. Окислительные процессы заметно усиливаются, так как окислительный коэффициент мочи увеличивается. Вес животного особых колебаний не обнаруживает.

Наступившие изменения в метаболизме держатся в продолжение 6—9 дней, после чего возвращаются к нормальным границам (табл. 3).

Таблица 3

Кролик № 1. Последующий период

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q
19	19/II	2 215	177	0,24	0,51	1,92	0,27
20	20/II	2 210	110	0,19	0,50	1,85	0,27
21	21/II	2 205	160	0,23	0,52	1,90	0,27
22	22/II	2 220	165	0,20	0,48	1,88	0,26
23	23/II	2 225	155	0,19	0,49	1,94	0,25

23/II кролик вторично подвергался воздействию УВЧ; доза и условия воздействия те же, что и в первый раз. Температура до воздействия 38,6°, после—39,0°. Общее состояние животного после сеанса УВЧ вполне удовлетворительное.

Таблица 4

Кролик № 1. Период после повторного однократного воздействия УВЧ

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q	Примечание
24	24/II	2 230	130	В пределах нормы				После УВЧ
25	25/II	2 210	120	0,18	0,83	2,45	0,34	1-й день
26	26/II	2 240	115	0,22	0,75	2,50	0,30	2-й »
27	27/II	2 250	125	0,18	0,77	2,52	0,30	3-й »
28	28/II	2 220	95	0,17	0,86	2,60	0,33	4-й »
29	2/III	2 210	100	0,20	0,66	2,12	0,33	5-й »
30	3/III	2 205	—	—	—	—	—	6-й »
31	4/III	2 230	100	0,23	0,62	2,10	0,31	7-й » ¹
32	5/III	2 225	125	В пределах нормы				8-й »
								9-й »

¹ Материал утерян.

Данные исследований этого периода (табл. 4) показывают, что второе воздействие УВЧ вызвало изменения в обмене веществ, аналогичные полученным при первом воздействии. Вес кролика остается в пределах физиологических колебаний.

Таблица 5

Кролик № 1. Последующий период

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q	Примечание
33	5/III	2 240	100	0,20	0,50	1,88	0,27	8-й день после воздействия
34	6/III	2 210	125	0,19	0,48	1,92	0,25	9-й день
35	7/III	2 220	115	0,22	0,44	1,73	0,26	10-й день

Результаты последующих анализов (табл. 5) показывают, что на 8-й день после воздействия УВЧ, а также и в последующие дни, количества изучаемых ингредиентов мочи остаются в пределах нормальных колебаний.

7/III кролик в третий раз подвергался воздействию УВЧ. Условия опыта и дозировка УВЧ те же, что при первом и втором сеансах воздействия. Состояние кролика после воздействия хорошее. Температура до воздействия 38,5°, после—39,5°; результаты биохимических сдвигов даны на табл. 6.

Таблица 6

Кролик № 1. Третье воздействие УВЧ

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q	Примечание
36	8/III	2 240	95	0,17	0,51	1,85	0,28	После УВЧ 1-й день
37	9/III	2 250	160	0,20	0,57	2,19	0,28	2-й »
38	10/III	2 225	115	0,18	0,59	2,26	0,29	3-й »
39	11/III	2 230	70	0,16	0,70	2,60	0,27	4-й »
40	13/III	2 250	85	0,19	0,60	2,25	0,27	5-й »
41	14/III	—	120	0,18	0,59	2,23	0,28	6-й »
42	15/III	2 245	130	В пределах нормы				7-й »

Анализы мочи последующих дней с 17 по 21/III показывают, что изучаемые ингредиенты остаются в пределах нормы, что видно из табл. 7.

Таблица 7

Кролик № 1. Последующий период

№ опыта	Дата (1931 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q
43	17/III	2 260	115	0,22	0,52	1,88	0,28
44	19/III	2 230	104	0,21	0,48	1,90	0,25
45	20/III	2 220	95	0,18	0,46	1,78	0,26
46	21/III	2 240	103	0,19	0,47	0,84	0,25

Представленные на рис. 130 кривые графически выражают изменения в суточном количестве азота и окислительном коэффициенте под влиянием общего воздействия УВЧ.

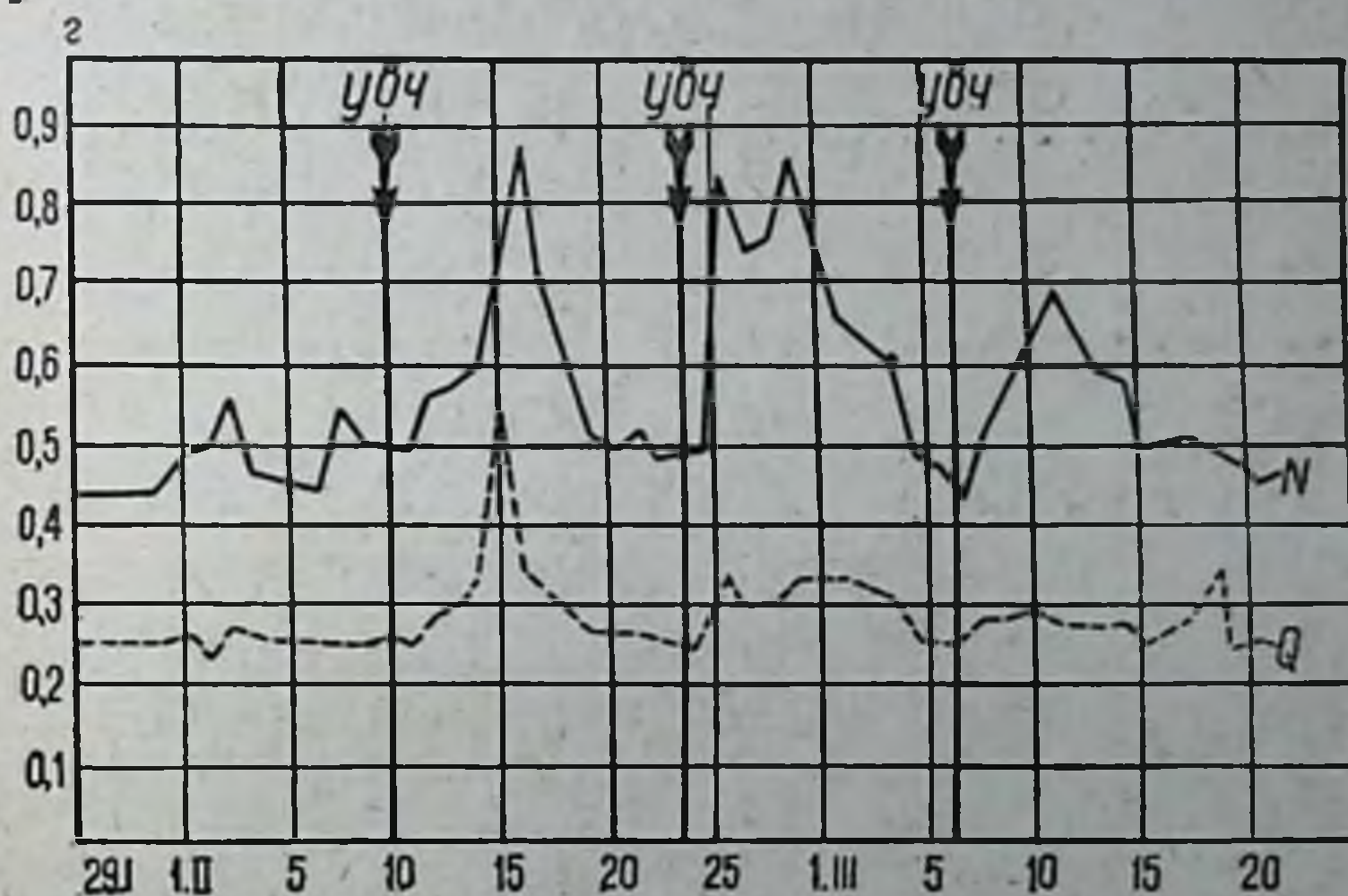


Рис. 130. Изменения суточного количества азота (кривая N) и окислительного коэффициента (кривая Q) у кролика № 1 под влиянием электрического поля УВЧ.

Кролик № 2 был прослежен при тех же условиях опыта и воздействии УВЧ, как и кролик № 1.

Предварительный период у этого кролика составляет 1 мес. (табл. 8). Ректальная температура 38°.

Результаты исследований у кролика № 2 (табл. 9 и 10) показывают, что количество азота мочи при воздействии УВЧ резко увеличивается. Окислительный коэффициент также повышается. Вызванные изменения держатся в продолжение нескольких дней. 26/V кролик № 2 вторично подвергался воздействию поля УВЧ в течение 10 минут. Условия воздействия те же.

Таблица 8

Кролик № 2. Период до воздействия

№ опы-тов	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q
47	7/IV	2 770	95	0,16	0,55	1,13	0,49
48	9/IV	2 700	53	0,15	0,51	1,00	0,54
49	13/IV	2 720	82	0,19	0,48	0,96	0,50
50	15/IV	2 700	80	0,23	0,50	1,14	0,47
51	17/IV	2 680	65	0,18	0,55	1,27	0,43
52	20/IV	2 690	80	0,22	0,52	1,10	0,47
53	21/IV	2 700	55	0,21	0,49	1,13	0,43
54	22/IV	2 710	55	0,25	0,52	1,07	0,48
55	25/IV	2 705	50	0,14	0,55	1,98	0,56
56	29/IV	2 730	50	0,18	0,49	0,99	0,50
57	7/V	2 710	80	0,19	0,56	1,08	0,52
58	8/V	2 720	105	0,24	0,53	1,15	0,46
В среднем				0,21	0,53	1,08	0,49

Таблица 9

Кролик № 2. Период после однократного воздействия УВЧ

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q	Примечание
59	10/V	2 700	38		В пределах нормы			После УВЧ 1-й день
60	11/V	2 560	48	0,17	0,75	1,25	0,60	2-й »
61	13/V	2 600	75	0,18	0,69	1,12	0,61	3-й »
62	14/V	2 690	75	0,14	0,70	1,18	0,59	4-й »
63	15/V	2 685	42	0,12	0,76	1,12	0,68	5-й »
64	16/V	2 600	50	0,18	0,87	1,48	0,59	6-й »
65	17/V	2 625	67	0,16	0,85	1,45	0,58	7-й »
66	19/V	2 685	35	0,21	0,79	1,03	0,77	8-й »
67	20/V	2 700	35	0,15	0,72	1,06	0,68	9-й »
68	21/V	2 720	120	0,19	0,74	1,27	0,58	10-й »
69	22/V	2 730	62	—	В пределах нормы			11-й »

Таблица 10

Кролик № 2. Последующий период

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q	Примечание
70	22/V	2 730	62	0,15	0,42	0,92	0,46	
71	23/V	2 700	85	0,18	0,53	1,09	0,49	
72	25/V	2 720	65	0,20	0,55	1,05	0,52	
73	26/V	2 710	50	0,19	0,49	0,93	0,53	

Таблица 11

Кролик № 2. Период после повторного однократного воздействия УВЧ

№ опы-та	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q	Примечание
74	27/V	2 260	85	0,17	В пределах нормы			После УВЧ
75	28/V	2 720	85	0,15	0,65	1,16	0,56	1-й день
76	29/V	2 680	158	0,18	0,70	1,37	0,51	2-й »
77	31/V	2 700	80	0,14	0,64	1,24	0,52	3-й »
78	1/VI	2 690	60	0,20	0,65	1,09	0,59	4-й »
79	2/VI	2 700	85	0,17	0,74	1,12	0,66	5-й »
80	3/VI	2 740	125	0,14	0,65	1,25	0,52	6-й »
81	4/VI	2 730	В пределах нормы					7-й »

Данные табл. 11 показывают, что на второй день после воздействия УВЧ происходит изменение в обмене веществ. Суточное количество азота повышается, окислительные процессы усиливаются, так как окислительный коэффициент мочи повышается, причем менее резко, чем после первого воздействия.

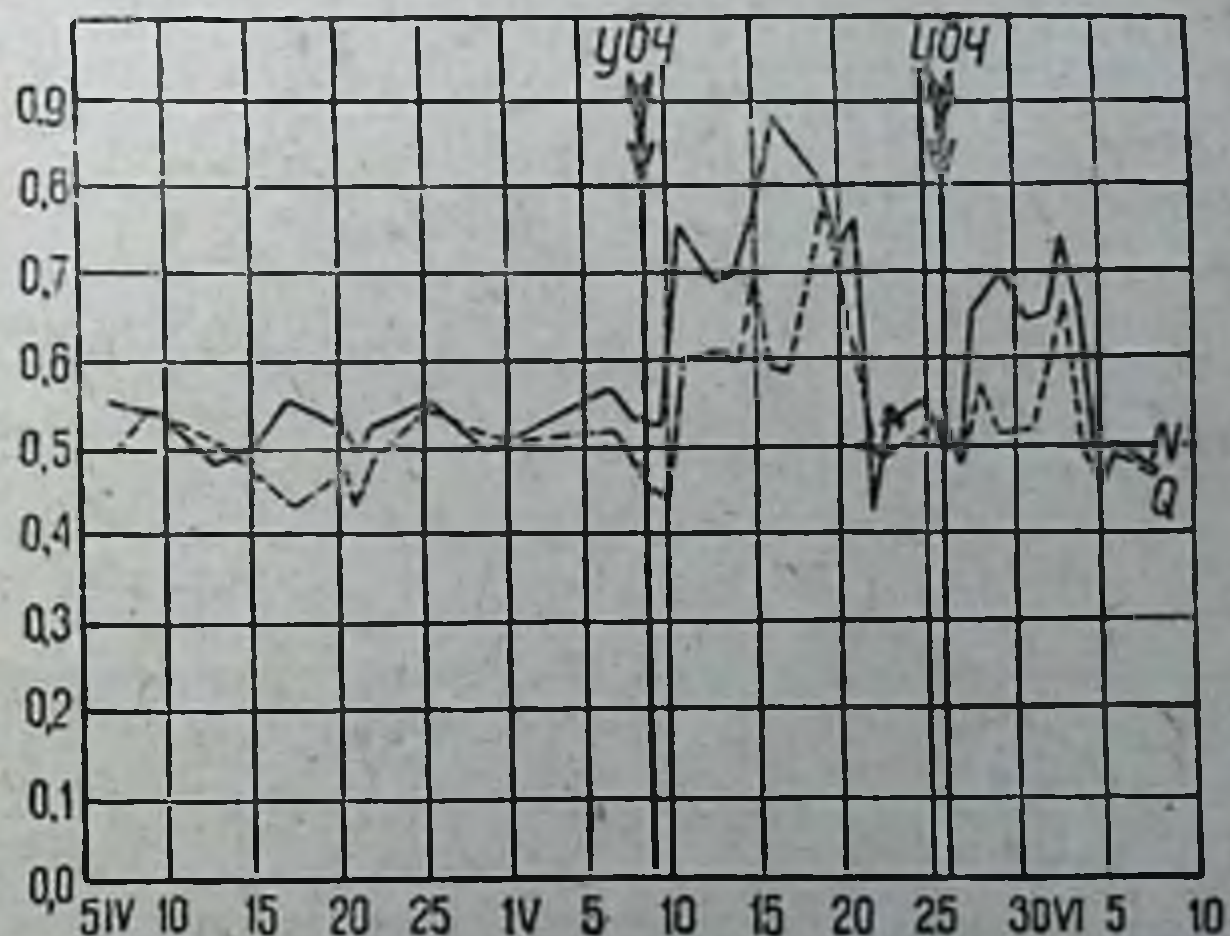


Рис. 131. Изменения суточного количества азота (кривая N) и окислительного коэффициента (кривая Q) у кролика № 2 под влиянием электрического поля УВЧ.

Изменение в обмене веществ держится в продолжение шести дней, после чего кривая начинает приходить к норме.

Последующие исследования в течение трех дней не обнаруживают особых изменений в обмене веществ, что видно из табл. 12.

При исследовании в нашей лаборатории углеводного обмена обнаружено, что сахарная кривая у кроликов изменяется уже при четырех- и даже двухминутном воздействии УВЧ. Представляло интерес выяснить, окажет ли эффект электрическое поле УВЧ при той же дозировке на течение азотистого обмена и окислительных процессов.

Как видно из табл. 13, 14 и 15, особых изменений в окислительных процессах, а также в азотистом метаболизме, в этих условиях не отмечается.

Таблица 15

Кролик № 3

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂	Q	Примечание
96	7/VI	2 095	55	0,14	0,82	1,32	0,62	Воздействие УВЧ в продолжение 4 мин. Температура повысилась на 0,2°
97	8/VI	2 120	57	0,16	0,78	1,20	0,65	
98	9/VI	2 100	65	0,19	0,74	1,61	0,46	
99	10/VI	2 110	155	0,14	0,63	1,27	0,50	
100	13/VI	2 115	165	0,18	0,74	1,45	0,51	

II серия опытов (кролики)¹

После того как суточные колебания изучаемых ингредиентов мочи у кролика № 3 были установлены в пределах нормы, приступлено к изучению на нем же влияния сравнительно сильной дозы УВЧ при расстоянии пластин конденсатора 45 см, силе тока в поле конденсатора 0,3 А и длительности сеанса 10 мин. Такому же воздействию в тех же условиях опыта и после предварительного изучения нормы подвергался и кролик № 4.

В течение первых пяти минут после включения тока кролики лежали спокойно. На 6-й минуте, а иногда и раньше, животные начинали дергаться, и возбуждение продолжалось до конца опыта. Ректальная температура нарастала и к концу воздействия повышалась на 0,8—1,0°. У животных появлялось состояние резкой усталости; кролики, вытянув лапки, неподвижно лежали при учащенном дыхании около часа и от еды обычно отказывались. Через час ректальная температура возвращалась к норме и оставалась таковой в последующие дни. Второму воздействию кролики подвергались без предварительного приведения к норме². Результаты этой серии опытов см. на табл. 16—18 и рис. 132.

¹ Во II серии исследований под наблюдением находилось 10 кроликов.

² В период изучения нормальных колебаний азота и окислительного коэффициента подопытные животные помещались в привязанном виде в конденсаторное поле, но ток не включался.

Таблица 16

Кролик № 3. Период воздействия УВЧ

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q	Примечание
101	14/VI	2 100	85	0,48	0,65	1,21	0,54	После УВЧ
102	15/VI	2 120	80	0,32	0,61	1,14	0,53	1-й день
103	17/VI	2 090	70	0,28	0,60	1,14	0,54	2-й »
104	19/VI	2 110	105	0,27	0,56	1,20	0,47	3-й »
105	20/VI	2 095	130	0,18	0,58	1,25	0,46	4-й »
								Второе воздействие
								УВЧ
106	21/VI	2 090	90	0,26	0,58	1,30	0,44	1-й день после него
107	22/VI	2 110	70	0,28	0,48	1,08	0,44	2-й »
108	25/VI	2 100	70	0,20	0,40	0,98	0,41	3-й »
109	26/VI	2 085	65	0,28	0,50	1,15	0,43	4-й »
110	27/VI	Значительно выше нормы						
В среднем				0,23	0,48	1,16	0,41	

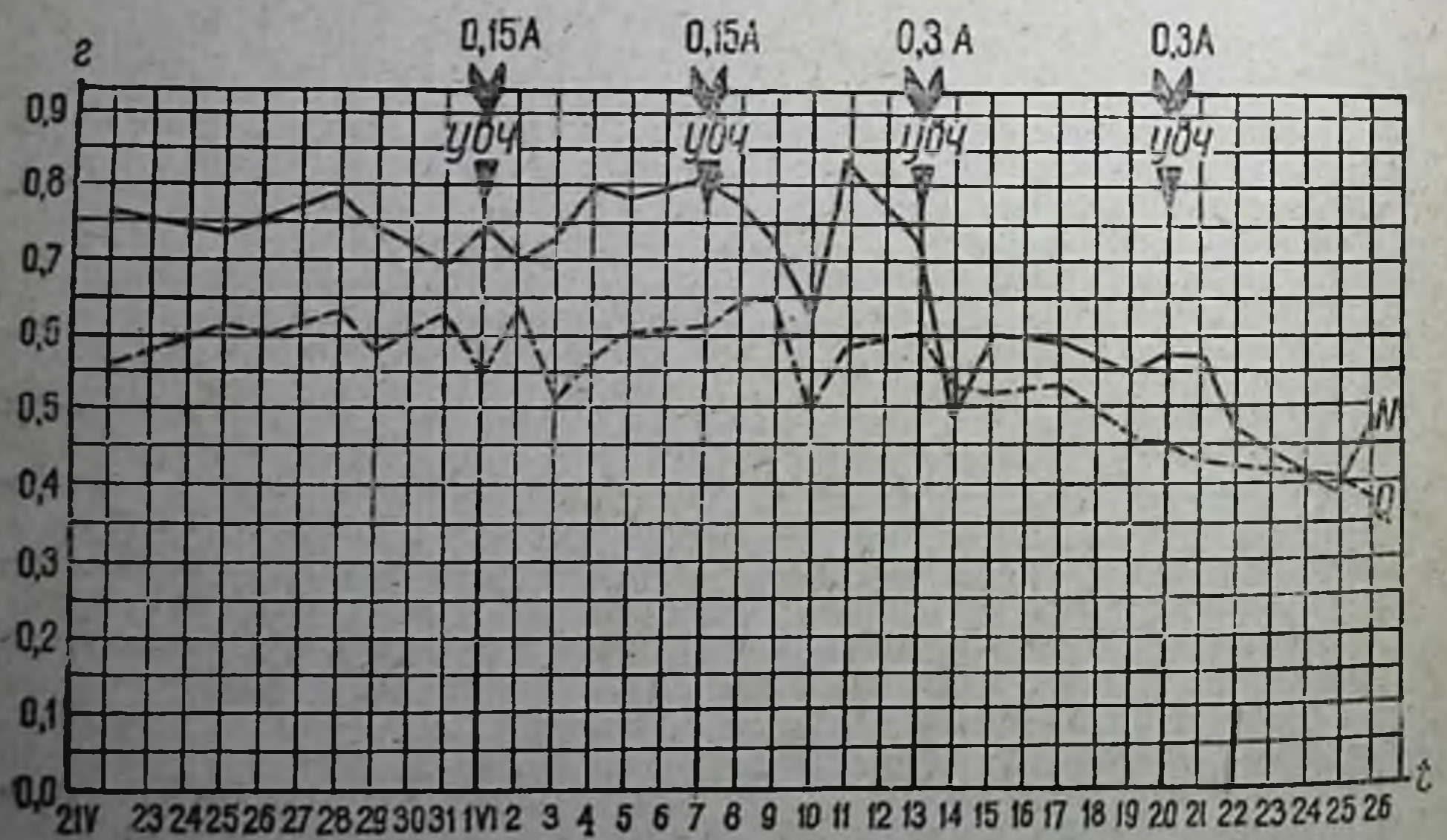


Рис. 132. Изменение суточного количества азота (кривая N) и окислительного коэффициента (кривая Q) у кролика № 3 под влиянием электрического поля УВЧ. Первое воздействие при 0,15 А в течение 2 мин., второе воздействие при 0,15 А в продолжение 4 мин. Третье и четвертое воздействия при 0,3 А в течение 10 мин.

Таблица 17
Кролик № 4. Период до воздействия УВЧ

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточное количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q	Примечание
111	7/IX	2 420	80	0,13	0,45	1,18	0,38	Колебания температуры в физиологических пределах
112	10/IX	2 420	65	0,17	0,47	1,20	0,39	
113	11/IX	2 460	60	0,20	0,49	1,25	0,39	
114	13/IX	2 380	83	0,14	0,47	1,17	0,40	
115	14/IX	2 360	83	0,16	0,49	1,24	0,40	
116	15/IX	2 340	65	0,18	0,45	1,20	0,38	
117	16/IX	2 350	80	0,15	0,47	1,19	0,39	
В среднем				0,16	0,47	1,20	0,39	

Таблица 18

Кролик № 4. Период после воздействия УВЧ

118 ¹	17/IX	2 420	50	0,25	0,13	0,73	0,18	16/IX воздействие УВЧ 10 мин. при силе тока 0,3 А в поле конденсатора
119	18/IX	2 300	50	0,28	0,25	0,75	0,33	2-й день после воздействия УВЧ
120	19/IX	2 320	40	0,24	0,34	0,84	0,40	3-й то же
121	20/IX	2 340	40	0,30	0,40	0,90	0,36	4-й » »
122	21/IX	2 320	60	0,22	0,20	0,70	0,28	5-й » »
123	23/IX	2 420	55	0,26	0,24	0,90	0,29	6-й » »
124	25/IX	2 500	40	0,31	0,45	1,20	0,37	7-й » »
125	26/IX	2 360	40	0,29	0,35	1,10	0,32	8-й » »
126	27/IX	2 360	45	—		Выше нормы		9-й » »

III серия опытов (собака)

Постановка опыта подробно описана в общей части; здесь остается лишь указать на дозу УВЧ и характер воздействия. У собаки «Крошка» в 4-часовых порциях мочи были установлены предварительно средние колебания общего азота мочи и окислительного коэффициента, после чего животное подвергалось воздействию УВЧ.

¹ Обращает на себя внимание опыт № 118: после воздействия УВЧ азот мочи и соответственно окислительный коэффициент очень резко понижаются, но на следующий день происходит некоторое выравнивание. Это имело место и у других наших подопытных кроликов, результаты исследований которых не вошли в экспериментальный материал из-за гибели животных.

Собака получила всего 4 сеанса за опытный период в 10 дней. Расстояние между пластинами конденсатора 25 см, длительность сеанса 15 мин. Сеанс 26/V—сила тока 0,1 А; 28/V—0,2 А; 11/VI—0,2 А; 9/VI—0,25 А. Материал исследования приведен в таблицах 19 и 20.

Таблица 19
Собака «Крошка». Период до воздействия УВЧ

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в кг	Количество мочи за 4 часа в см ³	NaCl г	Содержание азота в г	Vakat-O ₂ г	Q
127	13/V	18,35	203	0,79	0,98	1,75	0,56
128	15/V	18,20	158	0,78	1,01	1,73	0,58
129	16/V	18,50	232	0,81	0,95	1,60	0,59
130	19/V	18,50	298	0,78	0,96	1,79	0,54
131	20/V	18,30	220	0,82	1,00	1,73	0,57
132	22/V	18,50	255	0,82	0,93	1,62	0,57
133	25/V	18,60	184	0,80	1,00	1,80	0,55
В среднем				0,80	0,98	1,71	0,57

Таблица 20
Собака «Крошка». Период после воздействия УВЧ

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в кг	Количество мочи за 4 часа в см ³	NaCl г	Количество азота в г	Vakat-O ₂ г	Q	Примечание
134	26/V	18,50	186	0,82	0,95	1,80	0,53	После воздействия УВЧ Воздействие УВЧ 9/VI воздействие УВЧ
135	28/V	18,50	325	0,78	0,99	2,23	0,44	
136	31/V	18,50	171	0,61	1,05	1,89	0,55	
137	1/VI	18,45	231	0,59	1,05	2,25	0,47	
138	2/VI	18,50	238	0,55	1,00	1,85	0,54	
139	3/VI	18,50	286	0,53	1,13	2,42	0,46	
140	4/VI	18,40	157	0,60	1,06	1,82	0,58	
141	5/VI	18,30	238	0,96	1,08	2,16	0,50	
142	7/VI	18,30	196	0,70	1,32	2,30	0,51	
143	8/VI	18,50	212	0,97	1,00	—	—	
144	11/VI	18,60	181	0,75	1,22	2,76	0,44	
145	13/VI	19,00	216	0,64	1,09	1,78	0,55	
146	15/VI	18,70	243	0,56	1,10	2,73	0,44	
147	16/VI	18,90	255	0,78	1,23	2,40	0,51	
148	17/VI	18,80	291	0,70	1,27	2,36	0,53	
149	22/VI	18,60	170	0,65	0,97	1,66	0,58	
150	23/VI	18,68	129	0,62	1,01	1,82	0,55	

Вышеприведенные таблицы показывают, что у собаки под влиянием УВЧ наступает заметное повышение выделения азота; изменения окислительного коэффициента в 4-часовых порциях мочи менее закономерны, чем у кроликов.

При сравнительно сильных дозах внешнее состояние собаки является весьма характерным: через 2 минуты после включения тока температура начинает нарастать и к концу сеанса повышается на $1,6^{\circ}$. Обычно на четвертой минуте со-

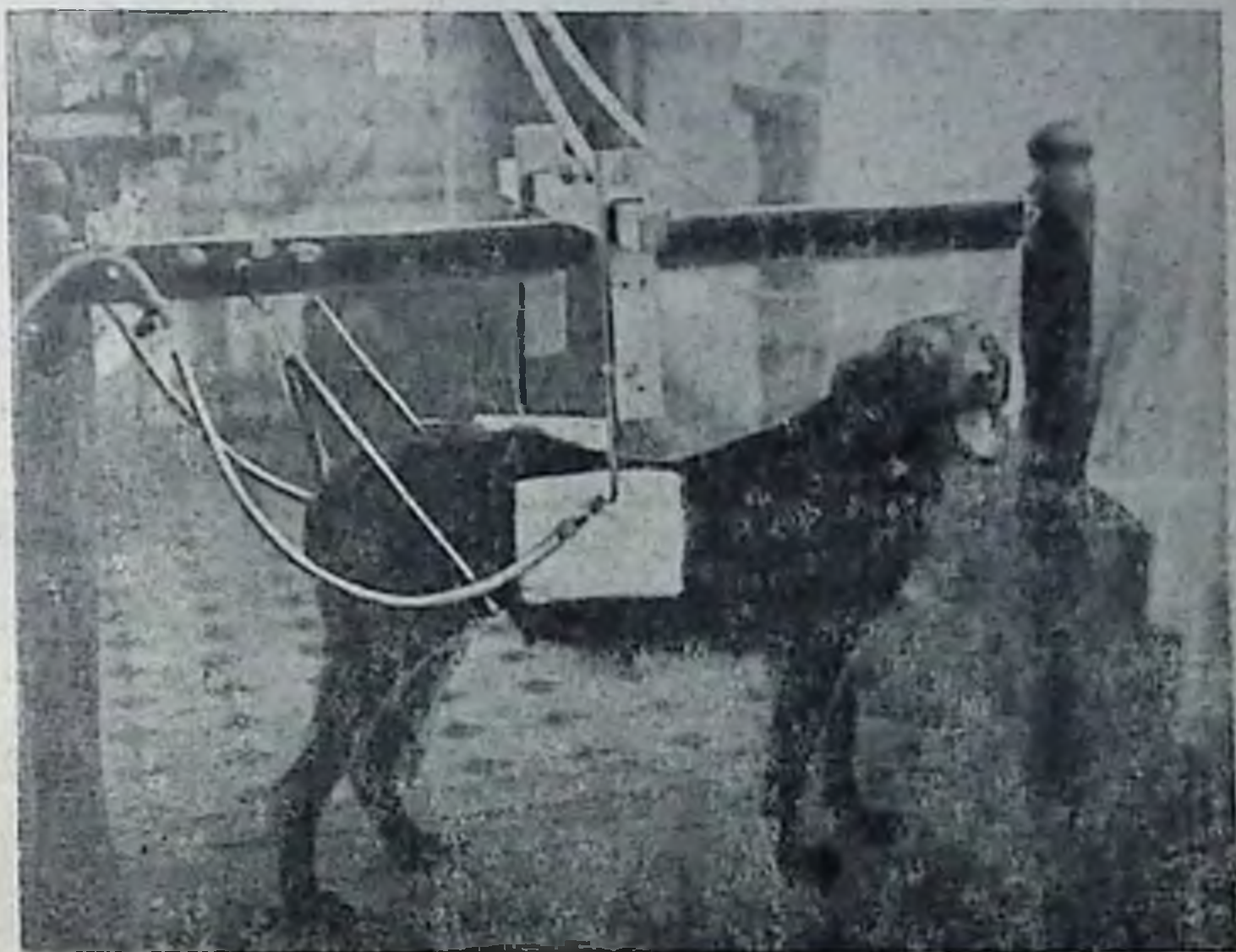


Рис. 133. Собака «Крошка» во время воздействия УВЧ при частоте 50 mgHz и силе тока в третичном контуре $0,35 \text{ A}$.

бака начинает глубоко дышать, появляется сильное беспокойство, обильное слюноотечение, пасть широко открыта, язык высунут, дыхание резко учащается (рис. 133). Все эти явления быстро нарастают и остаются таковыми до конца воздействия. Через час температура возвращается к нормальной. Общее состояние вполне удовлетворительное.

У этой же собаки были поставлены исследования в суточном количестве мочи при дозах УВЧ $0,25$ и $0,35 \text{ A}$ и длительности сеанса 15 минут; частота 50 mgHz . Результаты наблюдений приведены в нижеследующей сводной таблице 21. Данные взяты в среднем от соответствующего числа исследований.

Как видно из таблицы, суточное количество азота повышается при дозе $0,25 \text{ A}$ и заметно уменьшается при дозе $0,35 \text{ A}$. Значительных изменений в окислительном коэффициенте мочи отметить не удалось. Общий характер изменений, однако, аналогичен результатам, полученным у кроликов.

Таблица 21

Объект исследования	Дата (1934 г.)	Количество исследований	Суточный азот мочи в г	Vakat-O ₂	Q	Примечание
Собака «Крошка»	20/VI—25/VI	4	6,05	13,34	0,45	До воздействия УВЧ
	27/VI—5/VII	5	7,06	15,20	0,46	Воздействие УВЧ частота 50 мегагерц, 0,25 А, 15 мин. Воздействие УВЧ 0,35 А
	8/VII—11/VII	4	4,89	11,32	0,43	

IV серия опытов ¹

Многократное воздействие УВЧ

Кролик № 5. Условия содержания были те же, что и у других подопытных животных.

Общее воздействие УВЧ проводилось ежедневно в течение шести дней при расстоянии между пластинами конденсатора 45 см, силе тока 0,2 А в измерительном контуре и длительности сеанса 10 мин. После прекращения воздействия исследования продолжались для выяснения эффекта последствия. Ректальная температура во время воздействия в среднем повышалась на 0,5°, возвращаясь к нормальной через час.

Предварительный период у этого кролика составлял десять дней. Суточное количество азота мочи 0,41 г и окислительный коэффициент—0,36 (табл. 22).

Таблица 22

Кролик № 5. Период до воздействия УВЧ

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Объем мочи в см ³	NaCl г	Содержание азота в г	Vakat-O ₂	Q
164	8/IX	2 280	75	0,13	0,40	1,06	0,37
165	9/IX	2 300	35	1,10	0,42	1,16	0,36
166	10/IX	2 300	25	0,11	0,40	1,08	0,37
167	11/IX	2 220	83	0,09	0,40	1,12	0,36
168	13/IX	2 320	100	0,07	0,42	1,18	0,35
169	14/IX	2 300	100	0,08	0,40	1,25	0,30
170	15/IX	2 300	100	0,11	0,42	1,12	0,36
171	16/IX	2 340	75	0,08	0,39	1,05	0,37
172	17/IX	2 360	80	0,08	0,40	1,16	0,34
173	19/IX	2 360	90	0,11	0,42	1,18	0,40
В среднем . . .		2 308	82	0,10	0,41	1,13	0,36

¹ Под наблюдением находились 6 кроликов.

Таблица 23

Кролик № 5. Многократное воздействие УВЧ

№ опыта	Дата (1934 г.)	Вес в г	Суточ- ный объем мочи в см ³	NaCl г	Суточ- ное ко- личе- ство азо- та мочи в г	Vakat- O ₂ г	Q	Примечание
175	20/IX	2 320	75	0,13	0,38	0,79	0,48	После первого воздействия УВЧ
176	21/IX	2 320	110	0,09	0,70	1,24	0,56	После второго
177	22/IX	2 360	105	0,13	0,53	1,27	0,42	После третьего
178	23/IX	2 340	115	0,08	0,54	1,14	0,47	После четвертого
179	24/IX	2 360	115	0,09	0,58	1,58	0,50	После пятого

Из этой серии опытов видно, что при многократном воздействии УВЧ (относительно слабая доза) наступают такие же изменения в азотистом обмене и окислительных процессах, как и при однократном воздействии, что иллюстрируется табл. 23. Колебания изучаемых ингредиентов более резки, но менее закономерны. Последующий период становится продолжительнее при многократном воздействии. Аналогичные результаты нами получены и на мышах.

V серия опытов на различных частотах

Все опыты, приведенные в первых 4 сериях, проведены, как указано выше, на частоте в 50 мгHz; однако в литературе имеется много указаний на то, что различным частотам свойственны различные эффекты как в количественном (Шлипка, Шерешевский, Рейтер), так даже и в качественном (Либэзни) отношении.

Естественным поэтому явилось наше желание испытать эту сторону действия УВЧ, обычно именуемую селективностью, на тех же изменениях обмена веществ, которые были установлены нами для вышеназванной частоты.

Опыты этой серии были поставлены на 4 группах белых мышей, по пяти штук в каждой. Моча собиралась у всех пяти мышей одной группы сразу. Такая методика обеспечивала возможность избежать влияния индивидуальных колебаний.

При указанной дозировке УВЧ у мышей наступают резкие изменения в азотистом метаболизме и окислительных процессах, которые качественно идентичны при всех частотах. Суточное количество азота мочи на

Режим воздействия УВЧ

Группа мышей	Сила тока в амперах	Частота в герцах	Расстояние между пластинами в см	Время в минутах
I	0,2	$37,5 \cdot 10^6$	25	5
II	0,1	$37,5 \cdot 10^6$	25	5
III	0,1	$75 \cdot 10^6$	25	5
IV	0,1	$12 \cdot 10^7$	25	5

1 кг веса животного уменьшается, окислительные процессы понижаются. Взятая (произвольно) доза УВЧ оказалась для мышей слишком сильной.

Особенно резкие изменения в обмене веществ выявляются у первой группы мышей (рис. 134), подвергавшихся воздействию УВЧ при 0,2 А.

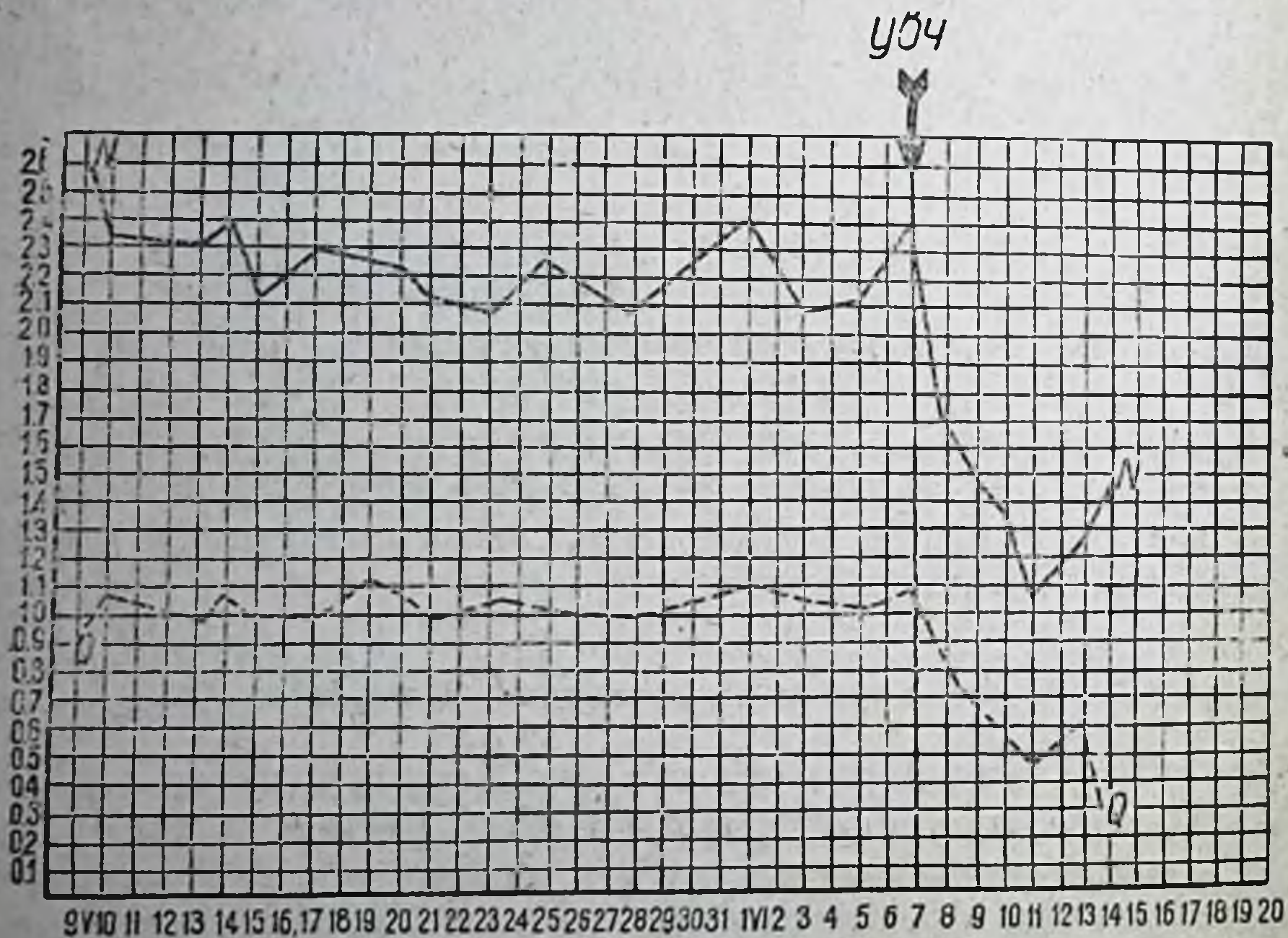


Рис. 134. Суточные колебания азота (кривая N) и окислительного коэффициента (кривая Q) у мышей I группы под влиянием УВЧ. Частота 37,5 и 120 mgHz , сила тока 0,2 А, длительность сеанса 5 мин.

На 8-й день у мышей этой группы стали мумифицироваться хвосты и передние конечности; на 12-й день трое мышей погибли. Доза 0,1 А также действует угнетающе на обмен веществ у мышей. Изменения окислительного коэффициента у групп II, III и IV показаны на рис. 135, а суточного количества азота выражены графически на кривых (рис. 136).

Мы, однако, далеки от мысли считать эти данные за окончательный и бесспорный эффект селективного действия УВЧ по причинам, подробно изложенным Г. Л. Френкелем во

введении к этому сборнику, и которые нет необходимости повторять еще раз. Вместе с тем мы считаем необходимым проверить, вернее, уточнить и развить эту сторону вопроса, пользуясь

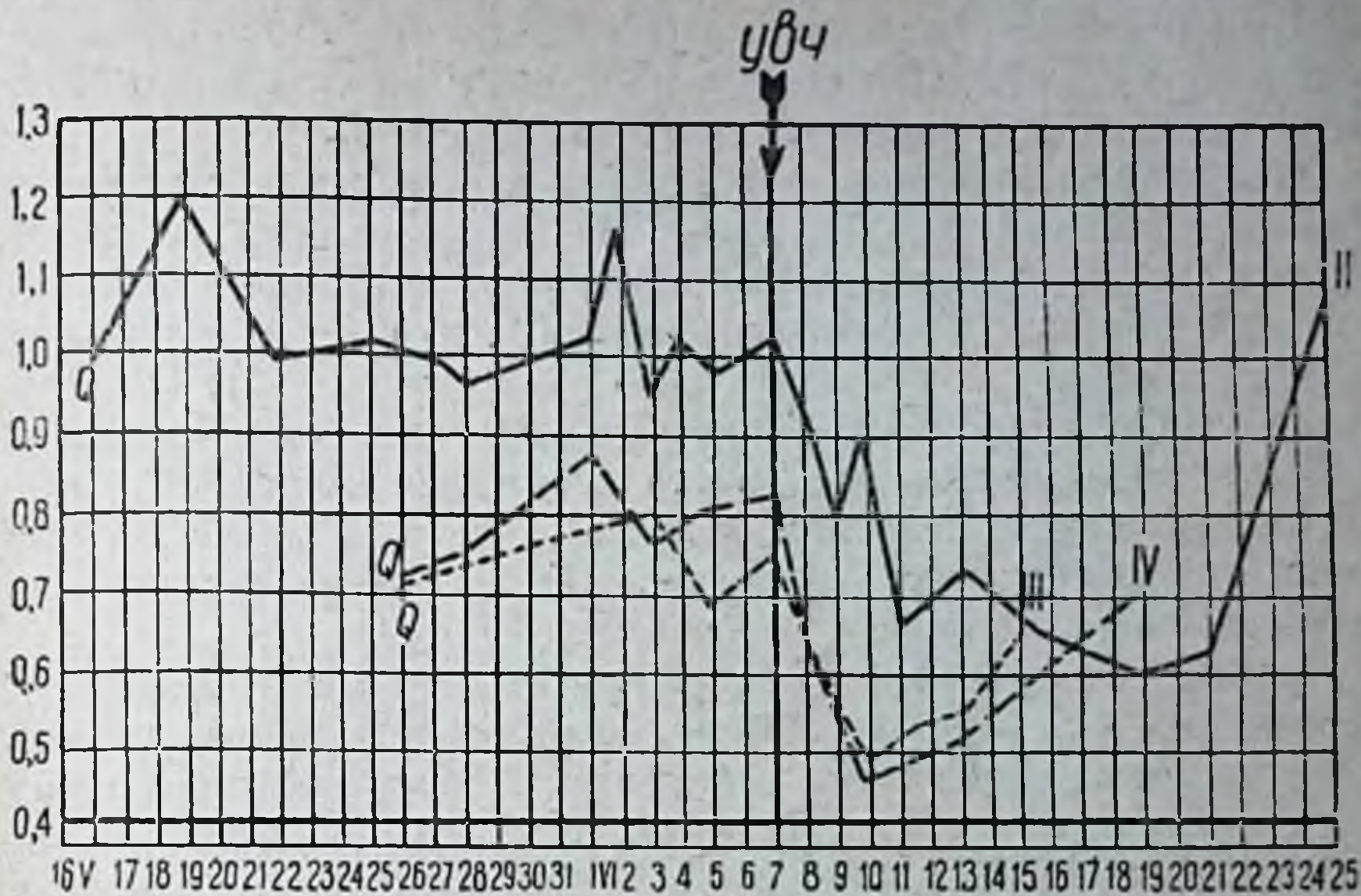


Рис. 135. Суточные колебания окислительного коэффициента у II, III и IV групп мышей под влиянием воздействия УВЧ при частоте в 37,5 и 120 mgHz , силе тока 0,1 А и длительности сеанса 5 мин.

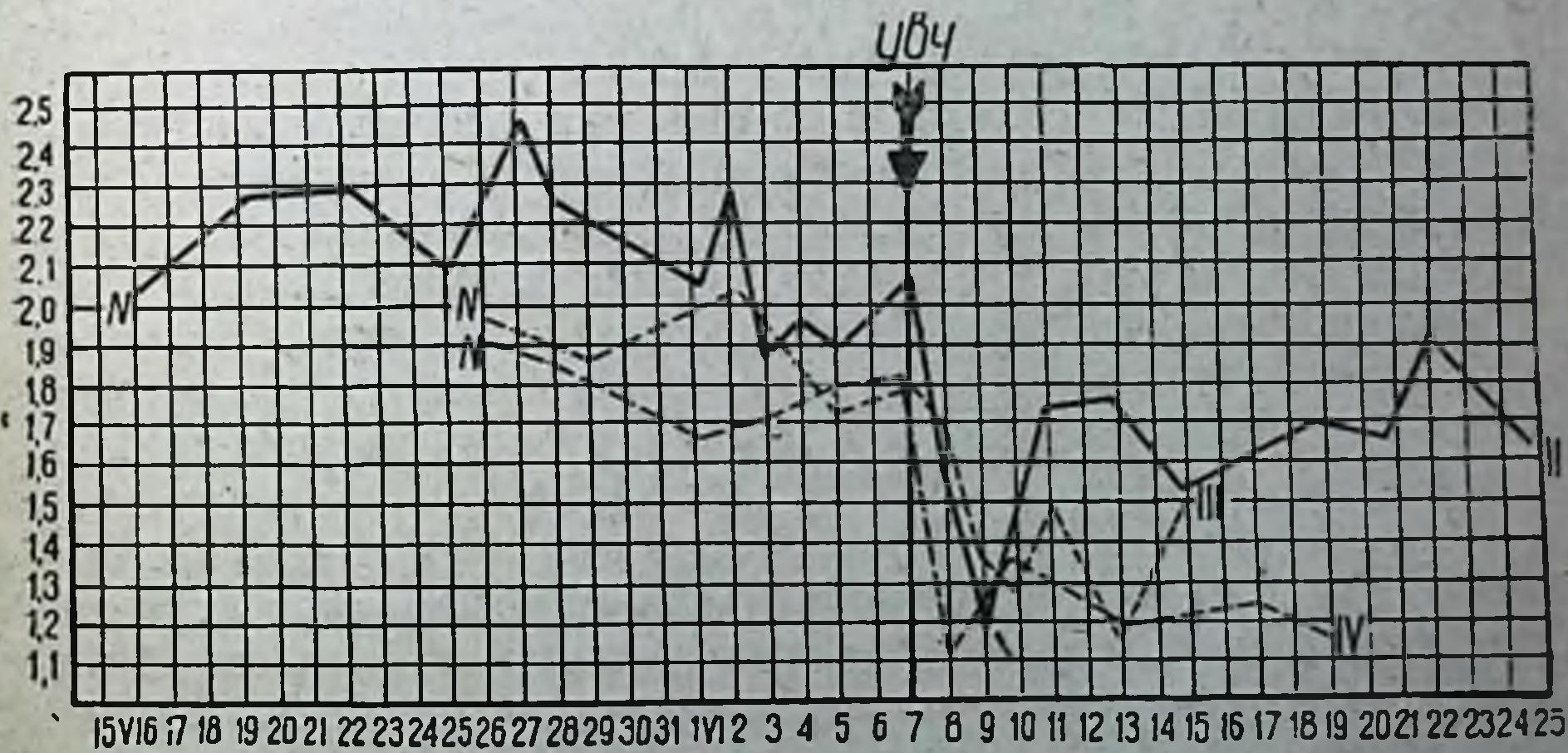


Рис. 136. Суточные колебания азота у II, III, IV групп мышей под влиянием воздействия УВЧ при частоте в 37,5 и 120 mgHz , силе тока 0,1 А и длительности сеанса 5 мин.

теми значительно усовершенствованными способами идентификации интенсивности воздействия на разных частотах, которые в самое последнее время технически освоены в нашем отделе.

Обсуждение полученных результатов

Опыты на кроликах, собаке и мышах обнаружили, что под влиянием пребывания этих животных в электрическом поле УВЧ в организме происходят глубокие физиологические и биохимические сдвиги. Эти сдвиги наступают как после однократного, так и после многократного воздействия.

Характер изменений метаболизма варьирует в зависимости от интенсивности воздействия. Из исследований видно, что при 0,15 А в измерительном контуре и длительности сеанса в десять минут у животных (кроликов, собаки) *in vivo* повышается температура незначительно (не более 0,8—1,0°C). Через день после однократного общего воздействия у кролика и собаки суточное количество азота мочи увеличивается. Окислительный коэффициент повышается¹, что указывает на усиление окислительных процессов. Наступившие изменения в обмене веществ держатся в течение 5—7 дней.

Прежде чем анализировать результаты наших исследований, обратимся к углеводному обмену, который под влиянием УВЧ претерпевает значительные изменения. В обстоятельной работе Н а д с о н и Ш е й б л (Knudson & Schaible) показали, что под влиянием УВЧ углеводный обмен изменяется различно. При кратковременном воздействии и небольшом повышении температуры количество сахара в крови собаки увеличивается до 113%. При длительном воздействии и значительном повышении температуры (42,2—42,8°) наступает резкая гипогликемия—количество сахара уменьшается до 35 мг на 100 см³ крови. Увеличение сахара в крови при слабом воздействии электрического поля ультравысокой частоты установлено и в нашей лаборатории, а также другими авторами: Ф л о м м (Pflomm), И з а р и М о р е т т и (Jzar & Moretti).

Мы считаем, что повышение сахара в крови и усиленное выделение азота мочи связано с повышенной деятельностью диссимиляторных органов и в первую очередь надпочечников, щитовидной железы и отчасти гипофиза.

Итак, первый эффект при воздействии УВЧ—симпатомиметический, с ярко выраженной адреналиновой реакцией. В связи с этим весь обмен веществ приобретает катаболический характер. На усиление диссимиляторных реакций указывают и исследования С у п о н и ц к о й, опыты которой проводились следующим образом: мышь помещалась в поле конденсатора, и незадолго до гибели у нее извлекалась печень; последняя исследовалась на содержание гликогена. Во всех опытах

¹ В предварительном сообщении об этих исследованиях (Бюллетень ВИЭМ, 1934, вып. 8/9) имеется опечатка, согласно которой окислительный коэффициент в этих условиях понижается.

у мышей, подвергавшихся воздействию УВЧ, наблюдалось уменьшение содержания гликогена в печени на 50—70% по сравнению с контрольными.

Из факторов, влияющих на азотистый катаболизм, следует указать прежде всего на адреналин. Рядом экспериментальных исследований П а т о н а, В о л о в н и к а, А ш н е р (Aschner), Э п п и н г е р а (Eppinger), П о л я и других с несомненностью доказано, что адреналин повышает азотистый катаболизм. Что адреналин влияет на белковый метаморфоз, показывает и работа С е н т ю р и н а. Автор поставил своей задачей выяснить влияние адреналина на выход из изолированных органов протеиновых тел. Обнаружилось, что адреналин при пропускании через изолированный орган вызывает увеличение количества азота в перфузионной жидкости. Это связано, по С е н т ю р и н у, с повышением азотистого обмена в клетке, что согласуется со взглядом многих исследователей на адреналин как диссимиляторный гормон. С другой стороны, обстоятельными исследованиями А б д е р х а л ь д е н а, В е й х а р д а (Weichard) и Ш м о р л я (Schmorl) установлено, что небольшие количества продуктов распада белков возбуждают каталитическое действие гемоглобина, что ведет к усилению окислительных процессов. Приведенный факт хорошо согласуется с нашими данными, показывая, что наряду с усилением диссимиляции усиливаются окислительные процессы, на что указывает повышение окислительного коэффициента мочи. Факт усиления диссимиляторных процессов с одновременным повышением окислительных процессов известен и в биологии (Э. С. Б а у э р).

При больших дозах УВЧ наступает резкая гипергликемия; в крови происходит накопление кислых промежуточных продуктов углеводного катаболизма, что неминуемо ведет к ацидозу.

Так, в некоторых опытах Н а д с о н а и Ш е й б л а рН крови понижалась до 6,39. Таким резким ацидозом авторы пытаются объяснить причины гибели животных.

В условиях наших опытов при относительно больших дозах (0,3 А) у кроликов окислительные процессы понижаются, и суточное количество азота мочи значительно уменьшается. Наши результаты совпадают с данными П е р к и н с а (Perkins), показавшего, что после воздействия УВЧ венозная кровь становится более богатой кислородом, чем артериальная. Кстати сказать, П е р к и н с удерживается от истолкования своих результатов, что естественно, ибо автор выявил изолированный факт, не имея в своем распоряжении дополнительных данных. В этом отношении комплексность исследований в нашем отделе ставит нас в более выгодное положение. Обращаем внимание, что у некоторых из наших животных на второй день

после воздействия УВЧ уменьшается выделение суточного количества азота мочи, доходя в некоторых опытах до 0,13 г вместо 0,5 г в норме. Результаты этих опытов из-за гибели животных не представлены в работе. В других опытах (кролики, мыши) наблюдалось после падения суточного количества азота некоторое выравнивание и даже превышение нормы. Можно думать, что уменьшение выделения азота связано с задержкой его в тканях. Разумеется, что анализ этого факта требует специальных опытов.

Рассмотрим отдельно вопрос о длительности последующего эффекта при однократном и многократном воздействии УВЧ. В наших опытах с большой ясностью показано последствие — факт, нашедший подтверждение в целом ряде других работ нашего отдела (А с т а н и н и А й з и к о в и ч, Л а в р е н т ь е в, Г о л ы ш е в а) и согласующийся с экспериментальными исследованиями других авторов.

Усиление диссимиляторных процессов, естественно, сопровождается повышением аутокатализа, и в связи с этим в известных стадиях эффекта в крови накапливаются продукты белкового распада, которые, возможно, и обуславливают длительность реакции на УВЧ.

Полученные нами еще в 1934 г. данные в отношении окислительных процессов и азотистого обмена нашли полное подтверждение в еще неопубликованных опытах А. Т. Д о л и н с к о й и С. П. С е н д е р и х и н а.

Обращаем внимание, что из всех физиотерапевтических факторов аналогично действующим на азотистый обмен и окислительные процессы является рентген. В обстоятельной работе А. Ю г е н б у р г могла показать, что большие дозы вызывают резкое уменьшение суточного количества азота мочи, малые дозы действуют наоборот — суточное количество азота мочи увеличивается.

Несомненно, представит интерес экспериментально провести сравнительный анализ действия на обмен веществ этих двух мощных факторов.

Выводы

1. Воздействие электрического поля УВЧ вызывает глубокие изменения в обмене веществ.

2. Вызванные изменения варьируют в зависимости от интенсивности воздействия.

3. Более слабые воздействия (0,15 А) и длительность сеанса 10 минут вызывают повышение суточного количества азота мочи с одновременным заметным повышением окислительного коэффициента:

4. Более сильные воздействия (0,3 А) при той же длительности сеанса вызывают обратный эффект: количество азота уменьшается, окислительные процессы понижаются.

5. При однократном воздействии вызванные изменения в обмене веществ держатся несколько дней (*последствие*).

6. При действии УВЧ $F = 37,5$ и 120 mgHz получаются качественно идентичные результаты.

ЛИТЕРАТУРА

Айзикович и Братковский, этот же сборник.— Астанин, этот же сборник.— Голышева, этот же сборник.— Лаврентьев Б. И. и Федоров Б. Г., Бюлл. ВИЭМ (1934), № 8—9, 6.— Сентюрин, Журн. мед. и биол. (1928), X, № 25.— Супницкая, Бюллетень Ин-та им. Сеченова (1933), № 6—7, 223.— Френкель, этот же сборник.— Югенбург, Вестник рентгенологии и радиологии (1926), IV, вып. 5, 6.— Wolownik, цит. по Сентюрину. Журн. эксп. мед. и биол. (1928), X, № 25.— Abderhalden u. Wertheimer, Pflügers Arch. (1924), 203, 439.— Aschner, Arch. f. d. ges. Physiol. (1912), 1.— Izare Moretti, Rif. med. (1933), p. 1611.— Izare Prestorino, Biochem. ether. sper. (1933), 20, 426.— Izare Moretti, Rif. med. (1935), 6.— Erpinger, цит. по Сентюрину, Журн. эксп. мед. и биол. (1928), X, № 25.— Kanitz, Bioch. Ztschr. (1934), Bd. 249.— Knudson u. Schaible, Arch. of Path. (1931), XI, 728.— Liebesny P., Mitt. Ges. inn. Med., Wien, 32, 33 (1923).— Müller, Bioch. Ztschr. (1927), Bd. 198, S. 451.— Perkins, New Engl. Med. (1931).— Pöhla, цит. по Сентюрину, Журн. эксп. мед. и биол. (1928), X.— Paton, цит. по Сентюрину, Журн. эксп. мед. и биол. (1928), X.— Reiter, Deut. med. Wchschr. (1933), 5.— Pflomm, Zbl. f. Chir., 61, 2557 (1934).— Schereschewsky, Radiology (1933), 20.— Schliephake, Berichte der gesammten Pathologie (1929), 48; Klinische Wochenschrift (1930); Klinische Wochenschrift (1932), 18.— Wolownik, цит. по Сентюрину, Журн. эксп. мед. и биол. (1928), X, № 25.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ОСНОВНОЙ ОБМЕН У МЕЛКИХ ЖИВОТНЫХ¹

Е. А. Айзикович

Определение основного обмена представляет собой ценный критерий при изучении окислительных процессов в организме под влиянием различных факторов, в том числе и физических. Так, Ф ю б и н и и М о л е ш о т (Fubini, Molleschott) показали, что газообмен различно изменяется под влиянием цветных лучей солнечного спектра. Если принять количество углекислоты, выделяемой лягушкой в темноте, за 100, то в красном свете оно равно 105, в сине-фиолетовом—115, в белом—112. Д а й ч подтвердил, что сине-фиолетовые лучи, как наиболее деятельные, повышают основной обмен в организме. По данным Л и п м а н а и Ф ö л ь к е р а (Lipmann, Völker) количество поглощаемого кислорода увеличивается при облучении ртутно-кварцевой лампой. Влияние ртутно-кварцевого облучения на основной обмен различно в зависимости от характера пищи: при кислой пище оно больше, чем при щелочной (А й з и к о в и ч и Б р а т к о в с к и й). Усиление основного обмена отмечено также под влиянием грязевых процедур и углекислых ванн. При перегревании организма наблюдалось, наоборот, понижение потребленного кислорода (А. М и т т е л ь ш т е д т).

Диатермия по Б е р г о н ь е (Bergonié) вызывает ослабление процессов сгорания в организме, сопровождаясь уменьшением количества поглощаемого кислорода и выделяемой углекислоты. С другой стороны, исследования Д ю р и г а и Г р а у (Durig, Grau) показали, что при диатермическом прогревании организма основной обмен может усиливаться. Повидимому, слабые дозы диатермического тока ослабляли обмен, а большие дозы—ускоряли [С т а р и (Stary)].

¹ Из химич. лаборатории (проф. П. П. Астанин) физико-физиологического отд. (зав.—проф. П. С. Купалов) ВИЭМ.

Высокочастотные токи по д'Арсони в а л ю вызывают повышение основного обмена, увеличивая количество поглощаемого кислорода и выделяемой углекислоты.

Экспериментально доказанные факты значительного влияния электрического поля ультравысокой частоты (УВЧ) на общий обмен веществ, естественно, не могли не привлечь исследователей к изучению основного обмена при воздействии этого могучего биофизического фактора. Столь глубокие изменения, обнаруженные под влиянием УВЧ в метаболизме [Шлипхакке (Schliephake), Надсон и Шейбл (Knudson a. Schaible), Нассе (Nasset), работы нашего отдела], разумеется, должны в той или иной мере сказываться и на основном обмене. Значимость данного вопроса особенно выявляется при тех своеобразных термических условиях УВЧ, которые так резко изменяют биологические процессы в животном организме.

Нассе изучал газовый обмен под влиянием электрического поля ультравысокой частоты у наркотизированных собак. В первой серии своих опытов автор наблюдал, что скорость потребления кислорода зависит больше от прохождения высокочастотного тока, чем от температуры тела и скорости дыхания. Выявление такого специфического действия электрического тока высокой частоты на газовый обмен представило бы, конечно, большой интерес. Однако в результате дальнейших исследований Нассе констатировал, что ток в 10^6 периодов в секунду вызывал такое же действие, как и ток в 10^7 пер./сек., и что высокочастотный ток, повидимому, не обладает специфическим действием на потребление кислорода экспериментальным животным. Наблюдавшееся им повышение газового обмена достигало 176%, причем повышение температуры на 1° сопровождалось увеличением обмена на 35%. Вентиляция легких увеличивалась в 15 раз при одновременном уменьшении содержания углекислоты в выдыхаемом воздухе до 0,5%. Сознывая, что наркотизированное животное не может являться полноценным объектом для изучения процессов дыхания, автор свои опыты считает лишь попыткой изучения газового обмена при специфических условиях, вызывающих гипертермию в животном организме.

В нашу задачу входило определить изменение основного обмена у мелких животных при частоте в 50 мгHz: 1) под влиянием 30-минутного воздействия УВЧ при силе тока в измерительном контуре 0,15 А; 2) при воздействии УВЧ в 10 минут силой тока в 0,15 А и 3) при 10-минутном воздействии УВЧ силой тока в 0,25 А.

Опытными животными служили морские свинки и крысы, исключительно самцы, почти одинакового веса. Во время опытов соблюдались основные условия, установленные для определения газового обмена у мелких животных. Опытные

животные содержались при одинаковых условиях, на стандартной лабораторной диете. В опыт поступали животные через каждые 2—3 дня натощак, причем корм от них убирался за 18 часов до исследования. Обращалось внимание на одинаковую температуру как при содержании животных в клетках, так и во время опытов.

Что касается аппаратуры для определения газового обмена у мелких животных, то следует отметить, что из целого ряда предложенных для этой цели в различной степени совершенных методов и приборов [Халдан, Данов, Абдерхальден, Книппинг, Пашутина и др. (Haldan, Danoff Abderhalden, Knipping)] мы остановились на методе Халдана, модифицированном Дановым, причем использовали конструкцию Бочкарева и Краснокутского.

Необходимо учесть, что условия работы с УВЧ исключают возможность применения в конденсаторном поле аппаратов, сконструированных из металлических частей. Это обстоятельство и вызывает целый ряд затруднений при проведении тех или иных исследований и измерений в момент непосредственного действия УВЧ. Шлипхаке в работе, посвященной измерению температуры животных в момент воздействия УВЧ, указывает, что при коротких волнах вся термоизмерительная цепь может при соответствующих обстоятельствах действовать подобно антенне, приходя в колебания. Токи при этом часто обладают такой силой, что сжигают применяемые во время работы приборы. Для устранения подобных помех Шлипхаке предложил метод экранирования и заземления приборов.

С этой точки зрения применявшийся нами аппарат давал полную возможность изучить основной обмен у опытных животных непосредственно в момент их пребывания в электрическом поле. По окончании установленной процедуры (дозировка указана ниже) соблюдались все условия экранирования прибора для предохранения животного от дальнейшего влияния электрического поля.

Опытное животное помещалось в герметически закрытый стеклянный сосуд, в который наружный воздух поступал через предварительную цепь поглотителей (концентрированная H_2SO_4 , КОН в жидком и твердом виде, баритовая вода). Через такую же систему поглотителей пропускался воздух обратно из камеры для поглощения выделенных животным H_2O и CO_2 . По величине потери веса животного за время опыта и по привесу сосудов-поглотителей последовательной цепи вычислялось количество поглощенного животным в единицу времени кислорода, выделенных водяных паров и углекислоты.

Технические условия: жидкие поглотители наливались в склянки с таким расчетом, чтобы их уровень стоял на 3—4 см выше нижнего конца длинной трубки; в опытах применялся исключительно КОН, ибо NaOH может легко вызывать закупорку трубок в склянках;

палочки КОН набивались в склянки доверху, причем на дне склянок помещались обрезки стеклянных трубочек, чтобы скопившаяся во время опытов жидкость не соприкасалась с палочками КОН и не вызывала быстрого их растворения.

Основным условием для точного определения газового обмена является спокойное положение животного во время опыта. В этом отношении морские свинки и крысы, как объекты для изучения основного обмена, представляют ряд преимуществ по сравнению с другими мелкими животными. Мы сравнительно легко достигали полного покоя опытных животных в камере. Животные предварительно приучались к опытной обстановке, для чего они оставались в камере на один час до опыта.

Порядок исследования примерно таков: в 9 час. утра морская свинка натошак, через 18 часов после последнего кормления, поступала в опыт. Как правило вес и температура животного определялись до и после опытов.

Морская свинка помещалась в герметически закрытую камеру на 2 часа. Воздух через всю систему поглотителей просасывался водоструйным насосом. Скорость тока воздуха устанавливалась в 3 литра за 1 час.

Предварительное взвешивание до опыта склянок с КОН, H_2SO_4 , камеры с животным, то же и после опыта, предоставляло возможность установить количество выделенной животным CO_2 , а косвенно и поглощенного O_2 . Последний определялся по обозначению Ренью: $A - CO_2 - H_2O + O_2 = B$, где А и В представляют вес животного до и после опыта. Отсюда $O_2 = CO_2 + H_2O - (A - B)$.

Обозначив потерю в весе животного (А и В) буквой «е», весовое количество выделенной животным воды—«g», углекислоты—«k», количество поглощенного O_2 в граммах—«r», мы указанную формулу можем выразить: $r = k + g - e$.

Расчет ведется на 1 кг веса животного и на единицу времени—1 час, что приводит полученные количественные определения CO_2 и O_2 к следующим выражениям:

$$CO_2 \text{ на } 1 \text{ кг/час} = \frac{k \cdot 1000 \cdot 60}{t \cdot w} \text{ г}, \quad O_2 \text{ на } 1 \text{ кг/час} = \frac{r \cdot 1000 \cdot 60}{t \cdot w} \text{ г},$$

где t представляет продолжительность опыта в минутах, а w—вес животного в граммах.

Если в нашем опыте, продолжавшемся 2 часа, весовое количество выделенной животным углекислоты «k» равно примерно 1,29 г, воды «g»—0,80 г, потеря в весе животным «e»—0,96 г при первоначальном его весе в 301 г, то количество поглощенного кислорода в граммах составит: $O_2 = (g + k - e) = 0,80 + 1,29 - 0,96 = 1,13 \text{ г}$.

Для перевода полученных количеств углекислоты и кислорода на 1 кг веса животного и на 1 час подставляем в вышеуказанных выражениях цифровые данные CO_2 и O_2 , что дает:

$$CO_2 \text{ на } 1 \text{ кг/час} = \frac{1,29 \cdot 60 \cdot 1000}{120 \cdot 301} = 2,14 \text{ г},$$

$$O_2 \text{ на } 1 \text{ кг/час} = \frac{1,13 \cdot 60 \cdot 1000}{120 \cdot 301} = 1,88 \text{ г}.$$

Вычисления количеств поглощенного O_2 и выделенного CO_2 в единицу времени—1 час на 1 кг веса животного приводят к единообразному учету основного обмена, так как последний обуславливается всей плазматической массой клеток—этих поглотителей кислорода в животном организме.

Определение дыхательного коэффициента (RQ) в условиях наших опытов производилось путем перевода весовых количеств CO_2 и O_2 в объемные.

Для примера приводим один из опытов определения газового обмена у контрольной свинки.

Таблица 1
Определение газового обмена у контрольной морской свинки № 3

Дата	№ опыта	Вес г	H_2O г	CO_2 г	O_2 г	RQ	CO_2 на 1 кг/час. в г	O_2 на 1 кг/час. в г
5/IX	14	290	0,96	1,27	1,19	0,769	2,17	2,05
9/IX	17	284	1,02	1,23	1,17	0,762	2,16	2,06
11/IX	21	286	1,00	1,18	1,13	0,756	2,06	1,98
15/IX	23	289	1,10	1,22	1,16	0,764	2,11	2,01
В среднем. . .			1,02	1,23	1,16	0,763	2,13	2,03

По указанной методике, оказавшейся единственно возможной для изучения основного обмена в своеобразных условиях применения такого фактора, как электрическое поле УВЧ, мы провели 3 серии опытов.

Всего было произведено 66 опытов, из коих 46—на морских свинках и 20—на крысах.

I серия опытов. Крысы подвергались воздействию электрического поля УВЧ в течение 30 минут при частоте 50 мгHz, силе тока в третичном контуре 0,15 А, площади электродов—17,5×21,5 см и расстоянии между ними в 40 см. Определение основного обмена производилось в течение 30-минутного воздействия УВЧ и 1 ч. 30 м. непосредственно после воздействия, т. е. при продолжительности опытов в 2 часа. Температура животных в этих условиях давала повышение до 0,6°.

Под влиянием указанной дозировки УВЧ во всех опытах наблюдалось у крыс понижение основного обмена (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Дата	№ опыта	O_2 кг/ч.	CO_2 кг/ч.	RQ	Условия опытов
10/VII	1	2,49	2,70	0,788	До воздействия УВЧ
14/VII	2	2,57	2,89	0,817	То же
17/VII	3	2,59	2,81	0,791	» »
20/VII	4	2,02	2,66	0,964	Воздействие УВЧ
21/VII	5	2,13	2,92	0,996	Последствие УВЧ
23/VII	6	2,21	2,94	0,967	» »
25/VII	7	2,41	2,82	0,850	» »

Таблица 3

Дата	№ опыта	O ₂ кг/ч.	CO ₂ кг/ч.	RQ	Условия опытов
5/IX	12	2,31	2,44	0,768	До воздействия УВЧ
10/IX	19	2,25	2,39	0,772	То же
16/IX	24	1,82	2,21	0,882	Воздействие УВЧ
17/IX	26	2,09	2,48	0,862	Последствие УВЧ
19/IX	28	2,20	2,40	0,769	»
20/IX	30	2,28	2,20	0,753	»

Уменьшение потребления кислорода опытными животными при воздействии указанной дозы УВЧ говорит об угнетающем ее действии на окислительные процессы в организме.

II серия опытов была поставлена над морскими свинками. Условия опытов и дозировка УВЧ были те же, лишь продолжительность воздействия была снижена до 10 минут. В этих случаях опытные животные также потребляли меньшее количество кислорода, чем в норме (табл. 4 и 5).

Таблица 4

Дата	№ опыта	O ₂ кг/ч.	CO ₂ кг/ч.	RQ	Условия опытов
5/X	43	2,01	2,12	0,766	До воздействия УВЧ
10/X	50	2,10	2,18	0,754	То же
14/X	55	1,61	2,03	0,916	Воздействие УВЧ
16/X	56	1,90	2,14	0,818	Последствие УВЧ
17/X	57	1,98	2,11	0,755	»

Таблица 5

Дата	№ опыта	O ₂ кг/ч.	CO ₂ кг/ч.	RQ	Условия опытов
7/X	47	1,84	1,92	0,753	До воздействия УВЧ
20/X	59	1,90	2,04	0,780	То же
25/X	64	1,52	1,89	0,904	Воздействие УВЧ
27/X	65	1,61	2,02	0,911	Последствие УВЧ
29/X	66	1,74	1,98	0,827	»

Что касается углекислоты, выделявшейся животными после воздействия УВЧ, то ее количество, как и величина дыхательного коэффициента, в некоторых случаях давало заметное увеличение. При этом величина дыхательного коэффициента приближалась к единице.

Животные, подвергавшиеся воздействию УВЧ, обнаруживали уменьшение потребления кислорода лишь в день воздействия; в последующие же дни величина основного обмена выравнивалась, сравнительно быстро возвращаясь к норме.

В III серии опытов мы пользовались морскими свинками. Последние подвергались воздействию УВЧ при силе тока в третичном контуре 0,25 А, продолжительности сеанса 10 минут и прочих равных условиях. При указанном воздействии в поведении животных отмечались заметные изменения: беспокойство, вздрагивание во время опытов и угнетенное состояние после них. Температура животных *in recto* повышалась до 1,8°. Величина основного обмена, дававшая повышение в момент воздействия УВЧ, как видно из табл. 6, после воздействия заметно падала.

Таблица 6

№ жид.	Дата	№ опыта	O ₂ кг/ч.	CO ₂ кг/ч.	RQ	Условия опытов
№ 3	5—15/IX	14, 17, 21, 23	2,03	2,13	0,763	До возд. УВЧ
	19/IX	27	2,69	2,63	0,741	{ Воздейст- вие УВЧ
	20/IX	31	2,21	1,92	0,784	
	22/IX	35	2,11	2,01	0,764	
№ 4	16/IX	25	2,18	1,98	0,801	{ До воздей- ствия УВЧ
	21/IX	33	2,20	2,00	0,799	
	25/IX	36	2,52	2,61	0,702	{ Последей- ствие УВЧ
	26/IX	38	2,11	1,87	0,820	
	27/IX	39	2,23	1,24	0,835	
	29/IX	40	2,21	2,04	0,783	

Такие же результаты получились и в других аналогичных опытах (табл. 7 и 8).

Таблица 7

Дата	№ опыта	O ₂ кг/ч.	CO ₂ кг/ч.	RQ	Условия опытов
3/IX	11	2,24	2,52	0,818	До воздействия УВЧ
8/IX	15	2,28	2,61	0,832	То же
14/IX	22	2,26	2,58	0,829	» »
17/IX	29	2,85	2,74	0,700	Воздействие УВЧ
21/IX	32	2,10	3,22	0,768	Последствие УВЧ
22/IX	34	2,08	2,25	0,788	» » »
25/IX	37	2,30	2,46	0,777	» » »

Наши данные согласуются с результатами, полученными Perkins'ом. Последний нашел под влиянием воздействия электрического поля ультравысокой частоты значительное обогащение венозной крови кислородом, что говорит за угнетение клеточного дыхания. Действительно, в наших случаях мы наблюдали понижение поглощения кислорода при силе тока в 0,15 А, которая, оче-

Таблица 8

Дата	№ опыта	O ₂ кг/ч.	CO ₂ кг/ч	RQ	Условия опытов
1/X	41	2,16	2,34	0,786	До воздействия УВЧ
4/X	42	2,09	2,30	0,800	То же
7/X	46	2,14	2,36	0,801	» »
9/X	49	2,64	2,40	0,660	Воздействие УВЧ
11/X	51	2,10	2,18	0,700	Последствие УВЧ
13/X	54	2,18	2,16	0,701	» »

видно, является для данной группы животных угнетающим фактором. При силе тока в 0,25 А обнаруженное повышение основного обмена в момент воздействия УВЧ в последующие дни сменялось более выраженным его понижением. Факт кратковременного повышения потребления кислорода при указанной дозе может быть вызван тенденцией к репарации, для которой усиление окислительных процессов является характерным.

Выводы

1. Основной обмен у мелких животных под влиянием электрического поля ультравысокой частоты подвергается значительным колебаниям в зависимости от интенсивности воздействия.

2. Воздействие УВЧ при частоте 50 мгHz в течение 10 и 30 мин., при силе тока в третичном контуре 0,15 А, площади электродов 17,5 × 21,5 см и расстоянии между ними в 40 см вызывало уменьшение потребления кислорода опытными животными по сравнению с нормой.

3. Под влиянием указанной дозы УВЧ заметно увеличивался дыхательный коэффициент у опытных животных, что связано с повышенным выделением углекислоты и уменьшением поглощаемого кислорода.

4. Воздействие УВЧ при силе тока в измерительном контуре 0,25 А и прочих равных условиях вызывало у опытных животных кратковременную фазу повышения основного обмена, сменявшуюся периодом пониженного потребления кислорода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schliephake. Berichte d. ges. Pathol., 48, 1929; Zeitschr. f. d. g. exp. Med., 66, 1929; Klin. Wochenschr., № 18, 1932.—2. Knudson, Schauble, Arch. of Pathol., № 5, 728, 1931.—3. Nasset E., Amer. Journ. Physiol., 101, 194, 1932.—4. Nasset E., Peters S., Amer. Journ. Physiol., 101, № 2, 291, 1933.—5. Liebesny, Klin. Wochenschr., № 2, 1926.—6. Fubini, Molleschott, цит. по Hausmann, «Grundlage der Lichtbiol. und Lichtpathologie», 1923.—7. Даич.

цит. по Вермелю, Медицинское светочувствование, 1926.—8. Лиршапп, Völker. Klin. Wochenschr., № 5, 1926.—9. Бочкарев П. Б. и Краснокутский М. П., Журнал экспериментальной биологии и медицины, XIV, 41, 1930.—10. Айзикович и Братковский, Физиотерапия, № 3, 1931.—11. Vergonіé, Durig, Grau—Stary, цит. по «Диатермии» С. А. Бруштейна и Е. Т. Залькяндсона.—12. Perkins, Neu Engl. Mediz., 205, 374, 1931.—13. Миттельштедт А., Труды Института по изучению профессиональных болезней им. В. А. Обуха, 1934.

ГЛИКЕМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ У КРОЛИКОВ НА ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ¹

М. И. Е л и с е е в а

Изучение гликемической реакции при воздействии УВЧ представляет значительный интерес в отношении изучения эндокринно-нервных корреляций и возможности отображения селективного действия УВЧ на этой реакции. Первоначальный эффект не может не зависеть от нервной системы; это показано работами П о н о м а р е в а в нашем отделе, К р а й н и к а (Kraínik) и сотрудников, которые высказали предположение, что влияние УВЧ осуществляется через нервную систему; в таком же духе высказались Л о б р и, М а й е р и В а л ь з е р (Laubry, Meyer и Walser), подчеркивая значение симпатической нервной системы как посредствующего фактора при воздействиях УВЧ. Функциональные изменения нервной системы прежде всего сказываются на наиболее лабильном углеводном обмене. Поэтому гликемическая реакция является чувствительным тестом животного организма на различные физические раздражения.

Влияние УВЧ на сахар крови изучалось рядом авторов; Н а д с о н и Ш е й б л (Knudson а. Schaible) нашли, что кратковременное прогревание животного дает значительное (до 113%) нарастание сахара крови. Этот факт авторы объясняют с д в и г о м реакции крови в к и с л о у сторону, что связано с ослаблением окислительных процессов. При более длительном нагревании наблюдается или незначительное повышение уровня сахара крови, или даже падение его.

Ф л о м м (Pflom) на крысах нашел, что после воздействия УВЧ количество сахара в крови нарастает и лишь через несколько часов возвращается к норме. Автор не связывает повы-

¹ Из химической лаборатории (проф. П. П. А с т а н и н) физико-физиологического отд. (зав.—проф. П. С. К у п а л о в) и физико-биологического отд. (зав.—доц. Г. Л. Ф р е н к е л ь) Лев. фил. ВИЭМ.

шение сахара крови с влиянием УВЧ на железы внутренней секреции и как довод в пользу этого приводит то обстоятельство, что в его опытах производилось облучение наиболее периферических частей тела животного; справедливость этого довода может, однако, вызывать известные сомнения ввиду того, что у Фломма нет никаких указаний на экранировку центральных частей объекта, т. е. не имеется гарантии, что при облучении столь мелкого объекта, как крыса, благодаря имеющемуся в большей или меньшей степени рассеянию поля не происходило общего облучения. Фломм также предполагает, что повышение сахарного уровня может быть вызвано изменением реакции крови в кислую сторону.

Шлипхаке и Вейсенберг (Schliephake и. Weisenberg) занимались изучением гликемической реакции под действием УВЧ на кроликах (частота 70 мегагерц) и на людях (частота 20 мегагерц), больных диабетом. Опыты облучения кроликов и людей дали сходные результаты. Наибольший подъем уровня сахара приходится на эксперименты, при которых облучалась задняя часть головы. Гликемические кривые, полученные этими авторами в результате многих опытов облучения головы, области поджелудочной железы и области бедра, дают наивысший подъем через 2 часа после воздействия.

У нас в СССР изучением гликемической реакции под влиянием УВЧ занимались Воскресенский, Сухарева и Машенко, наблюдения которых производились на кроликах и людях. Авторы могли установить противоположное действие УВЧ на уровень сахара крови у кроликов и людей. В то время как у первых общее облучение ведет к нарастанию сахара, у последних наблюдается его падение. Из 15 облученных животных у цитированных авторов погибло 5; последнее обстоятельство, а также тот факт, что животные во время воздействия по свидетельству самих авторов находились в состоянии возбуждения—«двигались, пищали»,—указывает, что дозы были выбраны слишком сильные и что, следовательно, имели место резкие (термоболевые?) раздражения, которые, естественно, сами как таковые могли дать повышение сахарного уровня (сравн. Кэпнион). Иорнс (Jorns) говорит, что чем слабее будут примененные дозы, тем отчетливее выявится непосредственное действие волн, потому что при этих минимальных дозах будет меньше образовываться тепла¹. При оценке механизма термоэффекта УВЧ Воскресенский, Ма-

¹ Это утверждение в такой общей формулировке встречает с нашей стороны ряд возражений, детальное изложение которых не входит в задачу этой статьи (подр. см. Г. Л. Френкель, Бюллетень ВИЭМ, 1935 г., № 4; Экспериментальная медицина, 1935, № 2).

лашенко, Сухарева и Шпилли признают возможность нагрева не только за счет непосредственных диэлектрических потерь, но и за счет усиления химических экзотермических реакций организма.

Подтверждением теории усиления химических экзотермических реакций может послужить работа Супоницкой (1933), которая нашла, что содержание гликогена в печени мышей, подвергавшихся воздействию УВЧ, уменьшалось на 50—70%. В связи с этим интересно отметить, что по наблюдениям Славского, Шмидта и Бурназ именно печень нагревается в поле УВЧ сильнее ряда других органов.

Супоницкая и Малашенко занимались изучением действия УВЧ на гликемическую реакцию у кроликов и констатировали, что 10-минутное облучение вызывает подъем сахарной кривой до 27%. Кривая приходит к норме через 2 часа, а затем падает ниже нормы.

В противоположность всем этим результатам Изарик и Каиццонэ (Izarg e Caizzone) не могли уловить изменений содержания сахара в крови при 20-минутном воздействии УВЧ ($\lambda=4, 8$ и 15 м) на область печени и поджелудочной железы у больных, не имевших никаких аномалий углеводного обмена.

В наших исследованиях влияния УВЧ были поставлены следующие задачи: 1. Гликемическая реакция во времени. 2. Гликемическая реакция при сахарной нагрузке. 3. Гликемическая реакция при денервации надпочечников. 4. Возможность отображения на гликемической реакции селективного действия УВЧ.

Экспериментальная часть

Работа проведена на высокочастотных генераторах типа ВИЭМ-5, ВИЭМ-2 и ВИЭМ-3. Основная часть работы, а именно «гликемическая реакция при аппликации УВЧ», изучена на генераторе ВИЭМ-5 при частоте 50 мегагерц. Для выявления селективного действия УВЧ по гликемической реакции использовались генераторы ВИЭМ-2 и ВИЭМ-3 с частотами 120, 70, 43 и 50 мегагерц.

Методика. Работа проведена на кроликах. Сахар в крови определялся по методу Хагедорна и Енсена (Hagedorn и Jensen). Кровь бралась из ушной вены. Подопытные животные в течение всего периода наблюдения выдерживались на определенной диете: овса 100 г, корнеплодов 150 г, воды ad libitum. У кролика, 2—3 дня выдержанного на такой диете, в течение последующих 5—6 дней определялся нормальный уровень сахара крови. Для опыта животные всегда брались натощак.

Во время экспозиции кролик фиксировался в обычном станке в положении на спине. Облучалась брюшная область в билатеральном направлении. Голова и задние ноги находились за пределами пластин конденсатора; ноги при этом подвергались большему воздействию поля, так как они были обращены в сторону фидера. В день опыта у кролика перед помещением его в поле в последний раз определялась норма. Тотчас после облучения

кролик снимался со станка, и примерно через 2 мин. у него бралась первая проба крови. Как показали наши специально для этих целей поставленные опыты, простое привязывание животного к станку также дает повышение уровня сахара порядка 12% (среднее из 23 наблюдений), так что все опыты следует понимать как идущие на этом фоне.

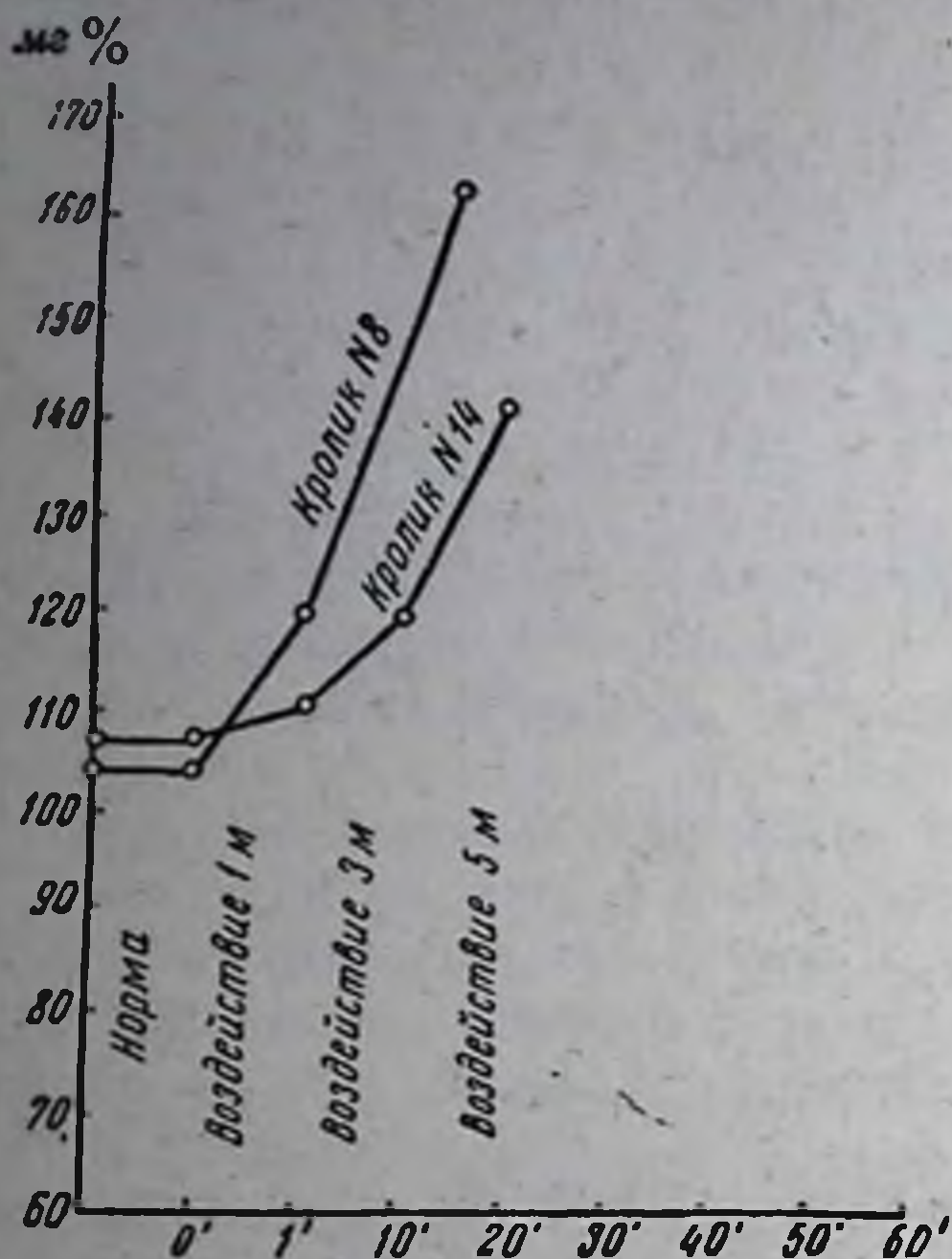


Рис. 137. Гликемическая кривая при повторных воздействиях УВЧ.

А. Гликемическая реакция при воздействии УВЧ без нагрузки

Первая серия опытов. Для проверки имеющихся в литературе данных о влиянии УВЧ на уровень сахара крови поставлены опыты на 3 животных. Кролики облучались в течение 10 мин., каждый при одинаковой частоте—50 мегагерц и одинаковых пластинах $18 \times 27,5$ см биполярно. Доза, примененная в первом опыте, оказалась, повидимому, слишком сильной, ибо вызвала сильное беспокойство животного, начавшееся с пятой минуты облучения и продолжавшееся до конца опыта. Поэтому в двух последующих опытах интенсивность воздействия была снижена за счет увеличения расстояния между пластинами конденсатора с 36 до 50 см.

Результаты этих трех опытов представлены на табл. 1, из которой ясно следует, что в результате 10-минутного воздействия УВЧ содержание сахара в крови повышается на 50—150%.

Технические показатели									
Режим генератора					Режим поля				
Дата	№ опыта	V_a (кв)	I_a (А)	Частота	I_n (А)	Пластины		Характеристика генерации	
						Размеры в см	Расстояние между ними в см		
10/II 1934 г.	1	0,7	—	$5 \cdot 10^7$ Hz	2,8	18	27,5	36	Незатухающие колебания лампы Г-120
25/II 1934 г.	2	0,8	0,6	$5 \cdot 10^7$ Hz	1,6	18	27,5	50	»
27/II 1934 г.	3	0,8	0,6	$5 \cdot 10^7$ Hz	1,6	18	27,5	50	»

* Обозначения: V_a —анодное напряжение; I_a —анодный ток;

Вторая серия опытов. Эта серия поставлена для более детального выяснения картины повышения сахарной кривой под действием УВЧ. Для этого применено не однократное, а повторное облучение одного и того же животного со взятием пробы крови после каждого воздействия. Животные облучались повторно 2—3 раза, причем длительность воздействия возрастала (1, 3, 5 мин.).

Результаты этих опытов приведены на табл. 2, из которой следует, что как правило после 1-минутного воздействия УВЧ наступает заметное увеличение сахара крови. Повторные облучения повышают сахарный уровень еще больше (рис. 137).

Третья серия опытов. Эта серия опытов была проведена для характеристики гликемической реакции во времени. Для этого мы поступали следующим образом: кролики облучались в течение 10 мин., и затем пробы крови брались через 2, 15, 30, 60, 90 и 120 мин. после выключения поля. Результаты этих опытов сведены в табл. 3.

В опытах 7, 8 и 9 увеличение мощности было проведено с целью дать максимальную, еще терпимую кроликом дозу для выяснения, насколько это будет отражено на сахарной кривой. Облучение кролика № 25 в опыте 7 прервано после 5-й минуты вследствие резкого беспокойства животного. Однако заметного изменения в повышении уровня в результате воздействия максимальной дозой не наступило ни в этом, ни в 2 последующих аналогично поставленных опытах.

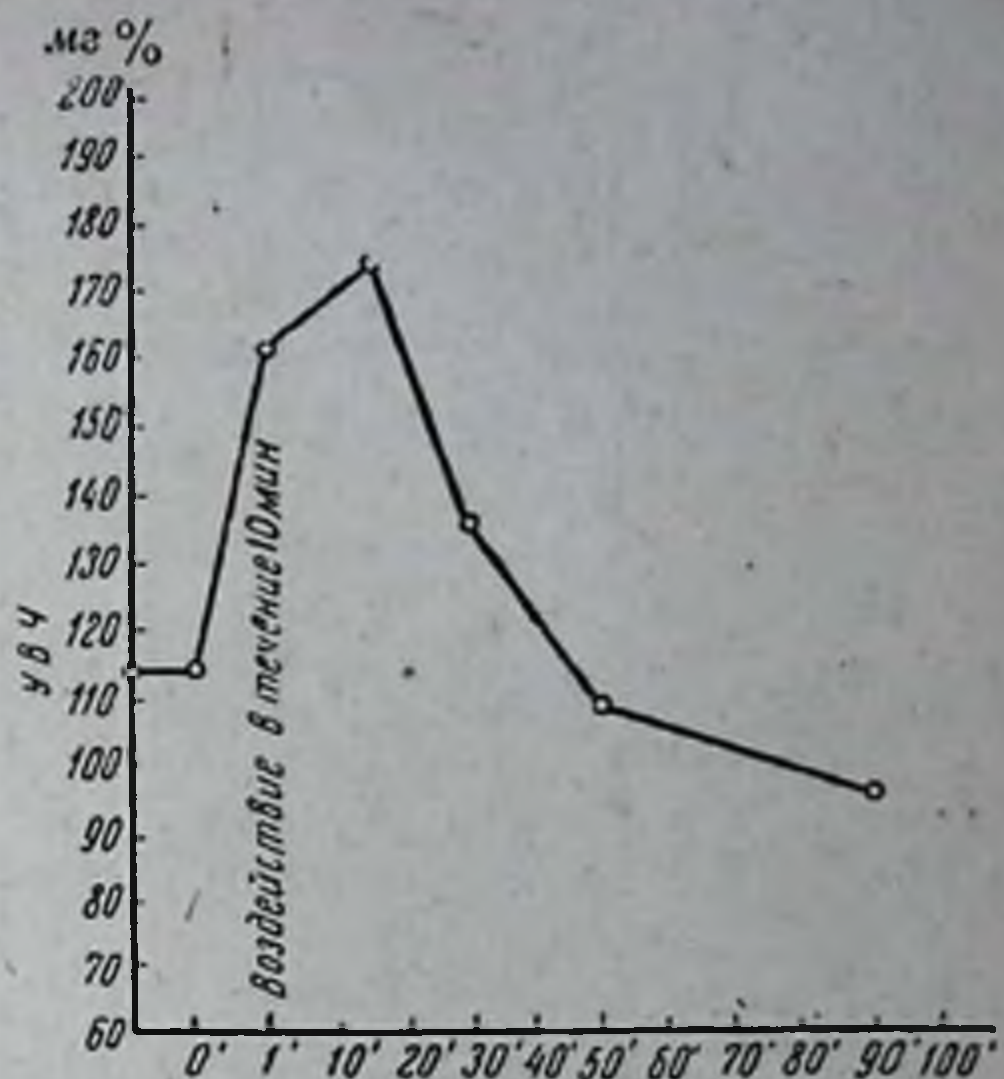


Рис. 138. Гликемическая кривая во времени при 10-минутном воздействии УВЧ.

Таблица 1*

Биологические показатели				Сахар в крови в мг %			Примечание
Кролик №	Экспозиция в мин.	Состояние животного	Температурные изменения in recto	Норм. со-держ. до облучения	Через 2 м. после выключ. поля	% увели-чения	
11	10	Дыхан. учащ.	38,2—40°	104	204	96	Отмечено сильное беспокойство
8	10	N	38,2—40°	105	152	44,7	
10	10	»	39,2—40,8°	104	256	146	

Il—показания амперметра в поле.

Технические показатели									
Дата	№ опыта	Режим генера- тора			Режим поля				
		Va	Ia	Частота	In	Пластини		Характ. генерации	
						Размер в см	Рас- стоя- ние в см		
7/III 1934 г.	1	0,8	0,6	$5 \cdot 10^7$ Hz	1,6	18	27,5	50	Незату- хающие колебания лампы Г-120
7/III 1934 г.	1	0,8	0,6	$5 \cdot 10^7$ Hz	1,6	18	27,5	50	»
8/III 1934 г.	2	0,8	0,6	$5 \cdot 10^7$ Hz	1,6	18	27,5	50	»
8/III 1934 г.	2	0,8	0,6	$5 \cdot 10^7$ Hz	1,6	18	27,5	50	»
9/III 1934 г.	3	0,8	0,6	$5 \cdot 10^7$ Hz	1,6	18	27,5	50	»
9/III 1934 г.	3	0,8	0,6	$5 \cdot 10^7$ Hz	1,6	18	27,5	50	»
14/III 1934 г.	4	0,8	0,6	$5 \cdot 10^7$ Hz	1,6	18	27,5	50	»
14/III 1934 г.	4	0,8	0,6	$5 \cdot 10^7$ Hz	1,6	18	27,5	50	»
14/III 1934 г.	4	0,8	0,6	$5 \cdot 10^7$ Hz	1,6	18	27,5	50	»

Как видно из табл. 3, наибольший подъем сахарной кривой падает на время от 2 до 30 минут после выключения поля. К норме кривая приходит через час после выключения поля и после этого падает ниже нормы, что должно указывать на имеющую, повидимому, место активацию желез-антагонистов. Первоначальный эффект зависит, по всей вероятности, от раздражения надпочечников: благодаря гипердреналинемии происходит «вытрясание» [Ф и ш л е р (Fischler)] гликогена из печени, чему вполне соответствуют цитированные выше данные опытов Супоницкой. Однако гормон мозгового вещества надпочечников наряду с гликогенным содержит еще и панкреотропный компонент, который влияет на выделение инсулина. Этим можно объяснить падение уровня сахара ниже нормы на втором часе (см. рис. 138).

Б. Гликемическая реакция при воздействии УВЧ с сахарной нагрузкой,

Опытные животные и общий режим—те же, что и в разделе А.

Первая серия опытов. Нагрузка без облучения. Глюкоза вводилась через желудочный зонд в количестве 10—25 г, и через сроки, указанные в табл. 4, брались пробы крови на содержание сахара.

Таблица 2

Биологические показатели				Сахар в крови в мг %			Примечание
Кролик №	Экспозиция в мин.	Состояние объекта	Температур- ные измене- ния in recto	Содерж. до облучения	Содержание после воз- действия	Увеличение в %	
4	3	Дых. учащ.	—	98	150	53	Кролик беспоко- ился
4	5	N	—	98	145	48	Повторное воздействие через 20 мин.
8	1	»	—	104	118	13	Повторное облучение через 20 мин.
8	3	»	39,3—40,8°	104	161	56	
14	1	»	—	87	102	17	
14	3	»	—	87	122	40	
14	1	»	—	107	109	1,8	
14	3	»	—	107	118	10	
14	5	»	—	107	141	31,8	

Как видно из табл. 4, максимальное повышение уровня сахара в крови падает на 30 мин. — 1 час после введения глюкозы. К 3 часам кривая приходит к исходному положению и даже падает слегка ниже него.

Вторая серия опытов. Гликемическая кривая при сахарной нагрузке и воздействии УВЧ.

Методика этой серии: глюкоза вводилась до облучения в количестве 20 г, и тотчас вслед за этим животное помещалось в поле. Все кролики этой серии облучались однократно в продолжение 10 минут. Детали режима облучения и сроки, через которые после выключения поля брались пробы крови, приведены в табл. 5.

Как видно из табл. 5 и рис. 139, максимальное поднятие уровня сахара в этих условиях наступает через 30 мин. после воздействия УВЧ. Сравнивая верхнюю и нижнюю кривые, можно заметить:

1. Общий тип кривой сохраняется.
2. Высота (абсолютная точка) кривых разная—при облучении выше.
3. Положение максимумов одинаковое (30 мин. после выключения поля).

Исследования мочи на сахар (по Фелингу и Ниландеру) дали положительные результаты для животных

Технические показатели

Биологические показатели

Дата	№ опыта	Режим генератора		Частота	I _n	Режим подл.		Характер генерации	Кролики №	Экспозиция в мин.	Состояние животного	Температура тушки на момент I _n в ост.	Норм. содерж. сахара в мг %	Содержание сахара после воздействия														
		Va	Ia			Пластины	Размеры в см							Расст. между ними в см	в мг %			Изменение в процентах										
15/III 1934 г.	1	0,8	0,6	5·10 ⁷ Hz	1,6	18	27,5	50	8	10	N	—	114	172	184	134	108	96	51	60,1	17	—	5	—	16			
29/III 1934 г.	2	0,7	0,6	5·10 ⁷ Hz	1,6	18	27,5	50	15	2	»	38,7—38,9°	103	129	121	100	98	102	25	17	—	3	—	5	—	1		
31/III 1934 г.	3	0,7	0,6	5·10 ⁷ Hz	1,6	18	27,5	50	8	5	»	33,3—38,2°	94	111	—	112	91	100	74	18	—	19	—	3	+	6	—	21
2/IV 1934 г.	4	0,7	0,6	5·10 ⁷ Hz	1,0	18	27,5	53	21	10	»	38,8—40,0°	143	201	201	184	169	114	40	40	36	18	—	20	—	—		
3/IV 1934 г.	5	0,7	0,6	5·10 ⁷ Hz	1,6	18	27,5	50	15	10	»	—	93	104	117	109	93	75	—	12	26	+	16	0	—	16		
7/IV 1934 г.	6	0,7	0,6	5·10 ⁷ Hz	1,6	18	27,5	50	25	10	»	—	91	110	98	92	85	87	—	21	8	1	—	7	—	4		
9/IV 1934 г.	7	1,3	0,9	5·10 ⁷ Hz	2,6	18	27,5	50	25	5	»	38,7—38,5°	81	105	—	94	87	76	—	29	—	18	7	—	6	—		
11/IV 1934 г.	8	1,3	0,9	5·10 ⁷ Hz	2,6	18	27,5	50	8	15	»	39,1—39,4°	96	131	—	107	102	93	—	39	—	11	6	—	3	—		
17/IV 1934 г.	9	1,3	0,9	5·10 ⁷ Hz	2,6	18	27,5	53	15	10	»	38,7—38,5°	82	100	—	91	82	80	—	21,5	—	11	0	—	2	—		

Незатух. колебаи. лампы Г-120

Примечание. В опытах 2 и 3 отмечено сильное беспокойство животных

Таблица 4

Дата	№ опыта	Кролик №	Количество введенной глюкозы в г	Норм. уров. сахара в мг%	Уровень сахара после введения глюкозы в мг%				Увеличение в % отношении											
					15 м.	30 м.	1 ч.	1 1/2 ч.	2 ч.	3 ч.	4 ч.	15 м.	30 м.	1 ч.	1 1/2 ч.	2 ч.	3 ч.	4 ч.		
21/IV 1934 г.	1	8	20	107	159	195	181	176	170	125	—	—	—	48	82	69	64	59	17	—
21/IV 1934 г.	2	26	10	87	129	140	124	—	—	83	—	—	48	61	47	8	15	15	—	—
23/IV 1934 г.	3	25	15	105	—	—	114	121	121	103	—	—	—	—	—	—	56	26	—	—
29/IV 1934 г.	4	4	25	109	—	—	184	170	138	88	—	—	—	51	69	68	46	17	—	—
30/IV 1934 г.	5	30	10	104	—	—	175	152	122	88	—	—	—	69	68	68	46	17	—	—
10/V 1934 г.	6	30	20	105	—	—	222	222	193	141	—	—	—	111	111	111	111	87	—	—
10/V 1931 г.	7	31	20	101	187	168	169	155	134	112	103	—	35	65	63	53	53	12	11	—

Таблица 5

Дата	№ опыта	Режим генератора		Г _л	Режим поля		Характ. генерации	Кролик №	Кол. глюк.	Экспозиция	Сост. жив.	Норм. сод. сахара в мг%	Видовые показатели																		
		V _a	I _a		Пла-стины	Размер в см							Расст. между ними в см	Содержание сахара в мг%				Изменение в %													
6/V 1934 г.	1	1,3	0,9	5-107Hz	2,8	18	27,5	50	Незатух. колеб. лампы Г-120	8	20	10	108	Через 1 м.	195	195	152	147	128	118	93	93	64	64	43	33	20	9	12	—	12
7/V 1934 г.	2	0,6	0,7	5-107Hz	2,6	18	27,5	50		4	20	10	88	Через 30 м.	225	225	225	203	185	—	—	148	120	104	104	155	130	110	—	—	36
14/V 1934 г.	3	1,0	0,8	5-107Hz	2,8	18	27,5	50		80	20	10	96	Через 1 ч.	242	281	269	264	218	—	—	145	121	152	203	164	127	—	—	23	
15/V 1934 г.	4	1,1	0,8	5-107Hz	2,6	18	27,5	50		31	20	10	105	Через 1 ч.	222	271	256	222	199	—	—	178	97	111	159	144	111	89	—	—	7,6

с введенной глюкозой, в то время как в моче только облученных животных нельзя обнаружить присутствия сахара или же обнаруживаются лишь его следы.

В. Опыты с денервированными надпочечниками

Так как в литературе имеются некоторые, хотя и скудные, данные о влиянии УВЧ на железы внутренней секреции,

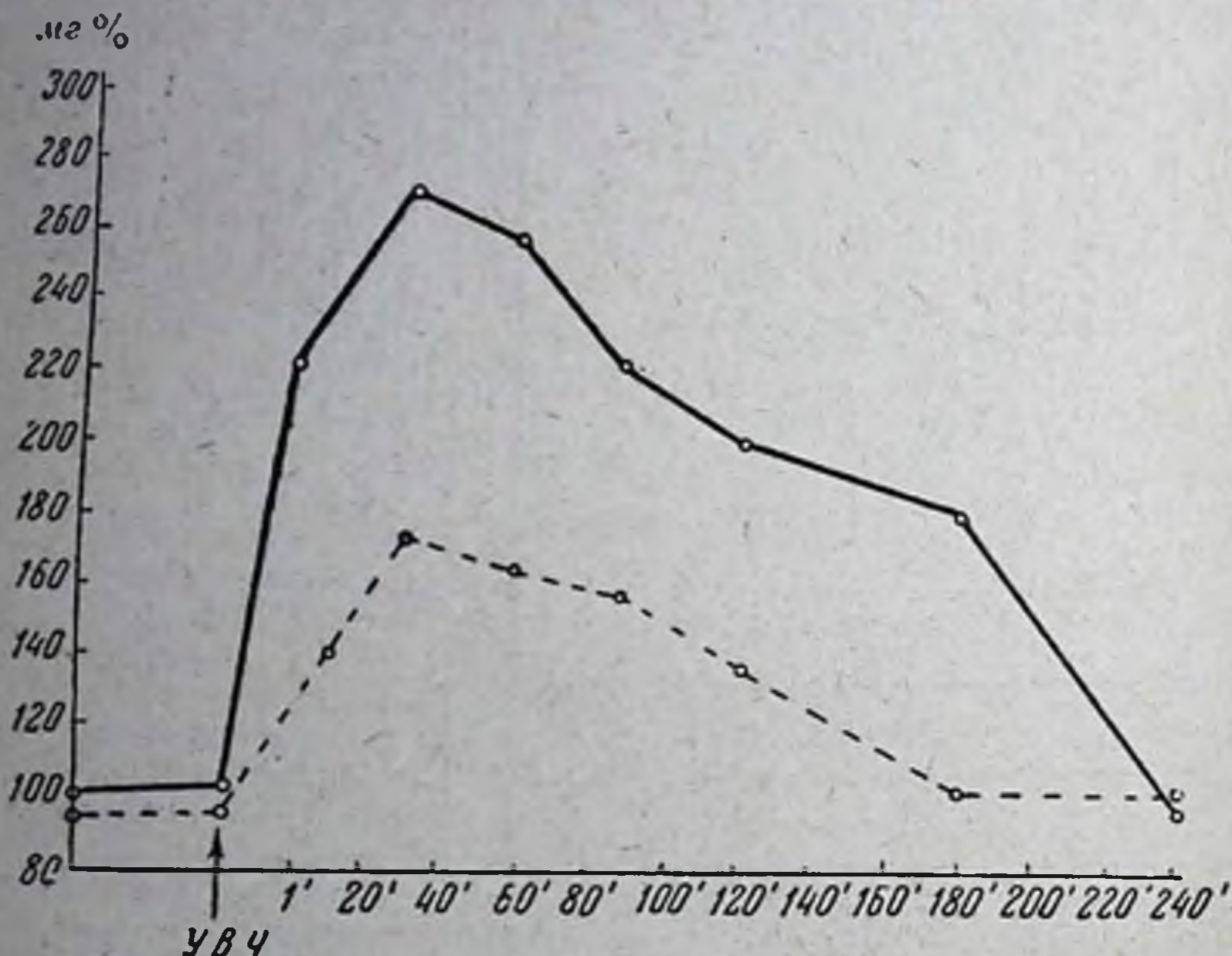


Рис. 139. Гликемическая кривая после сахарной нагрузки и последующего воздействия УВЧ. Пунктирной чертой изображена кривая при нагрузке глюкозой, прямой чертой изображен результат нагрузки глюкозой и последующим облучением.

то для внесения некоторой предварительной ясности в результаты вышеприведенных двух серий опытов мы сочли полезным разнообразить следующую серию оперативным воздействием на имеющие непосредственное отношение к углеводному обмену надпочечники (денервация). Опыты поставлены на пяти животных. Денервация одного животного производилась проф. А. Д. Сперанским, остальных — д-ром Голышевой (лаборатория проф. П. С. Купалова).

Мы исходим из следующих положений: гормон надпочечников в первой стадии перемещает (Фишлер) почти весь гликоген печени в мышцы. Однако гормон надпочечников содержит еще и панкреотропный компонент, который влияет уже на выделение инсулина из поджелудочной железы. Действие панкреотропного компонента проявляется спустя некоторое время

после начала действия адреналина. Быстрый и крутой подъем сахарной кривой и постепенный переход к норме (1½ часа) с падением ниже нормы позволяют думать, что изменение в углеводном обмене при воздействии УВЧ происходит за счет увеличения адреналина. Как показали наши опыты с денервированными кроликами, облучение в 5 случаях дало понижение сахара вместо обычного повышения, в 2 случаях — только незначительное повышение и в 2 случаях — обычное для нормальных животных повышение (табл. 6).

В табл. 6 опыты 2, 3, 4, 6 и 9 дали понижение уровня сахара от 20 до 50% в среднем на 30-й минуте исследования сахарного уровня после выключения поля.

На рис. 140 изображена наиболее типичная для этой серии гликемическая реакция во времени (гипогликемический эффект УВЧ). Кривая дает резкое падение сахарного уровня, которое начинается тотчас после облучения. Эта негативная реакция организма, появляющаяся в результате денервации надпочечников, легче всего может быть объяснена активацией железы-антагониста, так как в условиях нашего облучения и панкреатическая область попадает в сферу густых силовых линий.

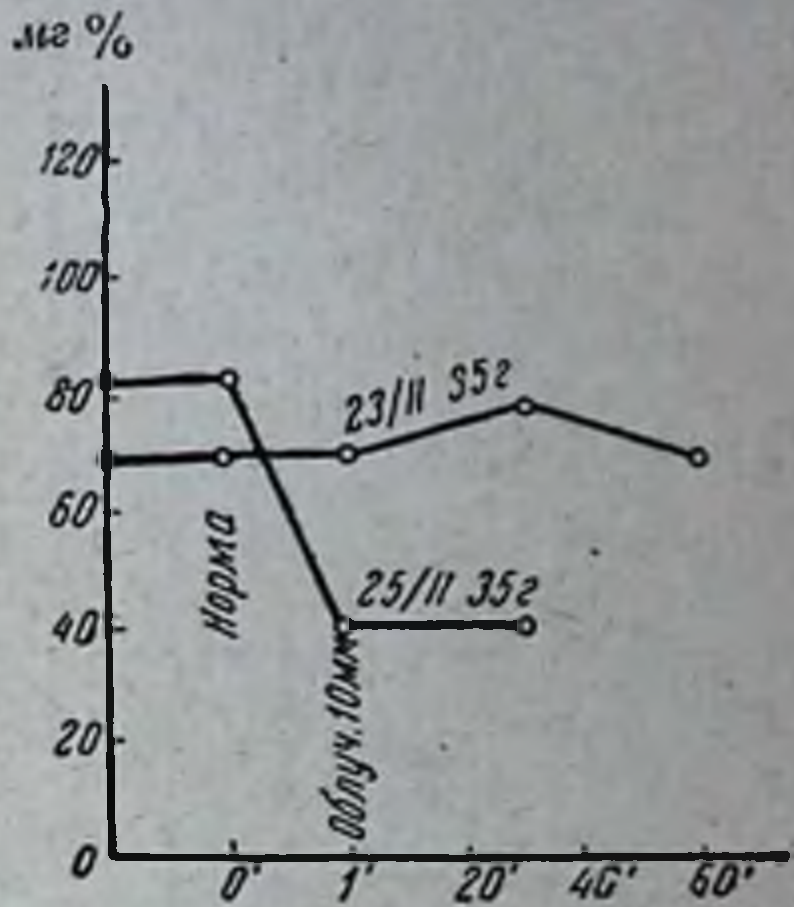


Рис. 140. Гликемическая кривая после воздействия УВЧ на кроликов с денервированными надпочечниками.

Г. Отображение селективности УВЧ на гликемической реакции

Для выяснения возможности отображения селективности биодействия ультравысокой частоты на гликемической реакции животного организма был проведен ряд опытов с кроликами на различных нижеприводимых частотах.

Наиболее интересные данные получены на генераторе ВИЭМ-5, на котором нами изучены следующие частоты: 75, 50 и 43 мегагерца. Методика, режим питания и способ иммобилизации животного остались такими же, как и во всех предыдущих экспериментах. Взятие крови после облучения производилось 1 раз тотчас после выключения поля. Результаты исследований приведены в табл. 7.

По данным этих исследований получается: большая частота колебаний, именно 75 мегагерц, дает больший процент увеличе-

Технические показатели									
Режим генератора						Режим поля			
№ опыта	Дата	V_a	I_a	Частота	I_n	Пластины		Хар. генерации	
						Размер в см	Расстояние в см		
1	23/II 1935 г.	—	—	$7,5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$	0,2	18	27,5	50	Неватухающие колебания лампы Г-120
2	25/II 1935 г.	—	—	$7,5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$	0,2	18	27,5	50	
3	14/IV 1935 г.	—	—	$7,5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$	0,2	18	27,5	50	
4	16/IV 1935 г.	—	—	$7,5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$	0,2	18	27,5	50	
5	30/IV 1935 г.	—	—	$7,5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$	0,2	18	27,5	50	
6	13/V 1935 г.	—	—	$7,5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$	0,4	11	14	20	
7	22/V 1935 г.	—	—	$7,5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$	0,4	11	14	20	
8	22/V 1935 г.	—	—	$7,5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$	0,4	11	14	20	
9	28/V 1935 г.	—	—	$7,5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$	0,4	11	14	20	

ния сахара, а именно 38,5%; частота колебаний 50 мегагерц дает уже 30% повышения и, наконец, наименьшая частота—43 мегагерца—дает только 23% повышения сахарного уровня в крови. Здесь интересно отметить зависимость изменения температуры тела животного от частоты колебаний: 75 мегагерц дают повышение в среднем на $0,9^\circ\text{C}$; 50 мегагерц дают повышение в среднем на $0,4^\circ\text{C}$, а 43 мегагерца дают уже понижение в среднем на $0,3^\circ\text{C}$. Интересно также отметить, что первая и вторая частоты—75 и 50 мегагерц—дают повышение сахарного уровня во всех 100% случаев, тогда как частота 43 мегагерца в трех опытах из девяти дает понижение.

О возможности интерпретации этого материала как выражения селективности биодействия УВЧ см. у Г. Л. Френкеля.

Для сравнения эффекта при разных интенсивностях воздей-

Таблица 6

Биологические показатели										
Изменения					Содержание сахара в мг % после воздействия			Увеличение в % отношении		
Кролики с денервированными надпочечниками №	Экспозиция в минутах	Состояние	Изменение температуры	Норм. уровень сахара в мг %	Содержание сахара в мг % после воздействия			Увеличение в % отношении		
					Через 1 м.	Через 30 м.	Через 1 ч.	Через 1 м.	Через 30 м.	Через 1 ч.
1	10	N	—	68	68	79	66	0	16	—3
1	10	»	40—39,5°	85	42	42	—	—50	—50	
2	10	»	39—38,1°	102	102	82	93	0	19,6	8,8
2	10	»	38,6—37,9°	80	89	53	52	11	—33,8	—33
2	10	»	38,2—37,9°	87	132	89	85	51	2	—2
3	10	»	—	118	116	81	87	—1,7	—31	—26
4	10	»	39,1—38,4°	88	95	104	102	8	18	16
5	10	»	38,9—37,9°	74	97	99	74	31	33,8	0
4	10	»	—	107	105	79	111	—1,9	—26,2	3,7

ствия мы провели ряд опытов с частотой 75 мегагерц и с силой тока в поле, равной 0,4 А, вместо обычных 0,2 А.

Из табл. 8 следует: при усилении тока увеличивается и сахарный уровень крови с 38,5 до 58%.

Обсуждение результатов

Гипергликемия, полученная нами при общем облучении животного, может быть обусловлена, по крайней мере, 3 причинами:

1. Возникающим при облучении ацидозом. Мы выставляем здесь это предположение, потому что в литературе имеются указания на сдвиг рН крови в кислую сторону, получающийся как при облучениях *in vivo* (Надсон и Шейбл, Фломм), так и *in vitro* (Голышева).

О значении ацидоза в повышении гликемической реакции говорит ряд наблюдений: Надсон и Шейбл предполагают,

Таблица 7

Технические показатели					Биологические показатели									
Дата	№ опыта	Режим генер.		In	Режим полл.		Кролик	Экспозиция в минутах	Состояние животного	Температура, измеренная in recto	Норм. сахар-жан. сахара в мг%	Кол-ч. сахара после возде-ствия в мг%	Изменение в мг%	Примечание
		Va	Ia		Частота	Пластини								
					Размер в см	Рассто-яние в см								
17/I	1835 г.	0,8	0,9	7,5·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	№ 1	4	N	88	154	64	Ср. уве-лич. 38,5%
17/I	1835 г.	0,8	0,8	7,5·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» 2	10	»	111	146	35	
9/I	1835 г.	0,8	0,9	7,5·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» 2	10	»	97	132	35	
9/I	1835 г.	0,8	0,9	7,5·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» 1	10	»	124	152	28	
19/III	1835 г.	0,7	0,6	5·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» 15	2	»	103	129	26	Ср. уве-лич. 30%
31/III	1835 г.	0,7	0,6	5·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» 8	5	»	64	111	17	
2/IV	1835 г.	0,7	0,8	5·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» 21	10	»	143	201	58	
3/IV	1835 г.	0,7	0,6	5·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» 15	10	»	93	104	11	
7/IV	1835 г.	0,7	0,6	5·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» 25	10	»	91	110	19	
9/IV	1835 г.	1,3	0,9	5·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» 25	5	»	81	105	24	
11/IV	1835 г.	1,3	0,9	5·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» 8	15	»	96	134	38	
17/IV	1835 г.	1,3	0,9	5·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» 15	10	»	82	100	18	
8/III	1935 г.	0,7	0,6	4,29·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	Дымч.	10	»	105	89	-18	Ср. уве-лич. 23%
8/III	1935 г.	0,7	0,6	4,29·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» норм.	10	»	105	116	+11	
10/III	1935 г.	0,7	0,6	4,29·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» меч.	10	»	101	91	-10	
10/III	1935 г.	0,7	0,6	4,29·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» норм.	10	»	114	105	-9	
14/III	1935 г.	0,7	0,6	4,29·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» меч.	10	»	103	112	+9	
14/III	1935 г.	0,7	0,6	4,29·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» норм.	10	»	105	132	+27	
16/III	1935 г.	0,7	0,6	4,29·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» норм.	10	»	111	147	+36	
16/III	1935 г.	0,7	0,6	4,29·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» норм. сер.	10	»	89	111	-22	
16/III	1935 г.	0,7	0,6	4,29·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	Дымч. норм.	10	»	79	105	+28	
16/III	1935 г.	0,8	0,8	4,29·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	Незатухающие колебания лампы Г-120	10	»	105	89	-18	
16/III	1935 г.	0,8	0,8	4,29·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» норм.	10	»	105	116	+11	
16/III	1935 г.	0,8	0,8	4,29·10 ⁷ Hz	18	27,5	50	» меч.	10	»	101	91	-10	

что сдвиг реакции крови в кислую сторону является причиной гипергликемии. На этой же точке зрения стоит и Ф л о м м. В подтверждение этой теории можно привести работу Елиаса (Elias), которая говорит, что даже сравнительно незначительные количества кислоты способны мобилизовать гликоген из печени в большом количестве. Вследствие этого возникают гипергликемия и гликозурия. По данным Ф р е л и х а и П о л л а к а (Fröhlich u. Pollak) особенно сильно влияет в этом отношении ацетоуксусная кислота. Они работали с печенью черепахи, исследовали количество сахара в печеночных венах и нашли, что прибавление незначительного количества кислоты вызывает усиленный переход гликогена печени в глюкозу (тогда как большие количества кислоты этого перехода не вызывают, так как разрушают клетки печени, в которых находится диастаза).

2. П е р в и ч н ы м с и м п а т о м и м е т и ч е с к и м э ф ф е к т о м. В пользу этого предположения говорит то, что гликемическая реакция, наблюдавшаяся нами при воздействии УВЧ, подобна до некоторой степени гликемической реакции адреналинового происхождения, получающейся в результате сахарного укола. Известно, что перерезка пп. *splanchnici* исключает такой мощный регулятор углеводного обмена, как адреналовая система; известно также, что сахарный укол при перерезке пп. *splanchnici* часто не ведет к гипергликемии. В наших опытах с денервацией надпочечников мы имели в большинстве (7 из 9) случаев выпадение обычной для УВЧ гликемической реакции. Больше того, в 5 случаях из 9 мы имели в результате воздействия УВЧ не гипер-, а гипогликемическую реакцию. В связи с этим можно предположить, что при воздействии УВЧ (в примененных нами условиях облучения) происходит активация как надпочечников, так и их антагониста—поджелудочной железы, но в условиях сохранной иннервации превалирует эффект со стороны надпочечников. При расстройстве же функции последних, наступающем вследствие денервации, на первый план выступает инсулярный эффект, что ведет в этих случаях к гипогликемии.

3. Р а з р ы в о м а д с о р б ц и о н н ы х с в я з е й м е ж д у б е л к о в ы м и к о м п л е к с а м и с ч а с т и ц а м и в ы с о к о м о л е к у л я р н ы х у г л е в о д о в (сравн. у Рэкнагеля), что ведет к освобождению гликогена и образованию глюкозы.

Данные наших экспериментов не дают, однако, пока права приписывать исключительную роль одному из перечисленных путей возникновения гипергликемии в ответ на раздражение целого организма УВЧ, и мы принуждены поэтому считаться со всеми тремя возможностями, учитывая, однако, что и этими путями, по всей вероятности, не исчерпывается механизм гипергликемической реакции на УВЧ.

Технические показатели									
Дата	№ опыта	Режим генератора			Режим поля				
		Va	Ia	Частота	In	Пластины		Характер генерации	
						Размер в см	Расстояние в см		
23/II 1935 г.	1	—	—	$7,5 \cdot 10^7$ Hz	0,4	18	27,5	50	Незату-хающие колебания лампы Г-120
23/II 1935 г.	2	—	—	$7,5 \cdot 10$ Hz	0,4	18	27,5	50	
25/II 1935 г.	3	—	—	$7,5 \cdot 10^7$ Hz	0,4	18	27,5	50	
25/II 1935 г.	4	—	—	$7,5 \cdot 10^7$ Hz	0,4	18	27,5	50	
27/II 1935 г.	5	—	—	$7,5 \cdot 10^7$ Hz	0,4	18	27,5	50	
27/II 1935 г.	6	—	—	$7,5 \cdot 10^7$ Hz	0,4	18	26,5	50	

Заключение

1. У кролика воздействие УВЧ в течение 1 минуты вызывает заметное увеличение сахара крови. Повторные воздействия вызывают большие повышения сахарного уровня крови.

2. В результате общего 10-минутного воздействия УВЧ на организм кролика уровень сахара крови повышается на 50—150%.

3. Наибольший подъем сахарного уровня крови в результате общего 10-минутного облучения падает на время от 2 до 30 мин. после выключения поля. Через час кривая приходит к норме, а затем падает ниже нормы.

4. Гликемическая кривая при сахарной нагрузке и последующем 10-минутном воздействии УВЧ дает более высокий подъем, чем одна УВЧ, причем максимальное поднятие уровня сахара в крови наступает через 30 мин. после выключения поля. К норме кривая приходит через 3 часа, а затем падает ниже нормы.

5. Гликемическая реакция кроликов с денервированными надпочечниками при общем облучении резко отличается от гликемической реакции нормальных кроликов: имеет место гипогликемия (в 5 опытах из 9), незначительное повышение сахара крови (в 2 случаях) и только в 2 случаях—обычная гипергликемия.

6. Все сказанное относится к частоте в 50 мегагерц. При применении других частот получаются качественно те же реакции, однако высота подъема гликемической кривой оказывается

Таблица 8

Биологические показатели							Примечание
Кролики	Экспозиция	Сост. объекта до возд.	Температурные изменения in recto	Кол. сах. в норм. в мг%	Сод. сахара после воздейств. в мг%	Изменения в мг%	
Норм. дымч.	10	N	—	65	134	69	Ср. увелич. 58%
» серый	10	»	—	65	153	88	
» дымч.	10	»	39,2—39,3°	82	105	23	
» серый	10	»	39 —39,3°	103	123	20	
» дымч.	10	»	39,3—39,8°	105	130	25	
» серый	10	»	39,3—39,5°	96	170	74	

различной при различных частотах. Мы воздерживаемся, однако, от категорической интерпретации этой разницы как отображения селективного действия УВЧ вследствие того, что до сих пор мы еще не располагали приборами для измерения напряжения поля, показания которых не зависели бы от частоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pflomm E., Arch. f. klinische Chirurgie, 166, 251, 1931.—
2. Schliephake und Weissenberg, Wien. klin. Wochenschr., 18, 560, 1931.—3. Izarg. und Caizzone G., Biochim. therap. sper., 20, 424, 1933.—4. Laubry, Meyer, Walser, Presse méd., 92, 1738, 1933.—5. Крайник, Presse méd., 1930, 1933.—6. Воскресенский и соотр., Бюллетень Сеченовского ин-та, 4—5, 1934.—
7. Супоницкая, Бюллетень Сеченовского ин-та, 6—7, 1933.—8. Славский, Шмидти Бурназ, Бюллетень Сеченовского ин-та, 6—7, 1933.—9. Elias, Biochem. Z., 48, 121, 1913.—10. Fröhlich und Poliak, Schmiedebergs Arch., 77, 265, 1914.—11. Knudson and Schauble, Arch. of Pathol., 11, 728, 1931.—12. Jorns G., Zt. d. ges. exp. Med., 80, 458, 1931.—13. Френкель Г. Л., см. этот сборник.

ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФИЦИЕНТОВ МОЧИ У МЫШЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (УВЧ) ¹

Е. А. Айзикович

Настоящая работа является продолжением предпринятых нами исследований о влиянии электрического поля ультравысокой частоты (УВЧ) на обмен веществ в животном организме. Считается установленным, что при воздействии УВЧ в организме происходят значительные сдвиги в окислительных процессах и в азотистом метаболизме. Эти изменения наступают как после однократного, так и после многократного воздействия и держатся в течение нескольких дней. С особой отчетливостью выявлена фазность действия УВЧ: относительно слабые дозы заметно повышают выделение суточного количества азота и интенсивность окислительных процессов; при сравнительно сильных дозах получается обратный эффект.

Данная работа была посвящена изучению влияния УВЧ на коэффициенты мочи Робена (Robin) и Сальковского (Salkowski). Первый из них, представляя отношение азота мочевины к общему азоту мочи $\left(\frac{N_{Ur^+}}{N_t}\right)$, дает известное представление о процессах окисления белков в организме. Второй коэффициент (Сальковского), выражая отношение количества мочевины к суточному количеству хлоридов мочи $\left(\frac{Ur^+}{NaCl}\right)$, указывает на степень распада тканевого белка. Одновременно указанные коэффициенты дают возможность судить и о мочевинообразовательной функции печени, играющей столь важную роль в обмене веществ.

Изучаемые ингредиенты исследовались нами при воздействии трех частот: 37,5, 75 и 120 мгНз.

¹ Из биохимич. лаборатории (проф. П. П. Астанин) физико-физиологич. отд. (зав.—проф. П. С. Купалов) ВИЭМ.

Опытными животными служили белые мыши в количестве 20 штук: одного и того же возраста, почти одинакового веса. Во все время исследований мыши получали стандартную лабораторную диету. Они содержались в специально сконструированных клетках, допускавших точное соби́рание мочи за сутки. Для удобства исследований и сглаживания индивидуальных колебаний в каждую клетку было посажено по 5 мышей. Моча (суточное количество) тщательно собиралась в стеклянный сосуд, куда полностью стекала из клетки; для большей точности клетка и стеклянный сосуд прополаскивались дистиллированной водой, которая вместе с мочой переливалась в измерительную колбу. В суточном количестве мочи, разведенной дистиллированной водой до общего количества в 50 см³, определялись вышеуказанные ингредиенты: общий азот, хлориды и мочеви́на.

Определение общего азота производилось по Кьельдалю, хлоридов—по Фольгарду, мочеви́ны—по Бородину. Результаты перечислялись на килограмм веса животного.

Предварительно в течение месяца у опытных животных устанавливались суточные колебания изучаемых ингредиентов, после чего мыши подвергались воздействию электрического поля УВЧ (дозы указаны ниже).

Всего было проведено 4 серии опытов.

I серия. Опытные животные подвергались воздействию электрического поля УВЧ при частоте 37,5 мгHz, силе тока в измерительном контуре 0,2 А, продолжительности сеанса в 5 минут, площади электродов-пластин 17,5 × 21,5 см и расстоянии между ними в 25 см. На время указанного воздействия мыши помещались в стеклянный сосуд вышиной в 17 см, шириной в 13 см, который устанавливался в центре электрического поля УВЧ между обенми пластинами конденсатора на расстоянии по 6 см от каждой пластины («зазор»).

Таблица 1

Дата (1935 г.)	Вес мышей г	Суточное ко- личество мо- чеви́ны в г	Хло- риды г	$\frac{U_{r+}}{NaCl}$	Общий азот на 1 кг веса в г	Азот моче- ви́ны на 1 кг веса в г	$\frac{Nu_{r+}}{N_t}$	Примечание	
Май									
9	90,9	0,33	0,12	2,8	2,60	1,69	0,65	Предварительные опыты	
10	105,5	0,36	0,11	3,3	2,33	1,59	0,68		
13	108,6	0,39	0,14	2,8	2,30	1,67	0,73		
15	111,5	0,34	0,09	3,8	2,10	1,42	0,67		
17	113,0	0,39	0,11	3,5	2,29	1,61	0,70		
19	114,0	0,39	0,13	3,0	2,24	1,59	0,71		
21	116,0	0,38	0,11	3,5	2,11	1,54	0,73		
25	117,0	0,39	0,10	3,9	2,27	1,57	0,69		
28	111,4	0,35	0,08	4,4	2,07	1,46	0,70		
Июнь									
3	115,0	0,37	0,10	3,7	2,07	1,50	0,72		
5	116,0	0,37	0,12	3,1	2,10	1,48	0,70		
В среднем		0,37	0,11	3,4	2,22	1,56	0,70		

Продолжение табл. 1

Дата 1935 г.)	Вес мышей г	Суточное ко- личество мо- чевины в г	Хло- риды г	$\frac{Ur+}{NaCl}$	Общий азот на 1 кг веса в г	Азот моче- вины на 1 кг веса в г	$\frac{N_{Ur+}}{N_t}$	Примечание
Июнь								
8	115,0	0,24	0,10	2,4	1,71	0,97	0,57	1-й сеанс УВЧ
9	114,0	0,21	0,09	2,3	1,47	0,86	0,59	2-й » »
10	111,0	0,19	0,11	1,7	1,32	0,80	0,60	3-й » »
11	109,6	0,16	0,06	2,7	1,04	0,68	0,65	4-й » »
13	105,0	0,17	0,07	2,4	1,28	0,76	0,59	5-й » »
14	103,0	0,19	0,05	3,8	1,43	0,85	0,60	6-й » »
В среднем		0,19	0,06	2,5	1,37	0,82	0,60	

Предварительные опыты, произведенные в течение месяца для установления нормы изучаемых ингредиентов, показали, что в суточном количестве мочи у опытных мышей в среднем содержалось: общего азота на 1 кг веса животного 2,22 г, из коих на долю мочевины приходилось 1,56 г, что выражало величину коэффициента Р о б е н а—0,70. Содержание мочевины и хлоридов в суточном количестве мочи у мышей в норме составляло 0,37 и 0,11, что давало выражение для коэффициента С а л ь к о в с к о г о — 3,4 (табл. 1).

По установлении нормальных колебаний изучаемых ингредиентов опытные животные были подвергнуты воздействию электрического поля УВЧ при вышеуказанной дозировке. Воздействие оказалось слишком интенсивным: в начале сеансов мыши обнаруживали заметное беспокойство, бегали по стенкам сосуда, впоследствии же пребывали в угнетенном состоянии и были мало подвижны; после первых двух сеансов у двух мышей появились ожоги, у трех—мумификация конечностей и хвоста; после 4-го сеанса состояние опытных мышей резко ухудшилось, а после 6-го сеанса трое мышей погибли.

Как видно из табл. 1, при воздействии вышеуказанной дозой УВЧ у опытных животных резко уменьшилось выделение мочой общего азота (1,37 г на 1 кг веса животного вместо 2,22 г, т. е. на 38,3% меньше нормы), и это повлекло за собой столь же резкое уменьшение азота мочевины—на 47,4% (0,82 г на 1 кг веса животного вместо 1,56 г в норме), отсюда заметное падение коэффициента Р о б е н а (0,60 вместо 0,70). Обнаруженные нарушения в азотистом обмене у опытных мышей после воздействия электрического поля УВЧ говорят за угнетающее действие этого фактора при вышеуказанной дозе.

Наряду с понижением азотистого обмена у опытных животных данной серии наблюдалось также уменьшение суточного количества мочевины и хлоридов в моче (табл. 1), что соот-

ответственно дало понижение величины коэффициента Сальковского в среднем с 3,4 до 2,5, т. е. на 26,4%.

Нагляднее результаты опытов I серии представлены на рис. 151, где средняя арифметическая всех опытов обозначена прямой линией по абсциссе, по отношению к которой занесены

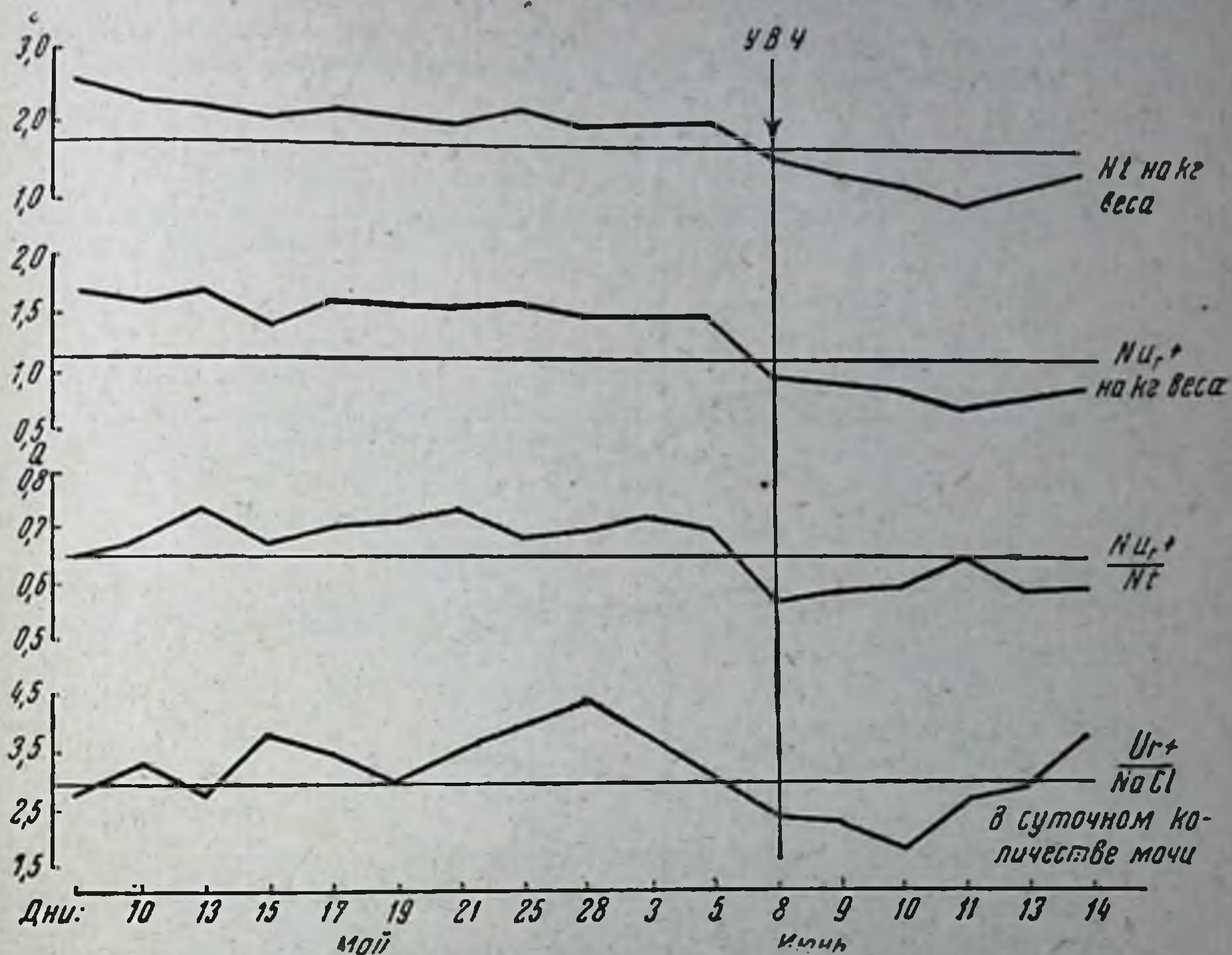


Рис. 141. Изменение состава мочи при воздействии УВЧ (частота 37,5 мегагерц при 0,2 А). В этом и последующих рисунках только точки перелома кривых отвечают времени исследования.

в виде кривых данные исследований общего азота, азота мочевины и величины коэффициентов Робена и Сальковского.

Уменьшение суточного количества мочевины — продукта наиболее полного окисления белковых веществ, — задержка и накопление в организме азота, уменьшение выделения азота мочевины и соответственное понижение величин коэффициентов Робена и Сальковского прежде всего указывают на наступавшее под влиянием УВЧ понижение окислительных процессов у подопытных мышей, а в связи с этим и на общее угнетение обмена веществ. Приблизительно такие же дозы УВЧ вызывали, по данным Р. Е. Братковского, уменьшение величины окислительного коэффициента Мюллера (H. Müller). Сравнительно же сильные дозы УВЧ и по нашим данным вызывали пониженное потребление кислорода опытными животными (см. стр. 259).

II серия опытов. В данной серии опытные мыши подвергались воздействию электрического поля УВЧ при силе тока в измерительном контуре 0,1 А; прочие условия были такие же, как в I серии.

При указанной дозировке УВЧ в состоянии опытных мышей во время сеансов облучения каких-либо заметных отклонений от нормы не обнаружено. Мыши вели себя сравнительно спокойно; явлений мумификации, ожогов, отечности замечено не было.

Предварительные опыты до воздействия УВЧ (табл. 2) показали, что в норме у опытных мышей суточное количество мочевины и хлоридов

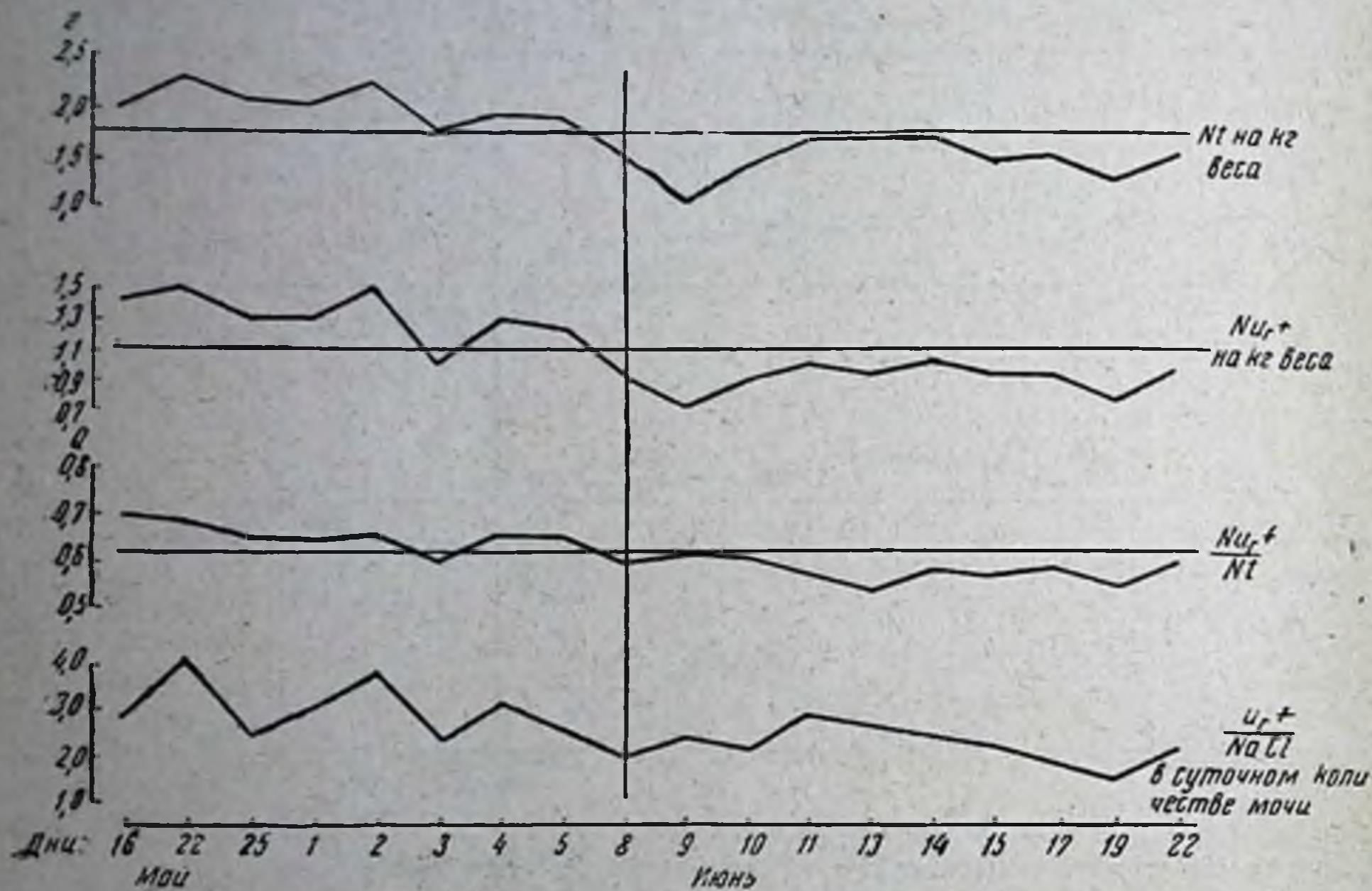


Рис. 142. Изменение состава мочи при воздействии УВЧ (частота 37,5 мегагерца при 0,1 А).

в моче составляло в среднем 0,32 и 0,11 г, откуда величина коэффициента Сальковского равнялась 3,0. Количество общего азота мочи и азота мочевины у опытных мышей составляло 2,05 и 1,34 г; величина коэффициента Робена выражалась 0,65.

Данные II серии опытов показали, что суточное количество общего азота, мочевины и хлоридов в моче у опытных животных при воздействии вышеуказанной дозой УВЧ заметно уменьшилось по сравнению с нормой. Так, количество общего азота на 1 кг веса животного до воздействия УВЧ составляло в среднем 2,05 г, при воздействии—1,53 г, т. е. меньше нормы на 25,3%; количество азота мочевины также дало снижение на 33,6% (0,89 г вместо 1,34 г на 1 кг веса животного). В таких же пределах сравнительно уменьшилось и суточное количество мочевины и хлоридов у мышей под влиянием УВЧ (рис. 142).

Результаты данной серии опытов также приводят к уменьшению величин изучаемых нами коэффициентов Робена и

Таблица 2

Дата (1935 г.)	Вес мышей в г	Суточное ко- личество моче- вины в г	Хло- риды г	$\frac{Ur^+}{NaCl}$	Общий азот на 1 кг веса в г	Азот моче- вины на 1 кг веса в г	$\frac{N_{Ur^+}}{N_t}$	Примечание	
Май									
16	107,2	0,33	0,12	2,8	2,03	1,43	0,70	Предварительные опыты	
22	110,0	0,37	0,09	4,1	2,29	1,57	0,68		
25	111,0	0,32	0,13	2,5	2,07	1,34	0,65		
Июнь									
1	108,3	0,30	0,10	3,0	2,05	1,29	0,63		
2	109,0	0,35	0,09	3,9	2,27	1,49	0,66		
3	108,5	0,25	0,11	2,3	1,84	1,07	0,58		
4	111,6	0,31	0,10	3,1	1,97	1,29	0,65		
5	112,4	0,30	0,12	2,5	1,88	1,24	0,66		
В среднем		0,32	0,11	3,0	2,05	1,34	0,65		

Дата (1935 г.)	Вес мышей в г	Суточное ко- личество моче- вины в г	Хло- риды г	$\frac{Ur^+}{NaCl}$	Общий азот на 1 кг веса в г	Азот моче- вины на 1 кг веса в г	$\frac{N_{Ur^+}}{N_t}$	Примечание
Июнь								
8	109,5	0,21	0,11	1,9	1,55	0,92	0,60	1-й сеанс УВЧ
9	109,0	0,17	0,07	2,4	1,18	0,73	0,62	2-й » »
10	107,8	0,20	0,09	2,2	1,48	0,91	0,61	3-й » »
11	107,0	0,23	0,08	2,9	1,74	1,00	0,58	4-й » »
13	108,2	0,22	0,08	2,7	1,76	0,95	0,54	5-й » »
14	107,0	0,23	—	—	1,72	1,01	0,59	6-й » »
15	106,0	0,20	0,09	2,3	1,51	0,88	0,58	7-й » »
17	106,0	0,21	—	—	1,55	0,92	0,59	8-й » »
19	106,7	0,16	0,11	1,5	1,29	0,70	0,54	9-й » »
22	107,0	0,21	0,10	2,1	1,51	0,91	0,60	10-й » »
В среднем		0,20	0,09	2,2	1,53	0,89	0,58	

Сальковского, что говорит за угнетающее действие указанной дозы УВЧ. Одновременно констатируем, что действие УВЧ при силе тока в измерительном контуре 0,2 А гораздо интенсивнее, чем при 0,1 А (табл. 1 и 2).

В III серии опытов мы изменили характер воздействия в отношении частоты, остановившись на 75 мгHz при прочих условиях, таких же, как во II серии (силе тока 0,1 А, продолжительности сеанса 5 мин., площади электродов 17,5 × 21,5 см и расстоянии между ними в 25 см).

Опытные животные переносили указанное воздействие УВЧ сравнительно спокойно, не обнаруживая ни падения в весе, ни других заметных изменений в своем состоянии и поведении.

Результаты воздействия УВЧ иллюстрируются табл. 3.

Таблица 3

Дата (1935 г.)	Вес мышей в г	Суточное ко- личество моче- вины в г	Хло- риды г	$\frac{U_{r+}}{NaCl}$	Общий азот на 1 кг веса в г	Азот моче- вины на 1 кг веса в г	$\frac{N_{U_{r+}}}{N_t}$	Примечание
Май								Предварительные опыты
26	112,5	0,29	0,10	2,9	1,95	1,20	0,61	
29	113,0	0,31	0,12	2,6	1,84	1,28	0,70	
Июнь								
2	114,0	0,30	0,09	3,3	2,02	1,22	0,61	
3	113,5	0,31	0,11	2,8	1,90	1,27	0,67	
5	115,0	0,31	0,13	2,4	1,73	1,25	0,72	
7	117,0	0,28	0,12	2,3	1,80	1,11	0,62	
В среднем		0,30	0,11	2,7	1,87	1,22	0,66	
Июнь								
8	116,5	0,23	0,10	2,3	1,68	0,92	0,55	
9	114,0	0,19	—	—	1,36	0,77	0,57	
10	112,0	0,18	0,09	2,0	1,25	0,75	0,60	
11	113,0	0,21	0,08	2,6	1,48	0,86	0,58	
13	111,0	0,17	0,07	2,4	1,13	0,71	0,63	
15	114,0	0,22	0,09	2,4	1,49	0,90	0,60	
В среднем		0,20	0,09	2,3	1,40	0,82	0,59	

Как видно из табл. 3, при воздействии вышеуказанной дозой УВЧ в содержании общего азота мочи и азота мочевины на 1 кг веса животного обнаружили заметные изменения в сторону уменьшения, что сопровождалось падением величины коэффициента Робена.

То же отмечено и в отношении коэффициента С а л ь к о в с к о г о в связи с наблюдавшимся уменьшением содержания мочевины и хлоридов в суточном количестве мочи у опытных животных (рис. 143).

В IV серии опытов мыши подвергались воздействию электрического поля УВЧ при частоте 120 мгHz, силе тока в измерительном контуре 0,1 А и прочих условиях, равных с предыдущими опытами. При данном воздействии после 2-го сеанса у опытных животных стало наблюдаться понижение аппетита, подавленное состояние и в конечном итоге потеря в весе. Ожогов, некроза, отечности у облучавшихся мышей не было замечено. Указанная дозировка УВЧ вызвала у опытных животных IV серии значительные сдвиги в азотистом обмене и в суточном выделении мочой хлоридов и мочевины (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Дата 1935 г.	Вес мышей в г	Суточное ко- личество мо- чевины в г	Хло- риды г	$\frac{Ur^+}{NaCl}$	Общий азот на 1 кг веса в г	Азот моче- вины на 1 кг веса в г	$\frac{N_{Ur^+}}{N_t}$	Примечание
Май								
26	113,5	0,29	0,10	2,9	1,90	1,21	0,64	Предваритель- ные опыты
28	114,0	0,30	0,11	2,7	1,84	1,22	0,66	
Июнь								
1	107,0	0,26	0,13	2,0	1,68	1,17	0,69	Воздействие УВЧ
3	108,0	0,23	0,09	2,5	1,70	1,04	0,61	
5	105,0	0,24	0,07	3,4	1,77	1,06	0,60	
8	104,0	0,14	0,07	2,0	1,08	0,64	0,60	
10	106,0	0,17	0,08	2,1	1,35	0,75	0,56	
13	102,0	0,16	0,10	1,6	1,17	0,73	0,62	
17	107,0	0,16	0,08	2,0	1,24	0,73	0,59	
19	105,0	0,14	0,09	1,6	1,14	0,63	0,56	

Воздействие УВЧ, применявшееся в IV серии опытов, как видно из табл. 4, сопровождалось у опытных животных уменьшением как общего азота, так и мочевины и хлоридов в суточном количестве мочи; уменьшение указанных ингредиентов вызвало также падение величины коэффициентов Р о б е н а и С а л ь к о в с к о г о (рис. 144).

Рассматривая результаты опытов представленных четырех серий, мы можем отметить характерный для всех случаев факт угнетения обмена веществ у мышей под влиянием применявшихся нами доз УВЧ.

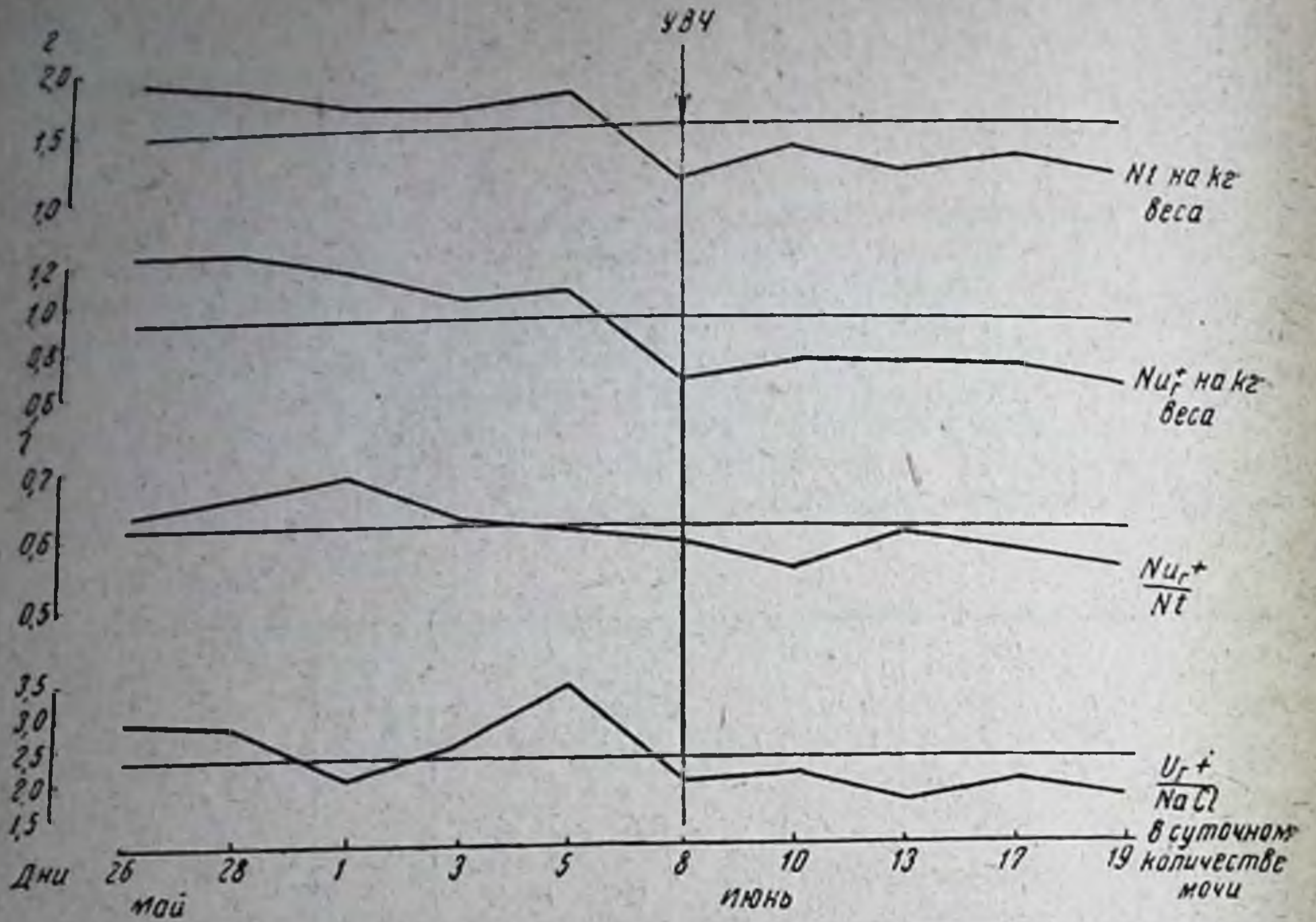


Рис. 143: Изменение состава мочи при воздействии УВЧ (частота 75 мегагерц при 0,1 А).

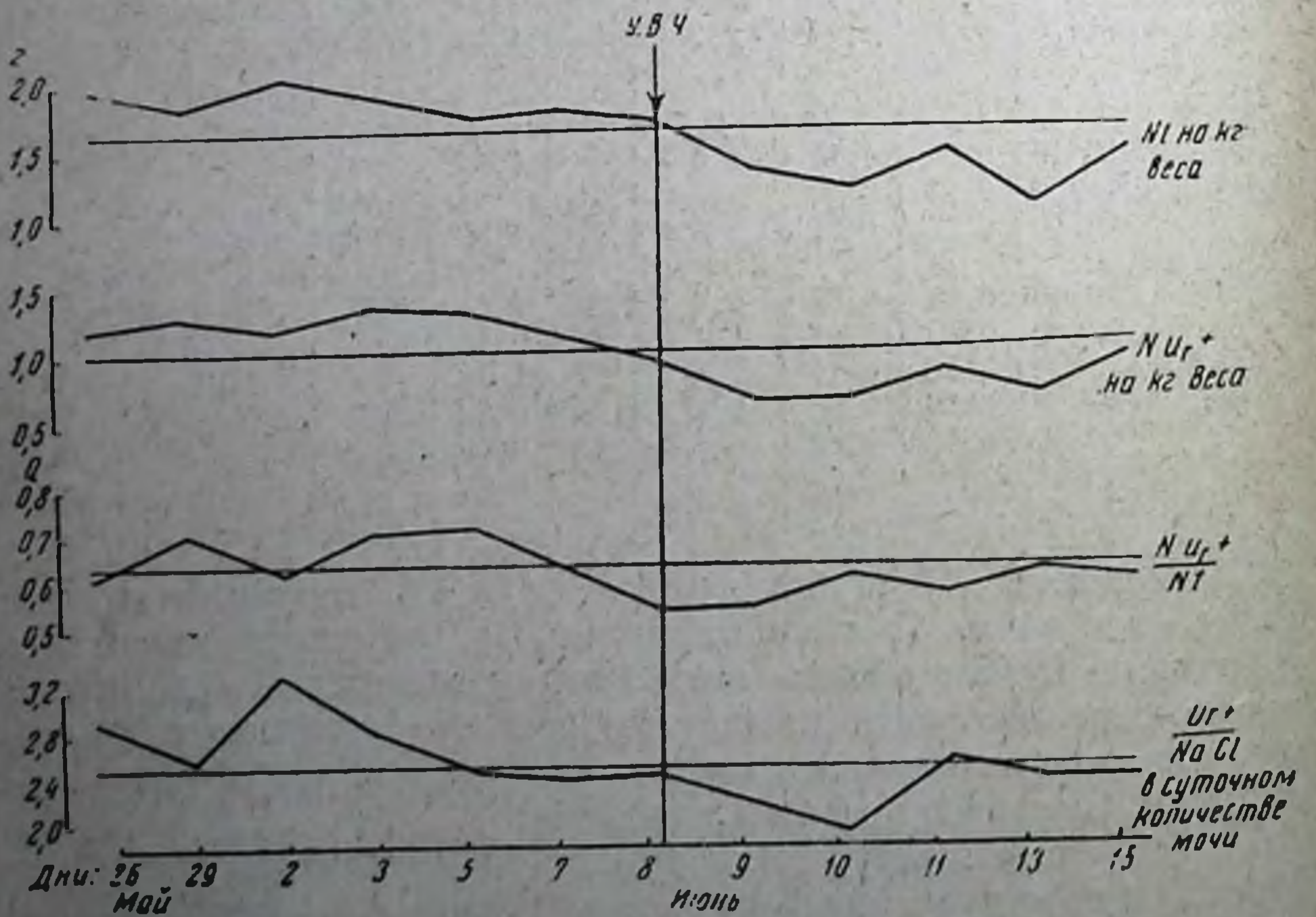


Рис. 144. Изменение состава мочи при воздействии УВЧ (частота 120 мегагерц при 0,1 А).

У опытных мышей при воздействии электрического поля УВЧ различной частоты (37,5, 75 и 120 мгHz), при силе тока в измерительном контуре 0,1 А, продолжительности сеанса 5 минут, площади электродов-пластин $17,5 \times 21,5$ см и расстоянии между ними в 25 см мы имели возможность констатировать уменьшение количества мочевины, хлоридов и общего азота в моче. Одновременно отмечалось падение величины коэффициентов Робена и Сальковского, говорящее о понижении окисления белков, задержке тканевого распада и падении мочевинообразовательной функции печени.

Подтверждается, таким образом, положение, что у каждого вида животного при определенном воздействии УВЧ (в наших случаях—для мышей при вышеуказанных дозах) может наступить ослабление азотистого катаболизма с заметным понижением окислительных процессов. Считается установленным, что при таких сравнительно сильных дозах УВЧ происходит смещение кислотно-щелочных отношений в кислую сторону [Надсон и Шейбл (Knudson a. Schaible)] и понижение дыхательной функции гемоглобина. По Перкинсу (Perkins), после воздействия УВЧ венозная кровь становится более богатой кислородом, чем артериальная. При сравнительно сильных дозах УВЧ нами обнаружено у опытных животных пониженное поглощение кислорода, определенное нарушение фосфорного обмена за счет распада органических фосфорсодержащих соединений. Р. Е. Братковским также установлено, что при сильных воздействиях УВЧ происходит уменьшение общего азота мочи и заметное понижение окислительного коэффициента мочи.

Этот коэффициент, основанный на точном определении количества дефицитного кислорода (vakat-O_2), потребного для полного окисления недоокисленных продуктов мочи, является в наших условиях наиболее показательным. В самом деле, из азотистых веществ вполне окисленным продуктом мочи является мочевина; другие же азотистые продукты (креатин, креатинин, мочева и органические кислоты) недостаточно используются организмом и для окончательного своего окисления требуют соответствующего количества кислорода. Чем интенсивнее протекают окислительные процессы в организме, тем меньше выделяется мочой недоокисленных продуктов азотистого обмена.

Отсюда установленное нами уменьшение количества мочевины—продукта наиболее полного окисления белковых веществ при вышеуказанных дозах УВЧ—подтверждает снижение окислительных процессов в организме у наших опытных животных.

Как известно, уменьшение количества мочевины в моче является следствием повышенного образования кислот в организме.

При ацидозе уменьшение количества мочевины происходит за счет увеличения количества других азотсодержащих соединений мочи; в этих случаях часть аммиака связывается с кислотами и выводится с мочой, увеличивая количество аммиачного азота, азот же мочевины падает. С другой стороны, уменьшение количества мочевины получается при тех или иных поражениях печени как результат ослабления или временного выпадения мочевинообразовательной ее функции. И то и другое может иметь место под влиянием УВЧ (сравнительно сильной дозы). Наряду с развивающимся в организме резким ацидозом при сильном воздействии УВЧ может вызываться и понижение мочевинообразовательной функции печени. Нами установлено совместно с проф. П. П. Астанинным и М. А. Усиевичем, что при сильной дозе УВЧ получается торможение нервно-мышечного аппарата, ведающего процессом желчевыделения. То же доказано и Супоницкой, исследовавшей содержание гликогена в печени мышей, подвергавшихся воздействию УВЧ: во всех опытах наблюдалось значительное уменьшение гликогена, доходившее до 50—70%. Избирательное действие УВЧ с наиболее сильным прогреванием печени по сравнению с другими органами тела доказано рядом авторов [Шлиппхаке (Schliephake), Зайдман и Кахен (Saidmann et Cahen), Славский, Шмидт, Бурназ и др.)].

Механизм действия на организм ультравысокой электрической частоты далек еще от своего разрешения. Считают, что она обладает специфическим действием. Всеобщим признанием пользуются исключительные и своеобразные термические эффекты УВЧ: избирательность, глубина и гомогенность прогрева определенных органов и тканей. Термическому фактору УВЧ посвящен не один десяток работ. Заслуживает особого внимания сравнительное изучение результатов прогревания в условиях УВЧ и с помощью других тепловых факторов. Кристи и Лумис (Christie a. Loomis) повышали для сравнения температуру мышей при помощи горячих ванн и токов ультравысокой частоты, причем замечали самое большое сходство между наблюдаемыми явлениями. С этой точки зрения любопытны результаты, полученные рядом авторов по изучению влияния высокой внешней температуры на обмен веществ в животном организме. Результаты оказались в известной мере идентичными полученным нами данными. Миттельштедт и Новиковская находили, что перегревание организма вызывает снижение выделяемого азота мочи, причем резко падает выделение азота мочевины. При этом нарушается также мочевинообразовательная функция печени в сторону ее снижения. Падение выделяемого количества общего азота и азота мочевины наблюдалось на следующий же день после воздействия высокой внешней темпера-

туры. При этих же условиях было установлено у животных, как следствие перегревания, понижение расхода энергии, выражающееся пониженным потреблением кислорода. Ф. А. Свердлова (из лаборатории обмена веществ отдела физиологии человека ВИЭМ) сообщила на XV Международном физиологическом конгрессе, что при перегревании организма азот мочевины также резко падает.

Аналогичные результаты, полученные нами при воздействии УВЧ (сравнительно сильной дозы), создают предположение, что и в наших случаях имеет место перегревание организма. Не исключается и специфическое действие УВЧ.

Выводы

Воздействие УВЧ различной частоты (37,5, 75 и 120 mcHz) при силе тока в измерительном контуре 0,1 и 0,2 А, продолжительности сеанса 5 минут, площади пластин $17,5 \times 21,5$ см и расстоянии между ними в 25 см вызывает у опытных мышей уменьшение количества мочевины, хлоридов и общего азота мочи.

Уменьшение указанных ингредиентов мочи давало падение коэффициентов Робена и Сальковского, что говорит за понижение окисления белков и задержку тканевого распада под влиянием УВЧ указанных доз.

Мочевинообразовательная функция печени при воздействии сравнительно сильной дозы УВЧ падает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Knudson and Schaible, Arch. of Pathol., № 5, 1931.—
2. Perkins, Neu-Engl. Mediz., 205, 374, 1931.—3. Bratkowsky, Zeitschr. f. d. g. Phys. Ther., Bd. 41, H. 3, 1931.—4. Schliephake, Berichte d. ges. Pathol., 48, 1929; Zeitschr. f. d. g. exper. Med., 1929; Klin. Woch., № 18, 1932.—5. Saidman et Cahen, цит. по Славскому, Шмидту, Бурназу, Бюллетень Сеченовского института, № 6—7, 1933.—
6. Christie and Loomis, цит. по Biancani, Rev. d' Actinologie et de Physiothérapie, № 2, 1932.—7. Миттельштедт и Новиковская, Труды Ин-та по изучению проф. бол. им. В. А. Обуха, 1934.—
8. Свердлова, Труды XV Международного физиологического конгресса, 1935.—9. Астанин П. П., см. этот сборник.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА РОСТ ДРОЖЖЕВОЙ КУЛЬТУРЫ¹

К. П. Г о л ы ш е в а

Одним из весьма важных для клиники фактов, отмеченных при изучении биодействия УВЧ, является описанное многими авторами [Ш л и п х а к е (Schliephake), Л и б э з н и (Liebesny), Ш и м а н о в с к и й (Szymanowsky), Ф а б и а н и Г р э м (Fabian a. Graham)] бактерицидное действие этого агента.

К сожалению, в большинстве всех этих работ мало обращалось внимания на такие общие всем примерам биодействия УВЧ особенности, как специфичность, селективность и фазность действия; эти моменты хотя и находили себе место во внимании экспериментаторов, но в части бактерицидного действия УВЧ о них сообщается как бы попутно. Вместе с тем такой вопрос, как ф а з н о с т ь действия, т. е. возможность применением воздействий УВЧ разной интенсивности (при одной и той же частоте) получать качественно разные эффекты, должен иметь для клиники, особенно в условиях современной плохой дозиметрии этого агента, существеннейшее значение.

Для решения таких вопросов в отношении микроорганизмов следует пользоваться всегда штаммами простыми, неособенно притязательными и главное—многолетне прослеженными и статистически хорошо изученными. Поэтому мы остановились в наших опытах на дрожжевом штамме «Мускат», с которым я в свое время в течение нескольких лет работала в лаборатории проф. А. Г. Г у р в и ч а, где, как известно, дрожжевая культура используется как наиболее удобный биодетектор.

Методика

Облучение дрожжевых клеток производилось в жидкой среде (сусло) в виде взвеси. В 15 см³ пробирки предварительно разливалось сусло по 1—2 см³. Перед самым облучением пробирка с дрожжевой культурой вы-

¹ Из физико-физиологического отделения (зав.—проф. П. С. К у п а л о в) отдела колебательной физики ВИЭМ.

нималась из термостата (температура термостата 28—30°C) и тщательно взбалтывалась; затем по 0,3 см³ этой взболтанной взвеси микрошпигеткой прибавлялось в заранее наполненные сусликом пробирки.

Одна часть пробирок помещалась в поле, а другая служила контролем, т. е. нагревалась в водяной бане до той же самой общей температуры, до которой нагревалось содержимое опытных пробирок в поле УВЧ. Контрольные пробирки всегда находились в другой комнате, вдали от генератора.

В первой серии опытов мы использовали частоту в 52 мегагерца, во второй серии—частоту в 50 мегагерц. В обеих сериях опытов переменной величиной было только время экспозиции; подаваемая мощность как в первом, так и во втором случаях осталась постоянной (1,8 kW), а вторичный контур настраивался в резонанс¹.

После облучения все пробирки—опытные и контрольные—ставились в термостат на 4—6 часов (при температуре 27—30°C; остальное время суток пробирки находились при температуре 16—17°C. Через сутки дрожжевая культура, как опытная, так и контрольная, убивалась прибавлением 0,3 см³ N/10 раствором H₂SO₄; затем разница в росте опытной дрожжевой культуры и контрольной подсчитывалась двумя испытанными и широко применяющимися в лаборатории проф. Гурвича способами—Брайнеса (с мицетокритами) и методом нефелометрии. Первая серия опытов (150 опытов) с дрожжевой культурой была поставлена при частоте в 52 мегагерца. Время экспозиции менялось от 1 до 30 мин. Штатив с пробирками, содержащими дрожжевую культуру, помещался строго в центре поля. Результаты первой серии опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты воздействия УВЧ на рост облученной дрожжевой культуры при постоянной частоте в 52 мегагерца и переменном времени экспозиции; эффект выражен в процентах по отношению к необлученной культуре

Экспозиция в минутах										
1	2	4	6	7 ^{1/2}	10	12 ^{1/2}	15	20	25	30
Общая температура содержимого облученной пробирки к концу облучения (С)										
20°	24°	28°	32°	40°	45°	45°	5—50°	50—55°	50—58°	70—80°
+2	+6	+20	+10	+30	+41	-10	-16	-18	-80) Нет роста
+2	+8	+4	+11	+28	+43	-12	-18	-40	-79	
+1	+7	+3	+14	+25	+37	-12	-19	-37	-60	
0 ²	+4	+6	+12	+25	+27	-14	-20	-41	-80	
+2	+3	+7	+11	+23	+21	-12	-31	-36	-81	
0	+1	+9	+14	+29	+21	-11	-43	-35	-90	
+1	+2	+10	+15	+14	+24	0	-33	-50	-75	
+2	+5	+10	+17	+15	+15	-13	-12	-51	-79	
+1	+6	+9	+10	+27	+40	-14	-21	-53	-73	
+2	—	+10	+19	+18	+41	-16	-20	-60	-98	
0	—	—	+16	+11	+23	-18	-17	-73	-93	
			—	—	—	-19	-20	-70	-91	

Из приведенной таблицы ясно видно, что значительный перевес роста в пользу облученной дрожжевой культуры наступает

¹ Величина пластин везде 15×25 см, расстояние между ними—10 см; колебания везде незатухающие.

² Нуль означает, что рост дрожжевой культуры после воздействия ничем не отличается от роста контрольной культуры.

в результате 4—10-минутного облучения. В то время как культура, облученная в течение 1—2 мин., дает едва заметную стимуляцию роста, которую можно считать еще в пределах методической ошибки¹, культура, облученная от 4 до 10 мин., дает стимуляцию роста, выражающуюся в 15—43% прироста по сравнению с нормальной (необлученной культурой). Начиная с экспозиции в 12½ мин., наступает заметное угнетение (отставание) в росте, при более длительных воздействиях возрастающее все больше.

Вышеописанные данные заставляют предполагать прямое разрушение некоторой части взвешенной в сусле культуры при длительном пребывании ее в поле. Действительно, нам под микроскопом удавалось рассмотреть, что известное количество дрожжевых клеток в поле зрения представляется совершенно разрушенным, видоизмененным, наряду с чем встречались, однако, и клетки почти нормальные.

Результаты температурного воздействия (водяная баня) на рост той же дрожжевой культуры представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты роста дрожжевой культуры после помещения ее в водяную баню на разные сроки. Результат выражен в процентах по отношению к контролю

Время	1 мин.	2 мин.	4 мин.	6 мин.	7½ мин.	10 мин.	12½ мин.	15 мин.	25 мин.	30 мин.
Т°	20°	24°	28°	32°	40°	45°	45°	45—50°	50—58°	70—80°
	0	0	0	0	0	+2	+2	+5	+10	} Нет роста
	0	0	0	0	0	+3	+3	+1	+7	
	0	0	0	0	0	+6	+7	+2	+6	
	0	0	0	0	0	+6	+5	+9	+3	
	0	0	0	0	0	+2	+5	+4	+4	
	0	0	0	0	0	+4	+4	+2	+3	
	0	0	0	0	0	+3	+3	+3	+3	
	0	0	0	0	0	0	0	+4	+9	
	0	0	0	0	0	0	0	+5	+3	
	0	0	0	0	0	+1	+7	+5	+6	

Таблица 2 показывает, что полученные данные по росту дрожжевой культуры в водяной бане совершенно отличны от данных, приведенных в табл. 1. При сопоставлении обеих таблиц оказывается, что в течение первых 10 мин. водяная баня никак не отражается на поведении дрожжевой клетки, рост которой ничем не отличается от роста контрольной культуры и лишь Т°=70—80° совершенно останавливает рост, и в течение суток не наблюдается ни брожения, ни размножения дрожжевых клеток.

¹ Ошибка метода при способе Брайнеса от 1 до 7%.

Третья серия опытов была поставлена с той же дрожжевой культурой при частоте в 50 мегагерц; пребывание культуры в поле было взято от 1 до 90 мин. Пластинки конденсатора были уменьшены до 6×9 см; расстояние между ними сохранено в 10 см. Весь ход исследования оставался совершенно тем же, что и в I серии опытов. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты воздействия УВЧ на рост дрожжевой культуры при постоянной частоте в 50 мегагерц и переменном времени экспозиции; эффект выражен в процентах по отношению к росту контрольной культуры

Время	1 мин.	10 мин.	20 мин.	30 мин.	40 мин.	60 мин.	90 мин.
Т°	20°	29°	36°	39°	39°	40—50°	50—53°
	0	+3	+13	+30	+41	-50	} Нет роста
	-1	+3	+15	+17	+39	-52	
	-3	+7	+15	+19	+30	-49	
	0	+7	+16	+19	+21	-50	
	0	+9	+16	+30	+26	-47	
	0	+3	+17	+31	+25	-48	
	-2	+4	+19	+26	+37	-49	
	+1	+4	+20	+13	+38	-54	
	-1	+3	+6	+13	+40	-51	
	0	+2	+8	+29	+43	-60	
	-3	+6	+10	+30	—	-61	

Как видно из этой таблицы, ясное стимулирование роста дрожжевых клеток появляется на 20-й и 40-й минутах. На 60-й минуте наступает резкое угнетение роста, а абсолютное прекращение роста имеет место при облучении в течение 90 мин.

Заключение

1. УВЧ оказывает на дрожжевую культуру несомненное влияние, характер которого зависит как от интенсивности (продолжительности) воздействия, так, возможно, и от применяемой частоты.

2. Слабые дозы стимулируют, а сильные тормозят рост культуры (фазность действия).

3. Нагревание культуры в водяной бане до той же интегральной температуры, до которой она нагревается в поле УВЧ, дает количественно меньший эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schliephake E., Strahlenther., 45, 789, 1932.—2. Liebesny P., Wien. klin. Wschr., № 18, 570, 1933.—3. Szymanowsky W. & Hicks R., Journ. Inf. Dis., 50, 1, 1932.—4. Fabian F. & Graham H., Journ. Inf. Dis., 53, 76, 1933.

ДЕЙСТВИЕ ПОЛЕЙ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (УВЧ) НА НЕКОТОРЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ¹

З. А. Канунникова

Вопросу о влиянии УВЧ на живой организм посвящено значительное число работ.

Работ же, имеющих непосредственное отношение к вопросу о действии УВЧ на микроорганизмы, опубликовано сравнительно не так много, причем выводы из них далеко не тождественны. Так, Шимановскому и Хиксу (Szymanowski a. Hicks), работавшим со стрептококками, стафилококками, *B. diphteriae* и *B. coli*, удалось установить при последующих после облучения пересевах некоторую задержку в росте только в опытах со стрептококками, причем морфологические изменения авторами не наблюдались. Условия в этих опытах были следующие: длина волны 1,9—3,7 м; напряжение на пластинах порядка 200—230 V. Бульонная культура помещалась в поле на 18 часов с тремя перерывами. Общая температура среды и культуры не превышала 37°C.

В опытах же с другими микроорганизмами Шимановский и Хикс или совсем не наблюдали никакого эффекта от облучения, или последний затемнялся термическим фактором, действующим одновременно на объект.

Противоположные указания мы находим в статье Фабiana и Грэма (Fabian a. Graham), которые получили после 3-часового облучения культур *B. coli* стимуляцию роста микроорганизмов на 300%. Температура опыта при этом была 19°C (опыты производились с охлаждением). В других опытах этими авторами был обнаружен летальный эффект для *B. coli*, но эти опыты не дают ясной картины, так как температурный фактор не был точно учтен. В опытах Шлипхаке (Schliephake)

¹ Из физико-физиол. отд. (зав.—проф. П. С. Купалов) и отдела общей микробиологии (зав.—проф. Б. Л. Исаченко) ВИЭМ.

стафилококки погибали после часового воздействия УВЧ; туберкулезная палочка после получасового пребывания в поле начинала отставать в своем развитии от контрольной: контрольная культура выростала на 6-й день, а облученная—лишь на 18—20-й. Хаазе и Шлипхаке (Haase u. Schliephake), работая с патогенными микробами, нашли, что при длине волны в 100 м, силе тока в 1 А и температуре 45°C облучение в течение 60 мин. действует смертельно на *Bac. tbc.* Контрольные культуры при той же температуре развились на 8-й день. В то же время облучение при длине волны в 35 и 98 м не оказывает, по Хаазе и Шлипхаке, вредного влияния. Своими опытами авторы устанавливают, что не всякая частота одинаково действует на микроорганизмы. Точно к такому же выводу пришли Либэзни и Вертхейм (Liebesny u. Wertheim). Они могли констатировать, что стафилококки, стрептококки, бактерии и кокки *in vitro* задерживаются в своем росте в результате воздействия УВЧ при $\lambda=15$ м, тогда как ряд патогенных бактерий, дрожжи, актиномицеты и грибки стимулируются в своем росте той же частотой.

В работе Либэзни описываются наблюдения над очень многими микроорганизмами при длине волны в 4 и 15 м, причем обращалось внимание на возможность изменения рН среды, буферности и т. п. Интересно, что на бактерии из одной и той же группы, например, из группы *Acrobacter*, волны в 15 м оказывают задерживающее действие (*B. ruosyanum*) и на *B. coli* и *septicaemiae haemorrhagicae* эта частота не влияет. В этом сказывается селективность действия УВЧ вследствие индивидуальных особенностей организмов. Морфологические изменения выражаются в появлении длинных палочек, разбухании их. У *B. prodigiosum* при подавлении роста наблюдалось усиление пигментообразования, а у *B. brunum* при неизменном росте—подавление пигментообразования. У *Togula nigra* при длине волны $\lambda=4$ м наблюдается усиление роста и подавление пигментообразования и усиление того и другого при длине волны $\lambda=15$ м. Таким образом, выводы, полученные при изучении одного вида, нельзя распространять на другие, близкие ему виды. Интересно, что у больного *Actin. hominis* длина волны $\lambda=15$ м ухудшила процесс, а длина волны, равная 4 м, прекратила его. Все эти наблюдения показывают, как осторожно надо подходить при использовании УВЧ для тех или иных целей.

Голышева могла установить фазное действие УВЧ при $\lambda=6$ м на дрожжевую культуру (стимуляция роста слабыми дозами, торможение его сильными), причем воздействие при той же температуре нейтральным теплом (водяная баня) давало количественно меньший эффект.

Лентце (Lentze), работающий с частотами порядка 10^8 — $66,6 \cdot 10^6$ Hz, не мог подметить никакого иного действия на бактериальные культуры, кроме теплового.

Наши опыты с УВЧ, начатые по заданию проф. Б. Л. Исаченко в 1934 г., были поставлены с дрожжами (*Saccharomyces cerevisiae*) и спороносной палочкой *Bac. mycoides*. Опыты производились при содействии сотрудников и на установках физико-биологического отдела.

Методика

Опыты производились по следующей методике. Пробирки с питательной средой¹ засеивались одинаковым количеством (петлей) суспензии молодой 2-дневной культуры и тотчас затем подвергались действию УВЧ. Частота в наших опытах была 50 мегагерц, сила тока в измерительном контуре — 1 А. Время облучения варьировало от 5 до 120 мин. Общая температура культуры во время облучения колебалась от 25 до 38°C в зависимости от продолжительности воздействия. Контрольные пробирки, не подвергавшиеся облучению, ставились в водяную баню, температура которой была равна температуре облученной пробирки. Тотчас же после облучения дрожжи подвергались микроскопическому наблюдению, а затем производились посевы в чашки Петри для подсчета через 24 часа числа развивавшихся колоний. Подсчет количества клеток в 1 см^2 производился по методу Королева для сравнения прироста через 24 и 48 часов.

Для выявления интенсивности брожения, определяемой по количеству выделенной CO_2 , делались посевы в колбы, снабженные затворами Мейсля со 100 см^3 суслу (посев производился пипеткой по $0,5 \text{ см}^3$ в каждую колбу).

Затем производился посев дрожжей на солодовый агар в чашки Петри для получения гигантских колоний.

Как показали наши эксперименты, наибольшее количество клеток наблюдается как через 24 часа, так и через 48 часов в культурах, облученных в течение 5 и 40 мин., а наименьшее количество — в культурах, облученных в течение 90 мин.

Подсчет количества колоний в чашках Петри также показал, что наилучший рост колоний был в культурах при 40-минутном облучении и наименьший — при 90-минутном облучении.

Наблюдения за колбами, поставленными на интенсивность брожения, показали, что брожение раньше всех начинается в контрольных колбах; количество выделенной CO_2 в этих колбах всегда больше, чем в облученных (см. табл. 1).

Из приведенных данных можно сделать заключение, что при указанных нами условиях УВЧ стимулирует рост дрожжей при сеансах, продолжающихся до 60 мин. Более продолжительное облучение действует уже угнетающе.

Максимум роста наблюдался при облучении в течение 40 мин. Бродильная способность облученных дрожжей слабее контрольных.

¹ Содовое сусло + 1% глюкозы.

Таблица 1

Количество выделенной CO_2 в миллиграммах

	Через:				Общее количество	Процент
	1 час.	72 часа	96 часов	120 часов		
Контроль	1,6	1,92	2,08	2,13	7,73	100
5 мин. облучен.	1,4	1,72	1,89	2,49	7,50	97
40 » »	1,43	1,82	1,99	2,02	7,26	93
60 » »	1,45	1,80	1,95	2,00	7,20	93
90 » »	1,37	1,82	2,01	2,05	7,25	93
120 » »	0,06	0,27	1,00	1,51	3,84	49

Стимулирующим действием УВЧ очень хорошо объясняется усиленный рост гигантских колоний на солодовом агаре (рис. 145).



Рис. 145. Контроль, 25 мин. облучения, 40 мин. облучения и 60 мин. облучения.

Микроскопическое наблюдение живых (по методу висячей капли) и окрашенных дрожжей дало следующую картину: препараты дрожжей из пробирок контрольных и облученных в течение 5 мин. показывали (рис. 146 и 147) нормальные, почкующиеся клетки, которые после фиксации хорошо красятся метиленовой синью.

Препараты из пробирок, облученных 40 и 60 мин., также показывают нормальные почкующиеся клетки (рис. 148), но кроме них попадаются и одиночные, сильно увеличившиеся, или, наоборот, мелкие клетки. Попадают также клетки или с хорошо выраженной зернистостью, или с лопнувшей оболочкой, или с вакуолью, заполняющей всю клетку. При окрашивании препаратов сильно увеличенные клетки окрашивались очень слабо. Таким образом, морфологические изменения сказываются в появлении отдельных разрушающихся клеток.

Препараты из пробирок, облученных в течение 90—120 мин., дают еще более выраженную картину гибели клеток. В препаратах нормальных клеток находится уже меньше, чем изменившихся (рис. 149 и 150).

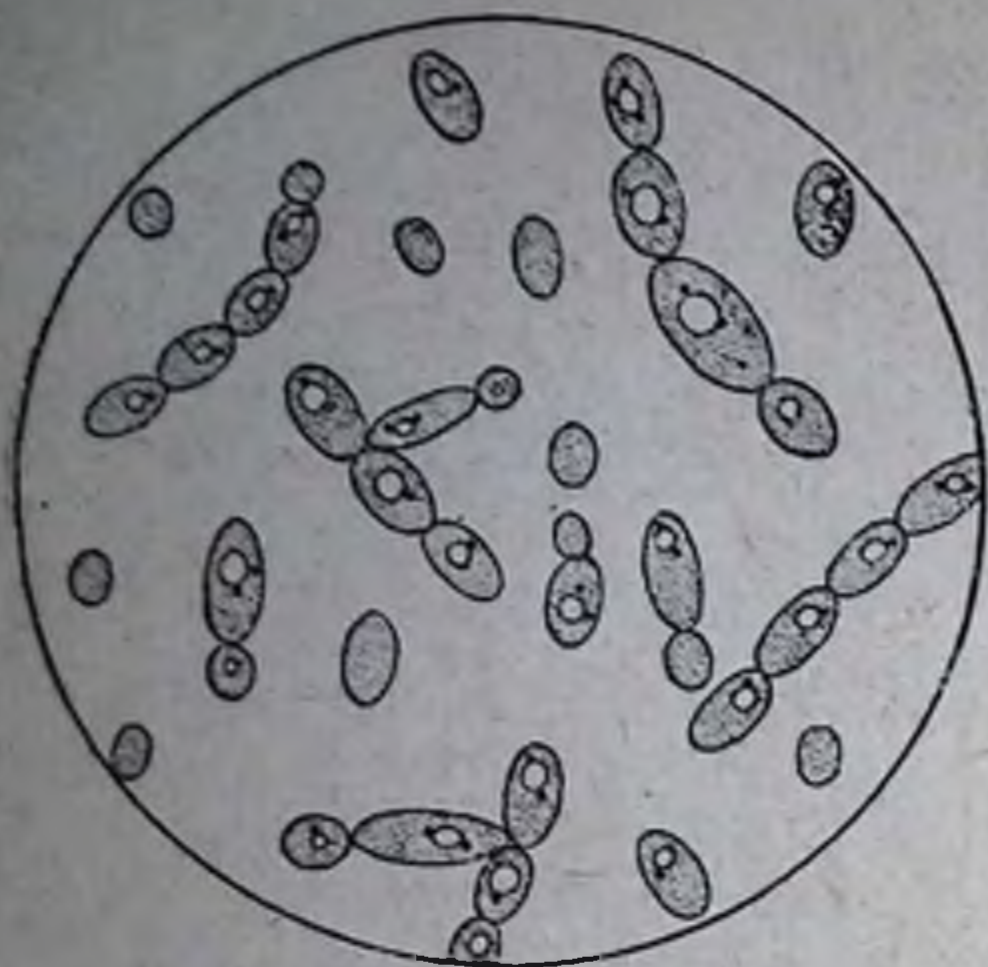


Рис. 146. Дрожжи. Контроль.

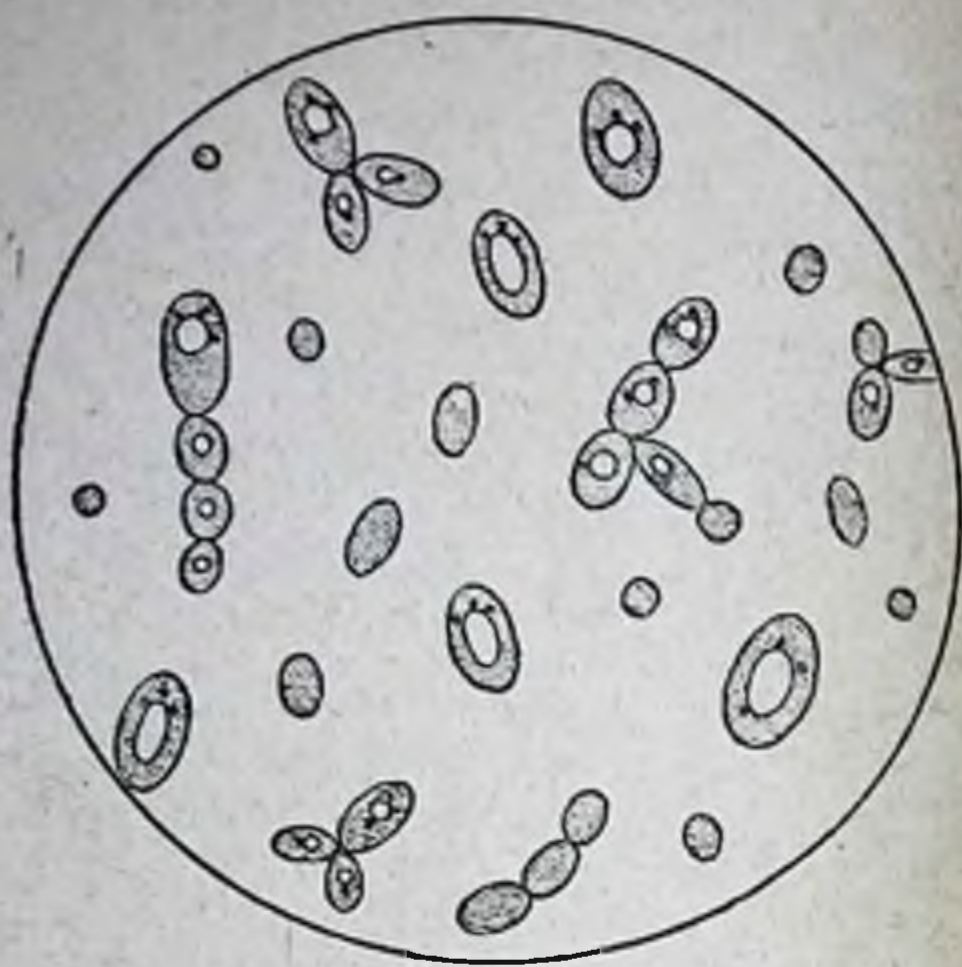


Рис. 147. Дрожжи. Облучение в течение 5 мин.

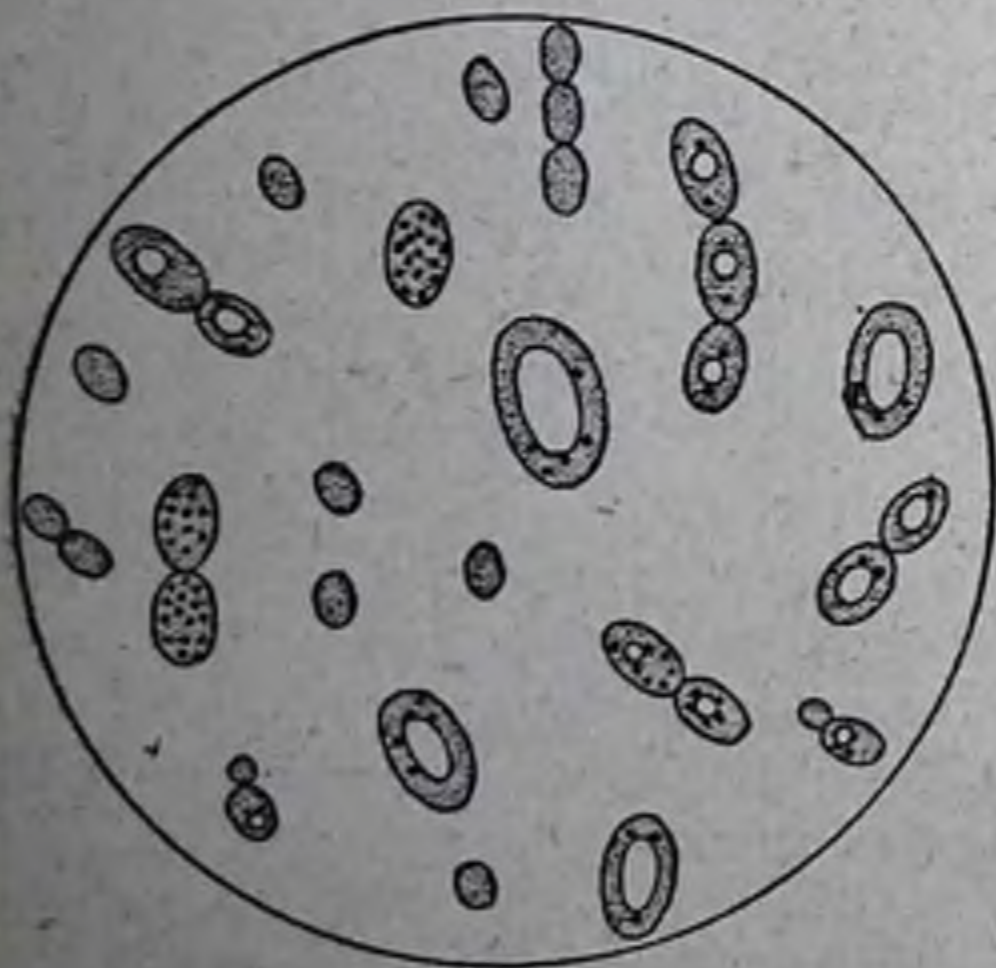


Рис. 148. Дрожжи. Облучение в течение 40 мин.



Рис. 149. Дрожжи. Облучение в течение 90 мин.

Попадаются больше сильно увеличенные клетки, с большой зернистостью, клетки с большими вакуолями, и чаще наблюдается распад отдельных клеток. При просмотре этих же культур через 3—4 дня картина во всех препаратах как бы выравнивается, возвращаясь к норме. Появляется много молодых почкующихся клеток. Пересевы из облученных культур на косой агар дали рост во всех пробирках, совершенно не отличающийся от контрольных культур. Таким образом, можно было считать,



Рис. 150. Дрожжи. Облучение в течение 120 мин.

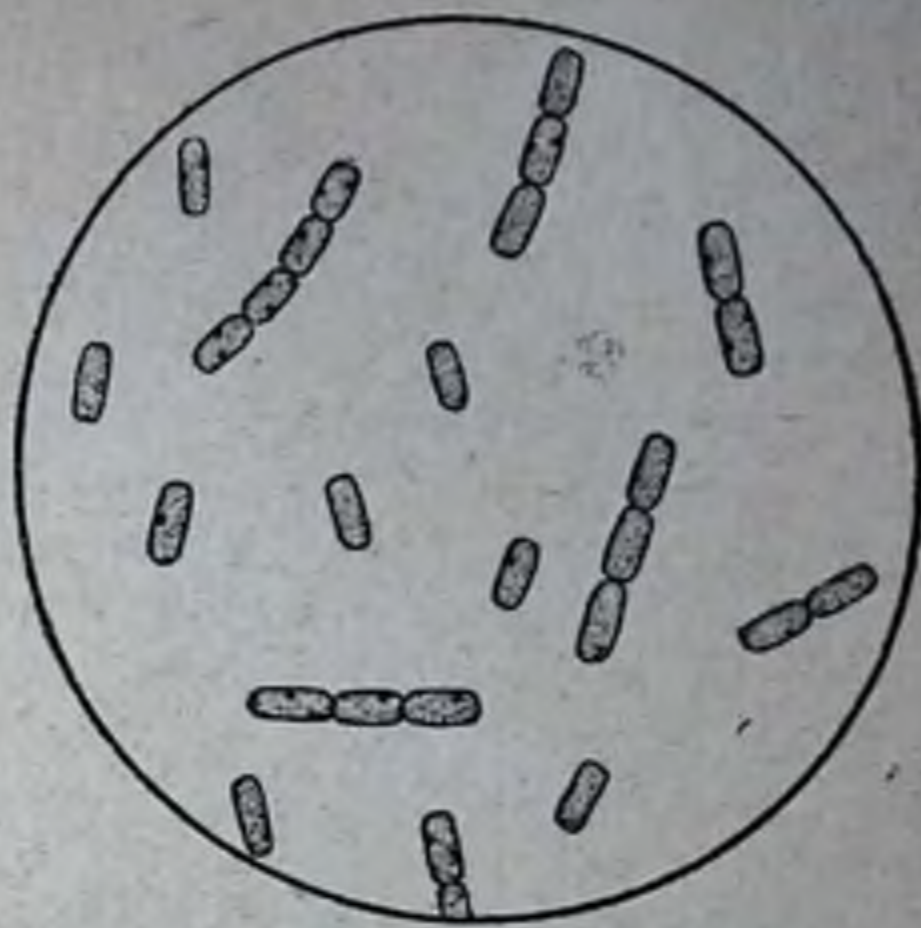


Рис. 151. *Bac. mycoides*. Контроль и облучение в течение 30 мин.



Рис. 152. *Bac. mycoides*. Облучение в течение 90 мин.



Рис. 153. *Bac. mycoides*. Облучение в течение 120 мин.

что облучение в течение 90 мин. на росте клеток не отразилось, тогда как пересевы из пробирок, облученных 120 мин., показали некоторую задержку в росте дрожжей.

Опыты с *Bac. mycoides* были поставлены так же, как и опыты с дрожжами, но посевы *Bac. mycoides* производились не в сусло, а в мясо-пептонный бульон. Действие УВЧ на *Bac. mycoides* сказалось резче, чем на дрожжах; задержка роста наблюдалась уже после 30-минутного облучения.

Количество колоний на чашках Петри через
24 часа

контроль—30 колоний;
30 мин. облуч.—19 колоний;
90 мин. облуч.—10 колоний.

После облучения культуры подвергались микроскопическому наблюдению. Микроскопическую картину препаратов (контроль и 30 мин. облучения) см. на рис. 151.

Молодые клетки расположены в цепочку или одиночно. В них заметна небольшая зернистость.

Микроскопическую картину препаратов при 90 мин. облучения см. на рис. 152. Наряду с нормальными клетками встречаются клетки с большой зернистостью и вакуолями. Часто вакуоли

наполняют всю клетку. Наблюдается недоразвитие клеток и изменение их формы. Микроскопическая картина препаратов при 120 мин. облучения показана на рис. 153.

Нормальные клетки в поле зрения микроскопа попадаются очень редко. Значительное количество клеток с большой зернистостью. Наблюдается распад клеток, вздутие их, обломки клеток, вакуоли. При вторичном микроскопическом наблюдении той же (облученной) культуры через 6—7 дней были обнаружены как в контроле, так и в облученных пробирках споры, затем молодые

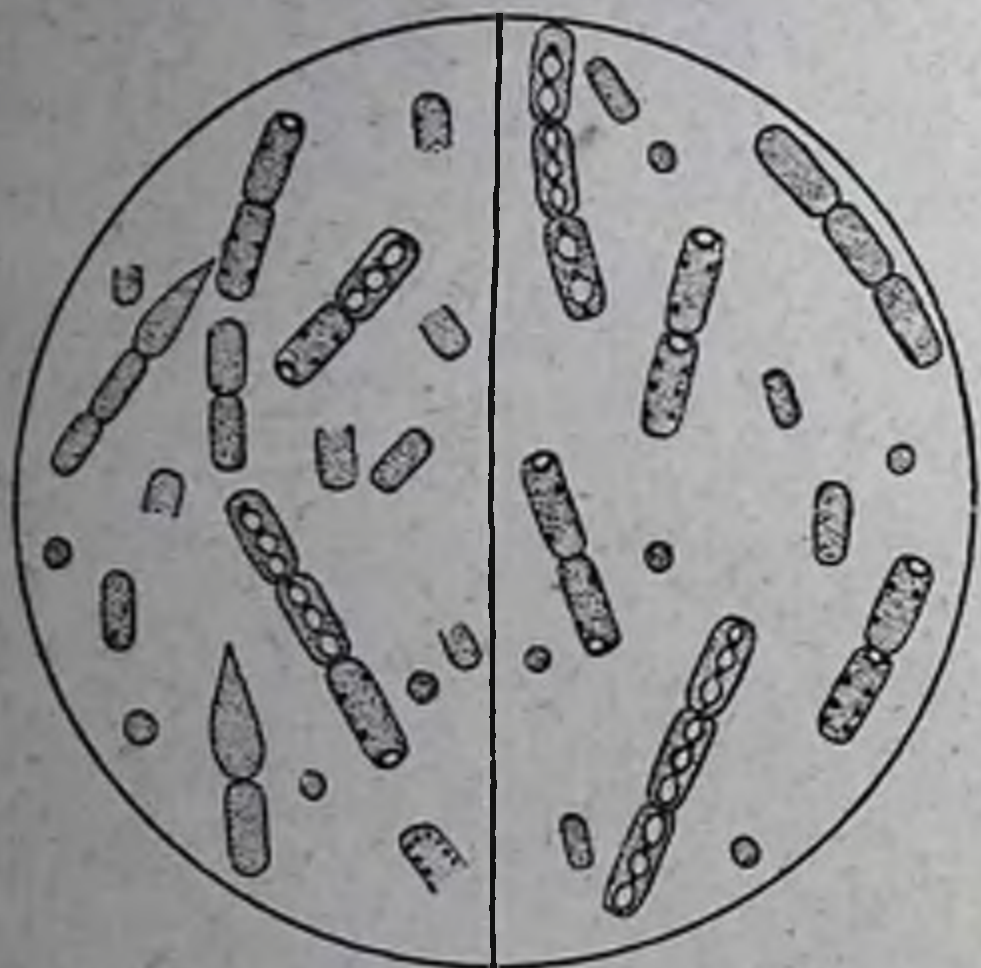


Рис. 154. *V. mycooides* через 6 дней после облучения. Слева—контроль, справа—облучение в течение 90 мин.

клетки (прорастающие споры). Молодых клеток в пробирках, облученных 120 мин., было значительно меньше, чем при 30 и 90 мин. облучения (рис. 154).

Последующие пересевы на свежие среды дали хороший рост как в контроле, так и в облученных пробирках, кроме посева из пробирок, облученных 120 мин.,—здесь наблюдалась задержка в росте.

Морфологические изменения, а также стимуляция или угнетение роста, вызванные действием УВЧ, в данных опытах были заметны, следовательно, только на клетках, непосредственно подвергавшихся облучению; в дальнейшем же картина роста выравнивается за счет появления молодых почкующихся клеток.

Таким образом, мы могли убедиться в наших опытах, что действие УВЧ на одних организмах проявляется при более

кратковременном (*Vac. tycooides*), на других (дрожжи), наоборот, при более продолжительном воздействии. Кратковременное действие УВЧ стимулирует рост микроорганизмов, а более продолжительное облучение действует угнетающе. Угнетение выражается в появлении гипертрофированных клеток, вакуолизации их и в появлении зернистости. В конце концов наступает распад клеток и гибель организма. Не все клетки одинаково поддавались воздействию УВЧ: на некоторых из них действия поля заметно не было, и, вероятно, благодаря развитию из них нового поколения нормальный рост культур после прекращения действия УВЧ восстанавливался. Стимулирующее и задерживающее действие УВЧ заметно не только на морфологии, но и росте клеток. Энергия брожения дрожжей даже при кратковременном действии УВЧ угнетается.

ЛИТЕРАТУРА

1. S z y m a n o w s k i W. and H i c k s R., Journ. Infect. Dis., 50, 1, 1932.—2. F a b i a n F. and G r a h a m H., Journ. Infect. Dis., 53, 76, 1933.—3. S c h l i e p h a k e E., Strahlenther., 45, 789, 1932.—4. H a a s e u. S c h l i e p h a k e E., Strahlenther., 40, 133, 1931.—5. L i e b e s n y P., W e r t h e i m H. u. S c h o l z H., Klin. Wschr., S. 141, 1933.—6. L e n t z e F., Ztbl. f. Bakteriologie, 126, 508, 1932.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ТУБЕРКУЛЕЗНУЮ ПАЛОЧКУ¹

К. П. Г о л ы ш е в а и М. А. Л и п н и к о в а

Среди вопросов, связанных с изучением бактерицидного действия УВЧ, влияние ее на туберкулезную палочку представляется особенно интересным, принимая во внимание большое патогенное значение этой палочки и ее резистентность по отношению к различным лечебным мероприятиям.

В этом направлении имеется небольшое количество исследований, притом достаточно противоречивых. Так, по данным Л е н ц е (Lentze) облучение туберкулезной культуры *in vitro* в поле $3\frac{1}{2}$ -и $4\frac{1}{2}$ -метровой волны при экспозиции в 20 мин. дробно в течение трех раз на жидкой среде и при температуре не выше 39°C не оказывает никакого повреждающего действия.

В противоположность этому Ш л и п х а к е (Schlierpake) отмечает значительное торможение роста микроорганизма в результате его пребывания в поле конденсатора в продолжение 30 и 45 мин. Нормально микробы растут в 6—8 суток, а рост облученной туберкулезной палочки замечается только на 18—20-й день. Этими авторами отмечена также зависимость действия УВЧ от частоты.

Приведенные материалы о действии УВЧ на туберкулезную палочку ни в какой мере не дают исчерпывающего ответа даже по основному вопросу—действует этот агент или не действует, ибо данные разноречивы. Кроме того, нас интересует состояние туберкулезной палочки под влиянием облучения ее *in vivo*. В этом направлении нам известна лишь одна работа Х а а з е и Ш л и п х а к е (Haase u. Schlierpake), показавшая, что при экспериментальном заражении свинок туберкулезом и облучении заболевших объектов продолжительность

¹ Из физико-физиолог. отдел. (зав.—проф. П. С. Купалов) и туберкулезного отделения (зав.—М. А. Линникова) сысороточно-вакцинного отдела ВИЭМ.

жизни облученных была больше, чем контролей; такой же хороший эффект авторы получили при введении культуры в коленные суставы кроликов с последующим облучением их.

I. Опыты *in vitro*

Туберкулезная культура (типа Humanus) засеивалась на мясо-пептонный глицериновый бульон и через 8 дней после засева помещалась на 60—90 мин. в поле УВЧ при частоте в 50 мегагерц.

Как видно из табл. 1, 60-минутное облучение значительно тормозит рост палочки и может даже совершенно прекратить его при относительно низких обших температурах взвеси. 90-минутное воздействие во всех случаях прекращает рост, тогда как одновременно засеянный контроль продолжает хорошо расти.

Таблица 1

Дата засева (1934 г.)	Дата облучения (1934 г.)	Подаваемая мощн. генератора в kW	Частота mgHz	Т° в среде к концу облучения	Экспозиция	Рост на 9-й день	Рост на 21-й день	Рост контроля (засев одновременно.)
20/V	28/V	1,5	50	37°	60 м.	±	+	+++
20/V	28/V	1,5	50	38°	60 »	±	+	+++
20/V	28/V	1,5	50	38°	60 »	—	—	+++
20/V	28/V	1,5	50	39°	90 »	—	—	+++
20/V	28/V	1,5	50	39°	90 »	—	—	+++

Объяснение к таблице:

± рост скудный
+ рост слабый

— отсутствие роста
+++ нормальный рост

В дальнейших опытах мы стали производить облучение туберкулезной культуры не как обычно—в поверхностной пленке, а во взвеси мясо-пептонного глицеринового бульона.

Взвесь встряхивалась и помещалась в поле конденсатора на 2 часа, а затем тотчас же производилась перевивка на твердые среды (среду Ловенста и на картофельную среду).

С этой методикой мы получили обратные результаты, а именно: на обеих средах через 13—14 дней был пышный рост культуры. Эти результаты показывают, что расположение культуры в поле не безразлично для действия последнего, что, между прочим, показал до нас на семенах бобовых еще Эттинген (Oettingen).

Для выяснения «точки приложения» действия УВЧ в наших опытах представлялось интересным выяснить, насколько аналогичное действие может быть получено путем изолированного

облучения сред, на которые затем пересевалась культура; мы брали среды яичные, богатые питательным составом (липодамп и пр.), а также среды картофельные, менее питательные. Результаты этих опытов приведены в табл. 2, 3 и 4.

Таблица 2

**Рост туберкулезной палочки на яичных средах
Ловенст (Lowenst)**

Среда облученная				Среда необлученная—контроль		
Дата облучения и засева (1934 г.)	Продолжительность облучения	Результат роста через 2 дня	Результат роста через 12 дней	Дата засева (1934 г.)	Результат роста через 2 дня	Результат роста через 12 дней
17/VI	35 мин.	+	++	18/VI	+	+++
17/VI	35 »	+	++	18/VI	Рост лупный	+++
17/VI	60 »	±	+++	18/VI	+	+++
17/VI	60 »	±	+++	18/VI	+	+++
17/VI	84 »	±	+++	18/VI	+	+++
17/VI	84 »	Рост лупный	+++	18/VI	+	+++
17/VI	84 »	»	+++	18/VI	+	+++

Из табл. 2 видно, что на 12-й день после облучения большой разницы в росте туберкулезной палочки на облученной и контрольной средах нет, в то время как через 2 дня после облучения заметно отставание в росте на облученной среде.

Интересно отметить, что на облученной среде в течение 35 мин. иногда отмечался, наоборот, даже более быстрый рост, в то время как при длительных воздействиях всегда имело место торможение.

Следующей средой, которую мы использовали в наших опытах, была среда картофельная, дающая обычно рост туберкулезной культуры через 10—12 дней после засева. На этой среде трудно выращиваются первые генерации культур, выделенных от туберкулезных больных. После облучения картофельной среды нами сразу же была засеяна туберкулезная культура (Bovin L₁), которая плохо росла на картофельной среде, так что только спустя 2—3 недели после засева удалось наблюдать едва заметный рост. При таких, казалось бы, неблагоприятных условиях роста как со стороны туберкулезной культуры, так и со стороны среды нами получены чрезвычайно интересные данные, указывающие на способность УВЧ к изменению среды в благоприятную для роста на ней туберкулезной палочки сторону. Эти данные приведены в табл. 3.

Таблица 3
Рост туберкулезной палочки на картофельной среде

Рост на среде облученной		Контроль—рост на среде необлученной	
Дата облучения и засева (1934 г.)	Результат роста через 5 дней	Дата засева (1934 г.)	Результат роста через 5 дней
27/VI	++	27/VI	+
27/VI	++	27/VI	+
27/VI	++	27/VI	+
27/VI	++	27/VI	+

Как видно из этой таблицы, рост туберкулезной культуры на облученной картофельной среде проявился гораздо быстрее и интенсивнее, чем на той же среде необлученной.

В табл. 4 приведена интенсивность роста туберкулезной палочки на жидкой облученной среде с результатами определения рН этой среды до и после облучения.

Таблица 4
Бульон с глицерином 5%

Среда облученная					Среда необлученная—контроль			
рН среды	Дата облучения и засева (1934 г.)	Продолжительность облучения	Результаты роста через 6 дней	Результаты роста через 9 дней	рН среды	Дата засева (1934 г.)	Результаты через 6 дней	Результаты через 9 дней
7,0	20/VI	30 м.	++	+++	7,1	20/VI	+	+
7,0	20/VI	30 »	++	+++	7,1	20/VI	+	+
7,0	20/VI	60 »	++	+++	7,1	20/VI	+	+
7,0	20/VI	90 »	++	+++	7,1	20/VI	+	+

Как видно из этой таблицы, рост туберкулезной палочки на облученных жидких средах идет несколько интенсивнее, чем на жидких контрольных, в то время как реакция среды почти не меняется, т. е. последний момент не может играть существенной роли в этих изменениях.

В цитированных нами работах совершенно незатронутым остался такой важный вопрос, как изменение морфологии тсв-палочки в результате ее пребывания в поле УВЧ. Поэтому мы сочли необходимым поставить серию опытов в этом направлении. При этом в мазке слабовирулентной туберкулезной культуры, облученной однократно в течение 40 мин. и окрашенной по Цилю (Ziehl), обнаружены палочки с розоватой протоплазмой, местами бледные, изредка красноватые

частью скрюченные, частью изогнутые, мелкие, темноватые, изредка синие (рис. 155). В мазке же необлученной (контроль) культуры обнаружены стройные, нежные, тонкие, ровные палочки, кислотоупорные, с резко окрашенной в красный цвет протоплазмой (рис. 156).

Палочки из культуры, облученной 2 раза по 1 часу (всего 2 часа), окрашенные по Цилю, представлялись в виде розовых теней со слабыми контурами; местами обнаруживались палочки, потерявшие совершенно свою кислотоупорность и представлявшиеся в виде синих теней или палочек с синей зернистостью; местами наблюдался полный распад палочек, или они казались толстыми, короткими, обрывистыми. Окрашенные по Граму (Gram) палочки частично представляли грам-отрицательные формы и частично в меньшей мере грам-положительные (рис. 157). В мазках из культуры, не облученной УВЧ (контроль), палочки, окрашенные по Граму, представлялись в поле зрения в виде фиолетовых палочек с фиолетовой зернистостью (рис. 158). В мазках же очень вирулентной туберкулезной культуры, облученной три раза дробно (всего в течение 3 ч. 30 м.) и затем окрашенной по Цилю, туберкулезная палочка была беспорядочно разбросанной, проявляла розоватую окраску протоплазмы в отличие от интенсивно красной контрольной культуры; местами кое-где в поле зрения наблюдались даже синие группы палочек с синими зернами. По форме своей облученные палочки здесь резко отличались от контрольных: палочки в мазках облученной культуры изогнуты, скрючены, коротки, сплошь и рядом в виде булав, с разорвавшейся оболочкой, тогда как палочки в контрольных мазках—стройные и тонкие.

II. Опыты *in vivo*

Вначале было поставлено 8 ориентировочных опытов. Очень вирулентная туберкулезная культура облучалась в поле конденсатора при подаваемой мощности в 1,8 kW в течение 40 мин. в два приема по 20 мин. Затем эта облученная культура была привита 8 свинкам подкожно по 1 петле. Для контроля 4 свинкам привита по одной петле та же, но не облученная культура. Из 8 свинок, зараженных облученной туберкулезной культурой, половина, кроме того, облучалась еще в течение 3 недель 14 раз, продолжительность сеанса от $\frac{1}{2}$ до 1 мин.

Таким образом, эта серия распадается на 3 следующих варианта: 4 свинки заражены облученной культурой и облучались; 4 свинки заражены облученной культурой и не облучались; 4 свинки заражены необлученной культурой (контроль).

О состоянии животных мы судили в течение их жизни по их весу, реакции со стороны желез, поведению и количеству съдаваемой пищи; все животные подвергались вскрытию.



Рис. 155

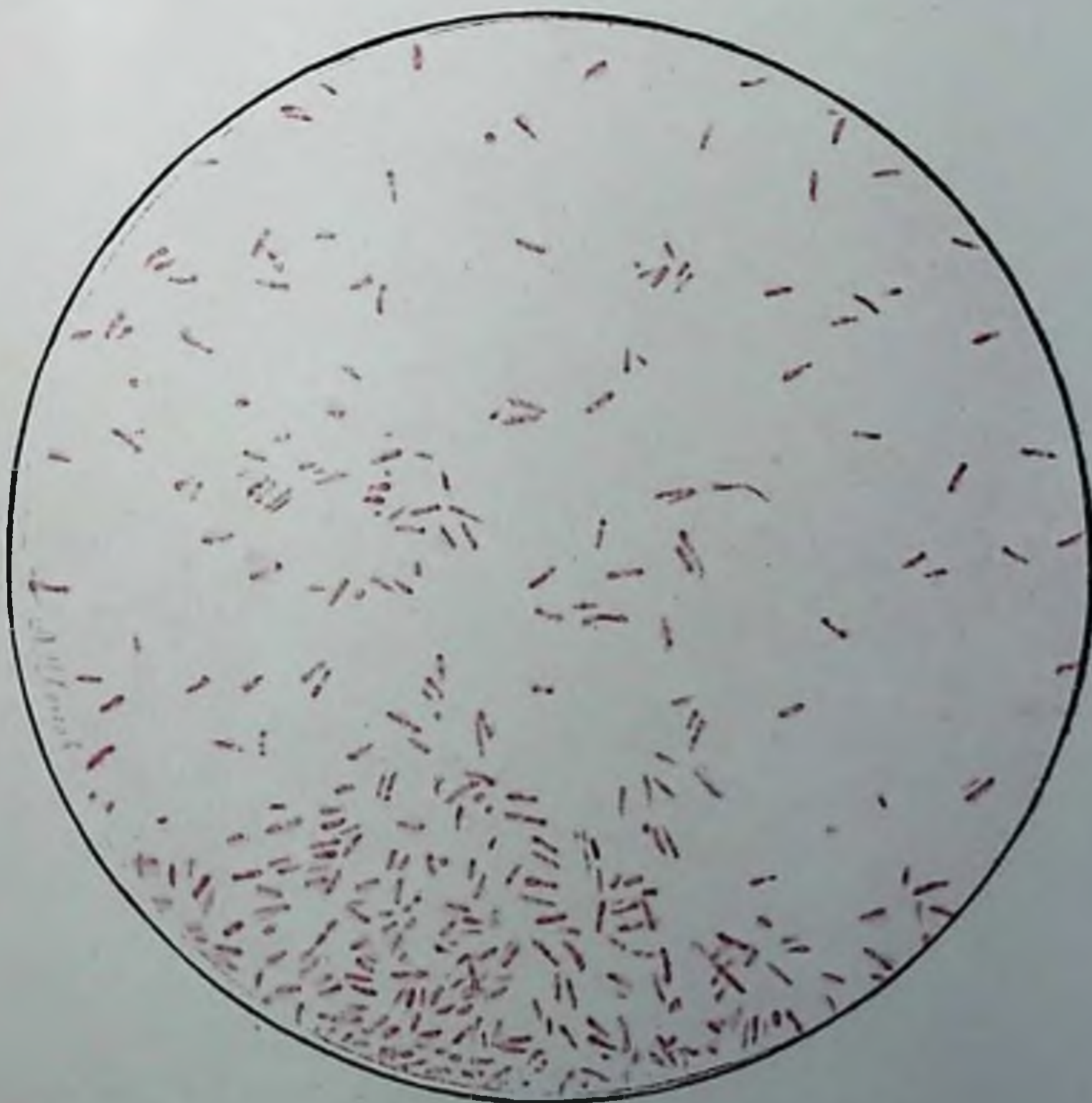


Рис. 156





Рис. 157



Рис. 158



Облученные свинки (4) отличались первое время большой живостью, прожорливостью (одинаковое количество пищи быстрее съедалось облученными свинками). Однако на 19-й день после заражения был обнаружен плотный инфильтрат на месте инокуляции у всех свинок. При этом у зараженных облученной культурой и облучаемых свинок инфильтрат был величиной с грецкий орех, у необлучаемых, но зараженных облученной туберкулезной культурой, инфильтрат был величиной с горошину. При этом было отмечено, что инфильтрат у облученных свинок инкапсулировался, а у необлученных образовался свищ с творожистым распадом тканей. У контрольных (заражены необлученной культурой и не облучались) инфильтрат прощупывался величиной с половину грецкого ореха.

Что касается продолжительности жизни животных этой серии, то она распределяется следующим образом:

1) контрольные пали к концу 1-го или началу 2-го месяца после заражения;

2) зараженные облученной культурой, но не облучавшиеся,—к началу и концу 3-го месяца;

3) зараженные облученной культурой и затем облученные—к концу 2-го месяца. Все животные пали от *tbc disseminata*.

Эти данные показывают, что действие облученной культуры значительно ослабляется УВЧ, но что облучение зараженных облученной культурой свинок оказало в нашем случае неблагоприятное действие на течение туберкулезного процесса.

Причина этой интересной закономерности для нас пока остается неясной, а вместе с тем неясным остается и вопрос, насколько этот факт имеет принципиальное значение. Наиболее вероятным предположением может являться зависимость от лимфопенического действия УВЧ (Эттинген, Андрияшев) или же от пониженной фагоцитарной способности лейкоцитов в случае, если применяемые нами дозы оказались велики [сравн. Иорнс (Jorns)].

Следующая серия опытов была поставлена с маловирулентной туберкулезной культурой «Akademika», облученной до ее введения животным. Культура на яичной среде облучалась в пробирке в течение 40 мин. однократно. Затем ею были привиты 4 свинки по 1 петле с соответствующими контролями. В результате этого варианта нам не удалось отметить какой-либо разницы в течении процесса у опытных и контрольных свинок ни по состоянию веса, ни по выживаемости животных. Смерть от туберкулеза как тех, так и других наступала через одинаковые промежутки времени. На вскрытии обнаружен рассеянный туберкулез.

Повторение тех же опытов с вирулентной туберкулезной

культурой (типа «Humanus» „3“) дало очень близкие по своему течению к первой серии опытов результаты. Подаваемая мощность генератора и частота были сохранены теми же, лишь время облучения было увеличено до полутора часов (однократно). Облученной культурой были заражены 4 свинки по одной петле подкожно, и одновременно 4 других свинки заражены необлученной культурой для контроля. Кроме прививки, никаких других мероприятий в отношении животных этой серии не применялось. В итоге оказалось, что контрольные свинки пали на 36—29-й день после заражения, в то время как опытные свинки пали на 70—60-й день.

Выводы

1. Облучение УВЧ туберкулезных культур ведет к торможению, а при достаточно сильных дозах и к полной остановке их роста.

2. Воздействие УВЧ на некоторые богатые питательными материалами среды (Ловенст) тормозит последующий рост засеваемой на эти облученные среды туберкулезной палочки. То же самое мероприятие в отношении бедных сред (например, картофель) может, наоборот, вызывать стимулирующий эффект.

3. Помещение в поле УВЧ туберкулезной культуры ведет к целому ряду глубоких структурных изменений палочки и частичной потере ею кислотоупорности.

4. Предварительное облучение туберкулезной культуры может снижать тяжесть течения вызываемого прививкой этой культуры процесса у морской свинки.

5. Воздействие УВЧ на морских свинок с привитым туберкулезом может оттянуть течение у них специфического процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lentze F., Ztbl. f. Bakteriол., 126, 508, 1932.—2. Schliephake E. & Compere A., Klin. Wschr., S. 1729, 1933.—3. Haase W. & Schliephake E., Strahlenther., 40, 133, 1931.—4. Oettingen K., Gundel M., Hook H. & Schultze-Rhonhof F., Strahlenther., 41, 251, 1931.—5. Jorns G., Strahlenther., 46, 384, 1933.

ВЛИЯНИЕ УВЧ НА РОСТ БЕЛЫХ МЫШЕЙ¹

К. П. Г о л ы ш е в а и Н. М. А н д р и я ш е в а

Вопросу о влиянии УВЧ на процессы роста посвящено несколько работ; М э ц ц а д р о л и и В а р э т о н (Mezzadrolie Varetton) показали, что высокочастотное поле ускоряет прорастание семян и что этот эффект зависит как от продолжительности облучения, так и от расстояния облучаемых объектов от генератора. Авторы, облучая свои объекты дробно по 30 мин. или одномоментно по 3—4 часа, получали разные результаты. Дробное облучение давало стимуляцию и быстрее прорастание семян, а от одномоментного длительного облучения семена гибли.

Э т т и н г е н (Oettingen), облучая бобовые и салат по 5—10 мин., получил торможение роста, при меньших же дозах его результаты совпали с вышеприведенными данными итальянцев. Э т т и н г е н указал также на интересную зависимость эффекта от расположения семян в поле. Так, если семена расположить столбиком в высоком стеклянном стакане, то они погибают, если же семена расположить в разбросанном состоянии на поверхности чашки, то имеет место стимуляция роста.

Интересную и, может быть, имеющую даже производственное значение работу опубликовали М э ц ц а д р о л и и В а р э т о н о влиянии УВЧ на личинки шелковичных червей: в результате облучения закукливание последних происходило на 4—6 дней раньше, и при этом получался особенно мощный кокон. Следует также указать на опыты Б о к а и К а р п е н т е р а (Boak a. Carpenter), которые получали большой прирост кроликов, родившихся от облученной крольчихи. Е л л и н е к (Jellinek) отмечает, что ежедневное облучение в течение часа новорожденных мышей ведет к ускорению развития последних, увеличению

¹ Из физико-физиологического отделения (зав.—проф. П. С. К у н а л о в) отдела колебательной физики и физико-биологического отдела (зав.—доц. Г. Л. Ф р е н к е л ь) ВИЭМ.

веса и т. д. Опыты Дэнъе (Denier) на дециметровых волнах дали аналогичные результаты.

В самом начале наших работ с УВЧ был также отмечен интересный факт, заключающийся в том, что мыши, перенесшие однократное облучение большой интенсивности, даже если оно сопровождалось серьезными повреждениями (некрозы лап, хвостов, кератит, язвы), отличались в дальнейшем хорошим видом, общей живостью и прожорливостью; эти животные прибавляли в весе больше контрольных (необлучавшихся) мышей.

Как видно из приведенного краткого литературного обзора, большинство авторов экспериментировало с растительным материалом и лишь три работы проведены на животных (Бок, Еллинек и Дэнъе). Но при ближайшем рассмотрении этих исследований оказывается, что количество опытов, многочисленность которых совершенно обязательна для таких работ, далеко не достаточно.

Поэтому мы поставили своей задачей проверку этих данных на большом материале (всего нами обследовано около шестисот мышей) на разных частотах, что тоже осталось вне внимания цитированных выше авторов.

Опыты проведены на белых мышах:¹

I серия опытов поставлена на мышах в возрасте от 15 до 21 дня; число опытных животных—60. Примененная в этой серии частота=50 мегациклам, подводимая к генератору мощность—1,2kW (вторичный контур настроен в резонанс), размеры конденсаторных пластин 10×12 см, расстояние между ними 16 см. 15 мышей облучались 10 раз в течение 1 месяца, по 10—20 сек. каждый раз.

Ни во время облучения, ни после прекращения его мы не отметили никаких видимых отклонений от нормы. Эти животные прибавляли в весе и в росте одинаково с контрольными; при этом мыши, облученные в более раннем возрасте, выглядели даже немного лучше необлученных.

15 мышей подвергались облучениям в той же точно модификации, но при продолжительности сеанса в 30 сек.; здесь было отмечено отставание в весе и росте, вялость, малая подвижность, очень часто заболевание глаз, а в двух случаях даже повреждения лабиринтов¹.

30 мышей подвергались воздействиям в той же модификации, но при более продолжительных сеансах: при 45 секундном (15 мышей) и 1 минутном (15 мышей); здесь отклонения от нормы были выражены особенно ярко: уже при увеличении экспозиции до 45 секунд развивались мумификация хвоста, лап, кератиты и в 4 случаях из 30—поражение лабиринта.

¹ За проведение гистологических исследований лабиринтов выражаем благодарность д-ру Е. Орловой (клиника проф. В. И. Войчeka).

Смертность равнялась 30% по сравнению с мышами, облученными при меньшей экспозиции. На этих же опытах мы убедились, что самки после повторного облучения временно теряли способность беременеть, а самцы—оплодотворять самок. Шесть мышей из этой серии погибли после судорожного состояния, длившегося в течение 2—3 дней. Описанный эффект имел место в 10 /₀ случаев.

II серия опытов поставлена на белых мышах двухдневного возраста. Облучение производилось на частоте 50 мегациклов при подаваемой мощности в 0,8 kW. Мышата в количестве 90 штук облучались по одиночке в стеклянной банке размером 5 × 10 см¹ или гнездами в большой стеклянной банке, в которой они обычно жили вне опыта².

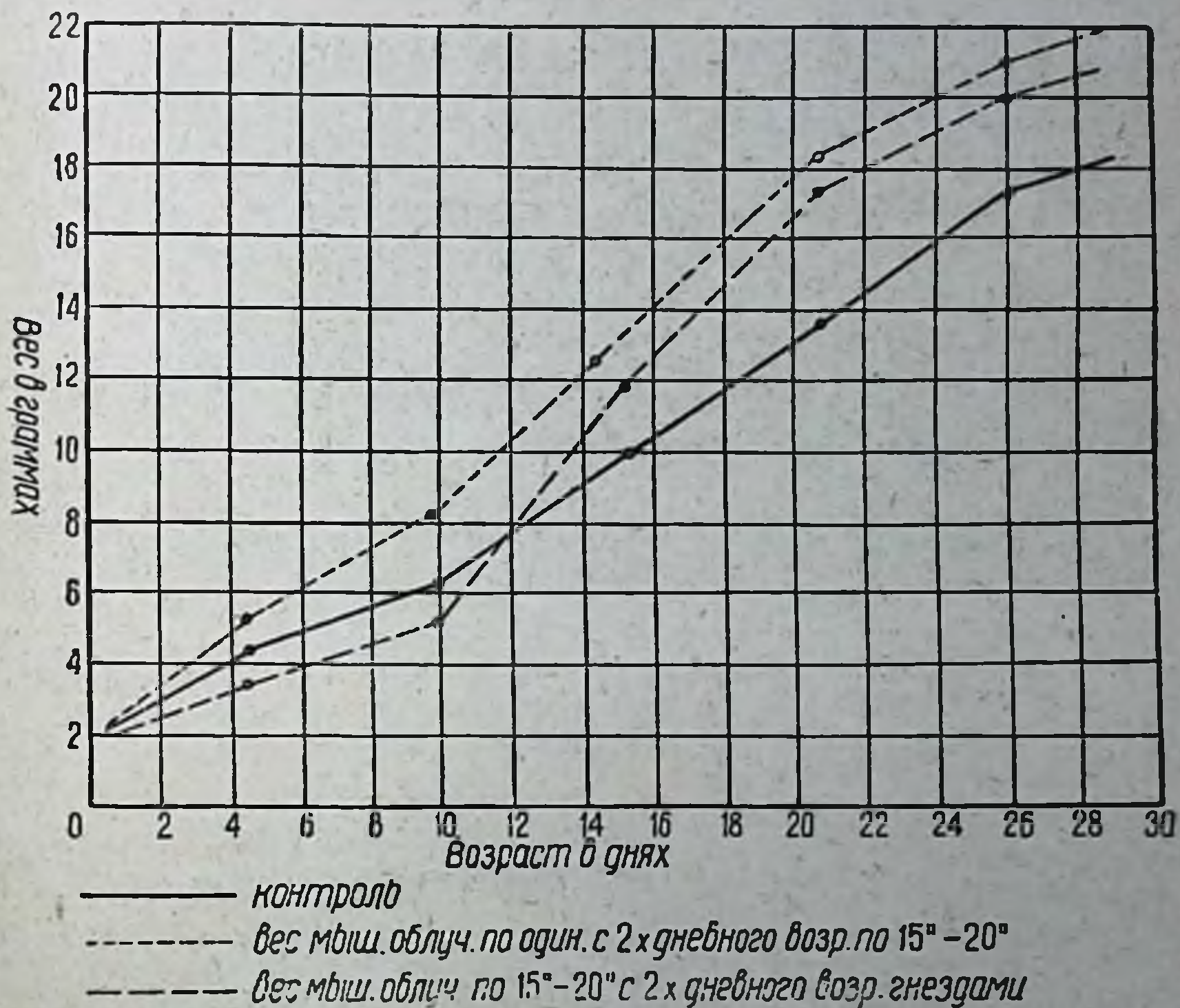


Рис. 159.

В этом варианте мы были свидетелями факта стимулирующего действия УВЧ на рост опытных животных при относительно слабых воздействиях. Так, при повторном 15—20-секундном облучении уже к концу 2-й недели ясно отмечалась разница в весе в пользу облученных мышат по сравнению с необлученным контролем. Эта разница в весе к концу второго месяца достигала 10—20% как у мышат, облучаемых по одиночке, так и у мышат, облучаемых гнездами.

¹ В этом случае размер пластин—10 × 12 см, расстояние между ними—10 см.

² В этом случае размер пластин—10 × 12 см, расстояние между ними—20 см.

Описанный эффект имел место в 10 % случаев (см. кривую рис. 159).

Внешняя разница в росте опытных (облученных УВЧ) и контрольных (не облученных УВЧ) белых мышей показана на рис. 160.

III серия опытов поставлена на новорожденных белых мышах. Были исследованы 102 мыши. Облучение производилось сразу же после рождения. Из 102 мышей 75 были облучены гнездами, остальные 27 мышей облучались по одиночке. Как те, так и другие облучались в стеклянной банке

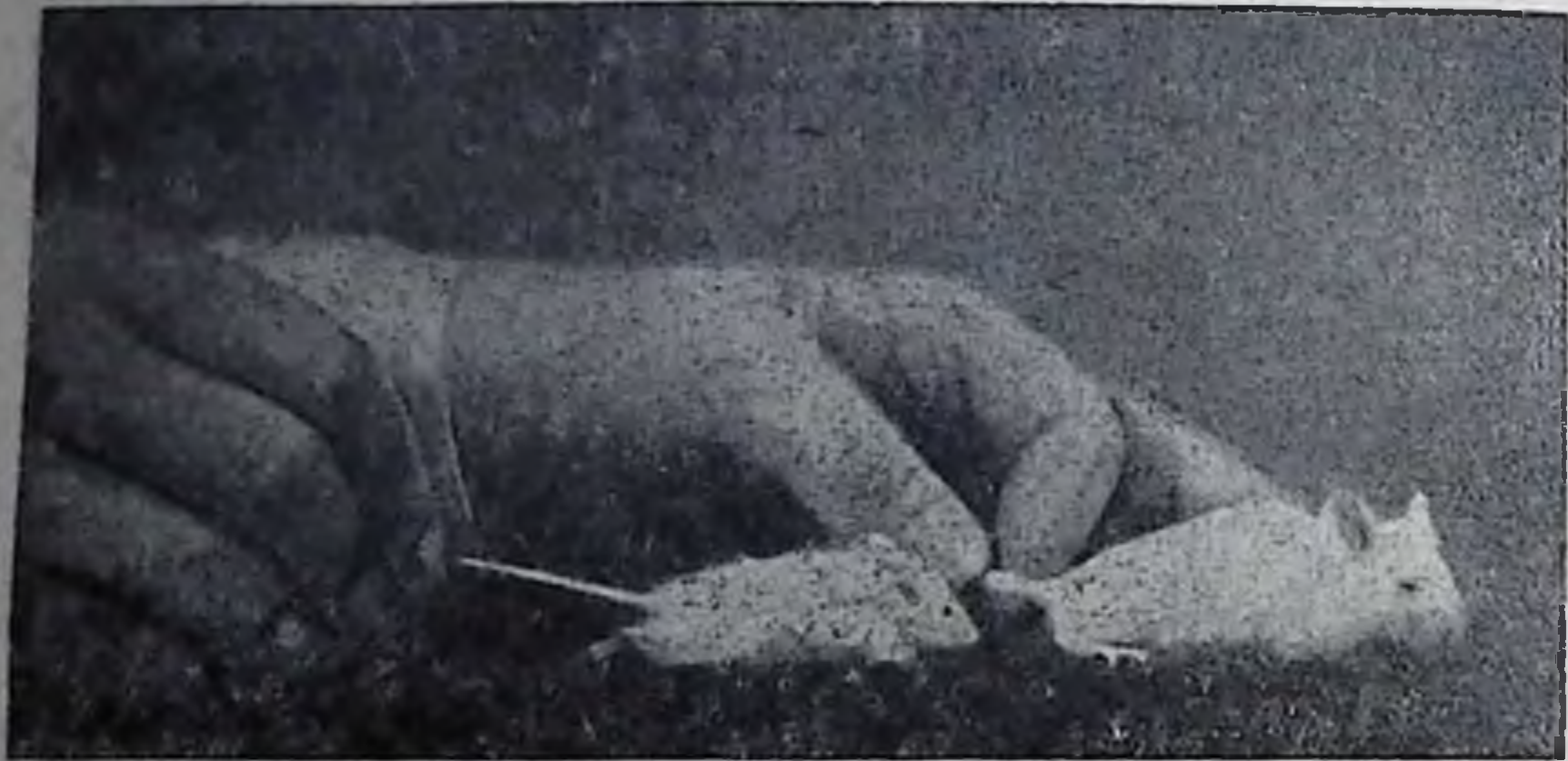


Рис. 160. Мышь справа облучена 10 раз, в течение 1 месяца по 20 секунд. Снимок сделан в 2-месячном возрасте. Мышь слева—из того же гнезда, но не облученная УВЧ (контрольная).

соответствующего размера. Гнезда мышей облучались в той банке, в которой они обычно жили. Эту серию мышей мы облучали, применяя разную интенсивность воздействия и значительно большую экспозицию облучения, чем в предыдущих сериях (от 1 до 15 мин.).

При облучении мышей гнездами и по одиночке с двух- или однодневного возраста¹ мы получили очень значительное угнетение роста и развития новорожденных. Облученные таким образом по 3—5 мин. 10—12 раз в течение месяца мыши выглядели в четыре-пять раз меньшими, чем их контроли—необлученные мышата.

Результаты этих опытов выражены на рис. 161, 162, 163, 164 и 165.

На рис. 162 показано значение экспозиции.

На рис. 163 видна очень значительная разница в росте двух мышей, происходящих из одного гнезда.

¹ Подаваемая к генератору мощность в $1\frac{1}{2}$ kW, размер конденсаторных пластин 3×6 см, расстояние 8 см для мышей, облучаемых по одиночке, и 20 см для мышей, облучаемых гнездами.

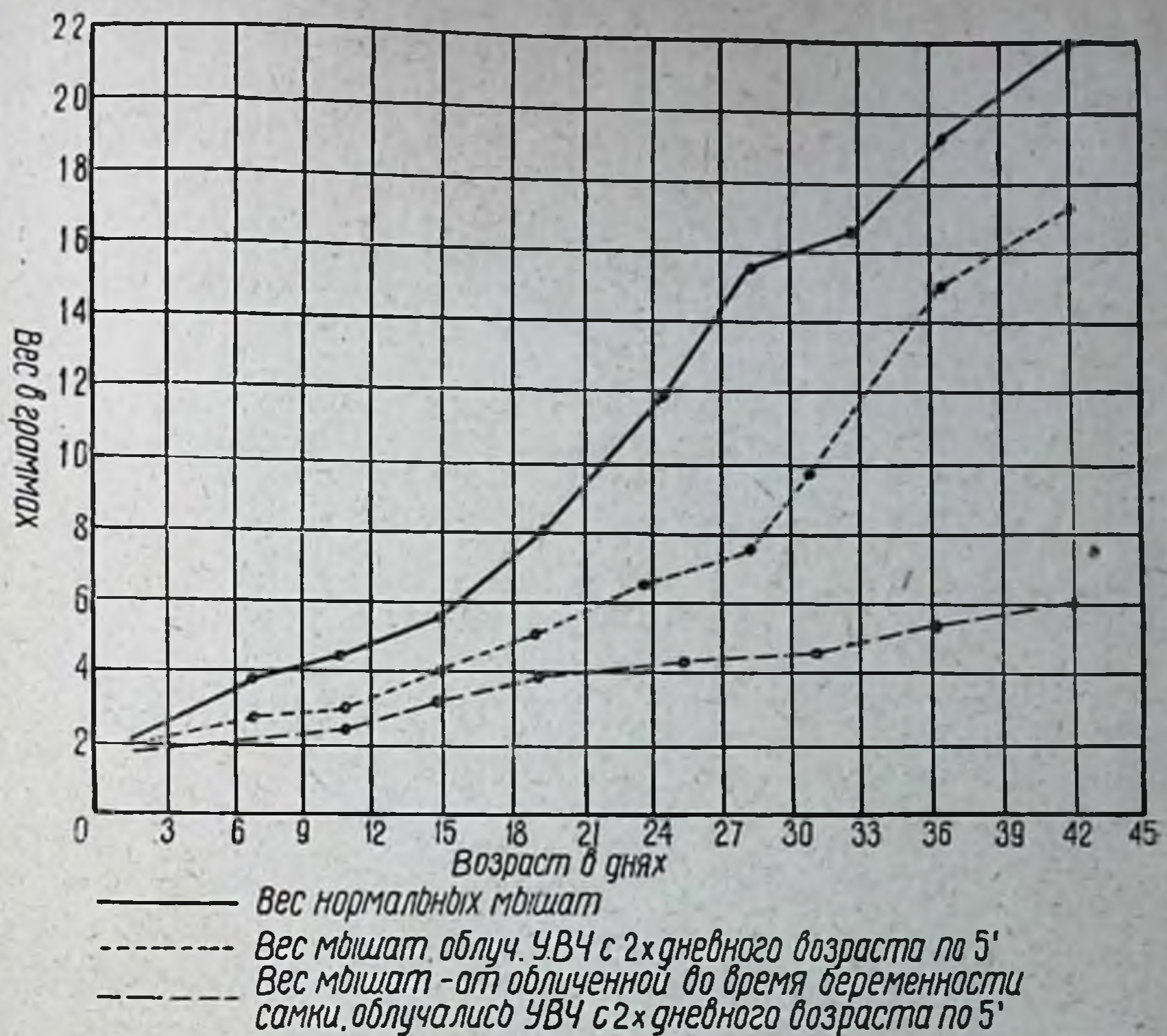


Рис. 161.

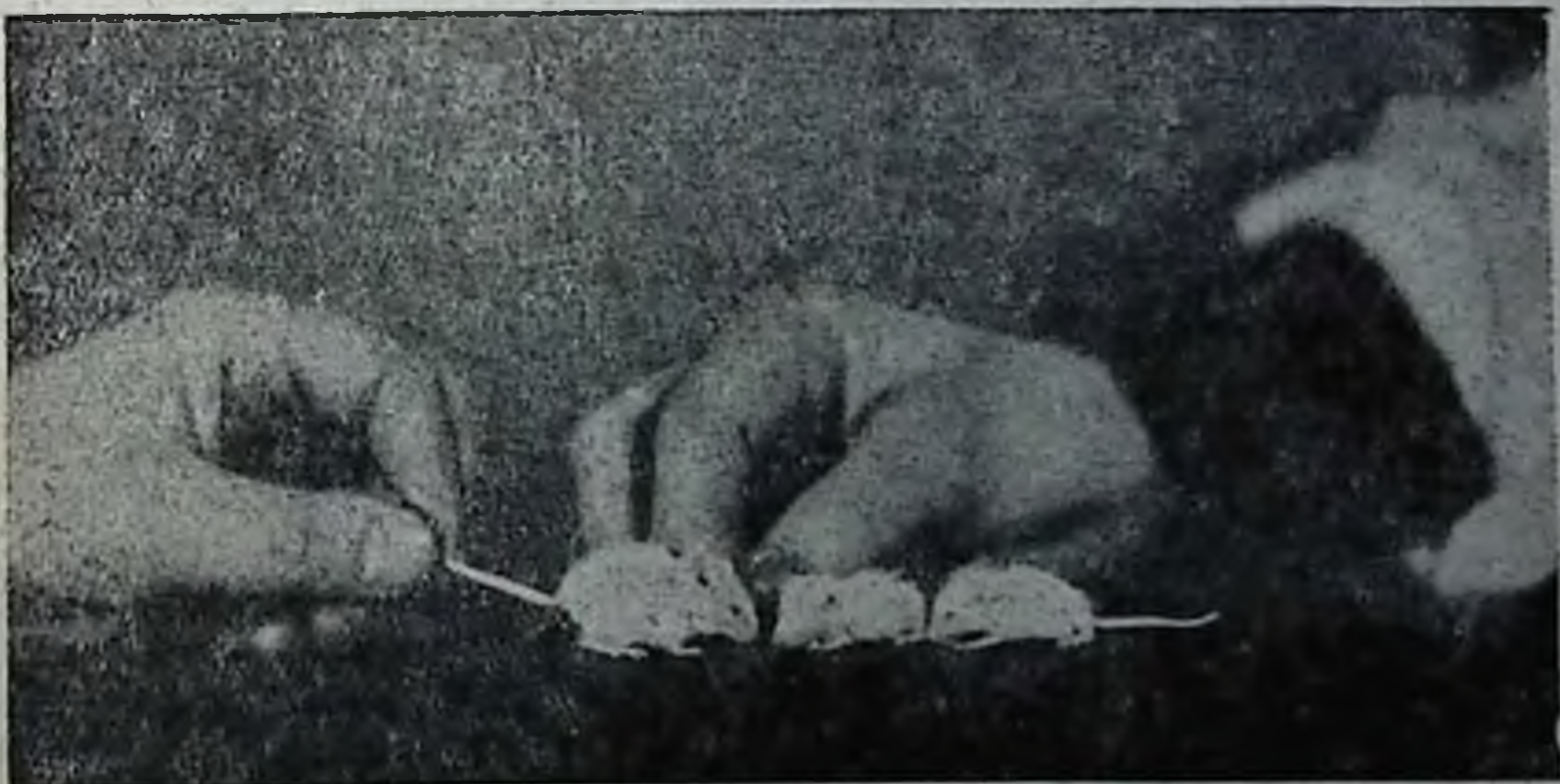


Рис. 162.

Две мыши справа при вышеупомянутых условиях облучались 12 раз по 5 минут с 2-дневного возраста. Мышь слева облучалась по 3 минуты (происходит из того же гнезда). Все мыши весят в 5—6 раз меньше необлученных мышат того же возраста.

Резюмируя данные третьей серии опытов, приходится отметить очень значительную смертность мышей, подвергнутых облучению; иногда процент смертности доходил до 90. Особенно выражена смертность на втором-третьем месяце после прекращения облучения.

В результате исследования на частоте в 50 мегациклов мы установили фазность действия УВЧ: мы имеем противоположные эффекты от разных доз.

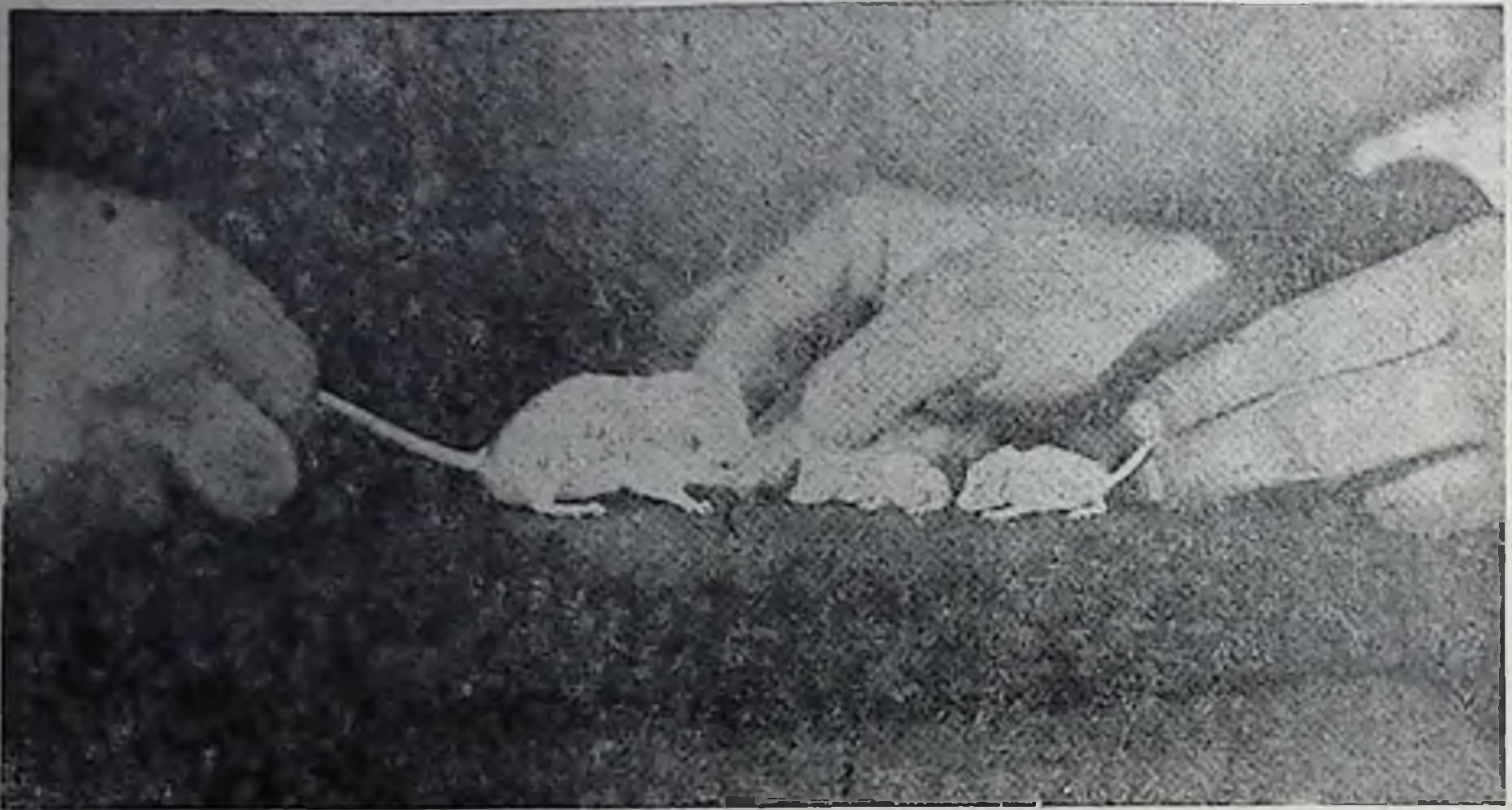


Рис. 163. Справа две мыши, облученные по 5 мин. 10 раз; слева—мышь необлученная (контроль). Все одного помета 1½-месячного возраста.

Наши опыты мы считаем в этой части лишь ориентировочными и окончательного представления о стимулирующих дозах УВЧ еще не имеем, ибо эксперименты в этом направлении еще лимитируются современными методами дозирования УВЧ. Поэтому выработка точной дозиметрии составляет ближайшую задачу физико-биологического отдела вообще и авторов этой работы в частности.

Тот факт, что в наших опытах мы наблюдали чаще угнетение, чем стимуляцию, видимо, объясняется тем, что мы оперировали больше сильными дозами.

Вышеприведенные эксперименты были проведены на частоте в 50 мегациклов. Учитывая на основании литературных данных присущность УВЧ селективного действия, мы решили поставить такие же опыты на разных частотах, используя для этого следующий диапазон: 120, 75, 50, 43, 33 и 30 мегациклов. При этом по техническим соображениям мы были вынуждены чтобы получить такие длины волн, производить опыты на трех генераторах разной конструкции.

Действие частоты в 120 мегациклов, получаемой на генераторе типа ВИЭМ-3, исследовалось при двух «дозах»—0,2 и 0,4 А по трехичному контуру (в поле). При слабом воздействии (0,2 А) мы помещали в поле

мышей с однодневного до десятидневного возраста через день 14 раз по 15 мин. При сильной дозе (0,4 А) мы облучали мышей того же возраста, но по 1, 3 и 5 мин. тоже через день; всего было произведено 14



Рис. 164.

Мышь слева облучалась по 3 мин. 27 раз с однодневного возраста; справа—необлученная мышь (обе 1¹/₂-мес. возраста).

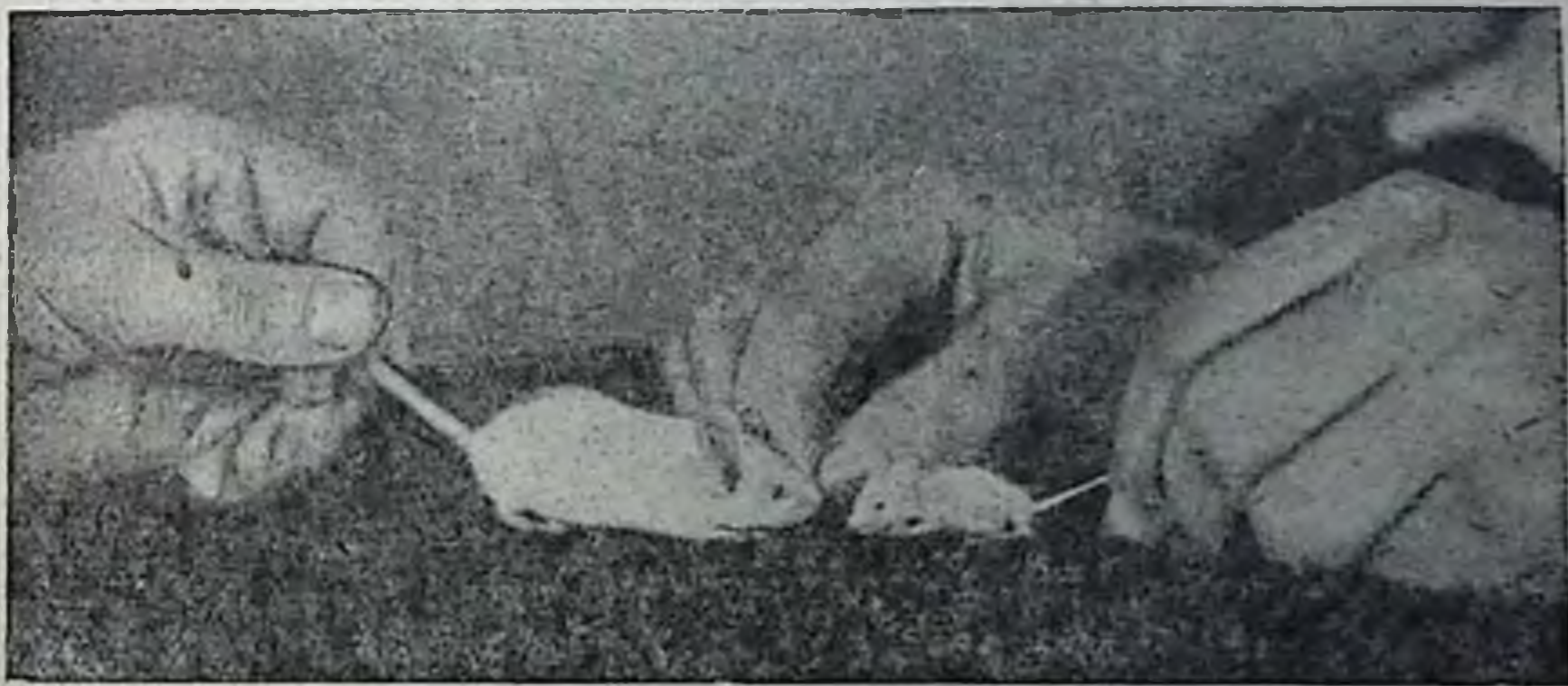


Рис. 165. Слева мышь контрольная (необлученная); справа—мышь, облученная по 5 мин. 10 раз с однодневного возраста.

облучений, как и при слабой дозе. Размер конденсаторных пластин 3×6 см, расстояние между ними 11 см.

В результате этих экспериментов выяснено, что частота в 120 мегациклов как при «дозе» в 0,2 А, так и при «дозе» в 0,4 А при всех экспозициях облучения оказалась совершенно неэффективной. Мы не наблюдали у мышей никаких видимых внешних повреждений, не было даже мумификации

хвоста и лап, что при соблюдении тех же условий на других частотах оказывалось обычным явлением.

Исследуя действие полученной от этого же генератора частоты в 75 мегациклов при токе в измерительном контуре в 0,4 А и при экспозиции в 1, 2 и 3 мин., мы заметили после 9 облучений большие внешне выраженные повреждения, угнетение в росте и плохую выживаемость.

Данные этих опытов показаны на рис. 166.

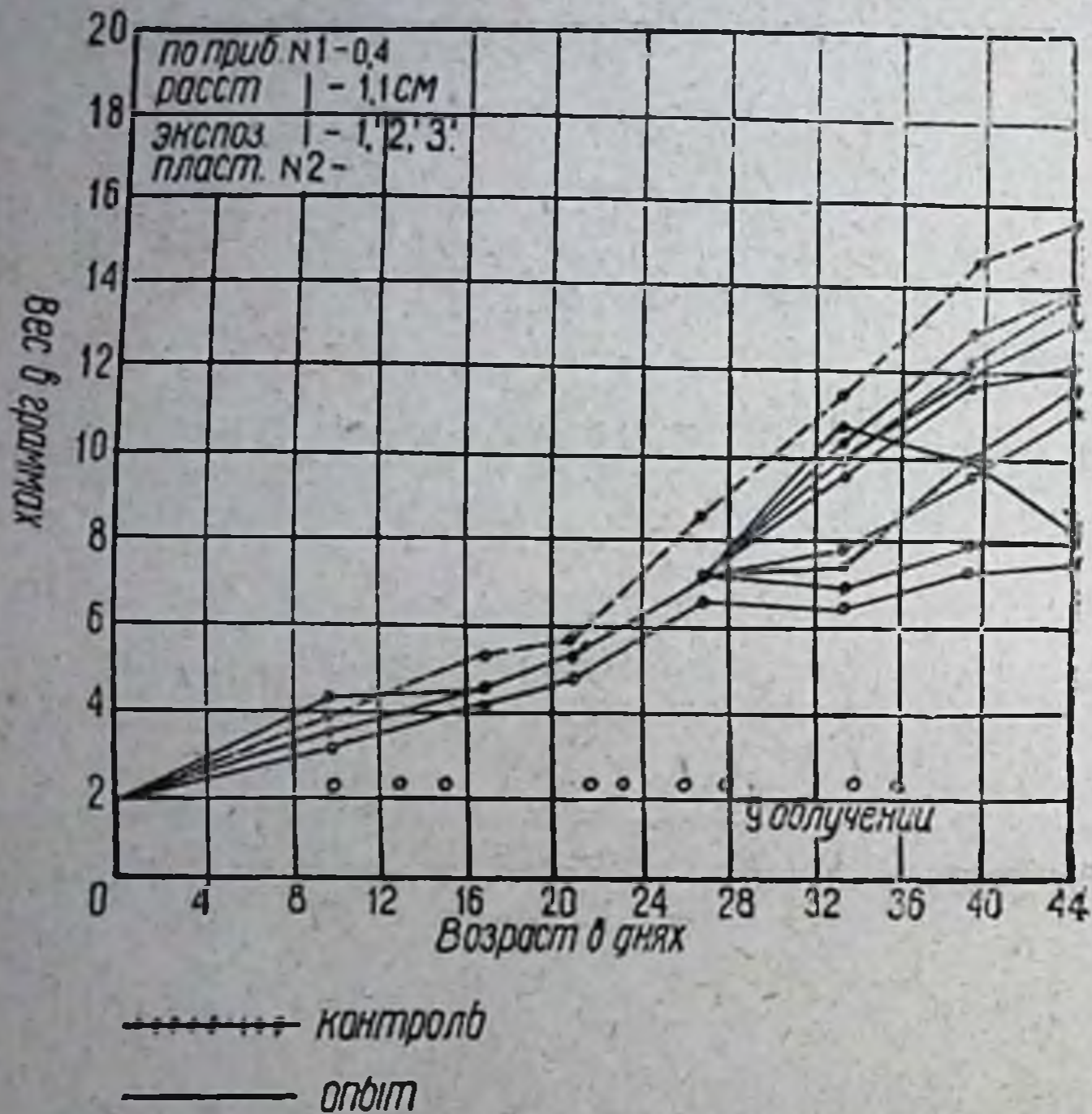


Рис. 166.

Из кривой веса разных мышей (рис. 168) видно, что падение кривых идет неравномерно, несмотря на то, что животные происходили из одного помета и облучались все при относительно одинаковых условиях. Кроме угнетения в росте, отмечены и наружные повреждения: у 7 из 12 мышей мумификация хвостов, у 2—повреждение глаз.

Одна из мышей не имела наружных повреждений, но отличалась от остальных поразительно малым весом и пала через полтора месяца после прекращения облучения.

Эта же частота, полученная с генератора типа ВИЭМ-5 при воздействии на белых мышей в 0,2 А, экспозиции облучения в 5 мин. 10 раз в течение трех недель не оказала никакого влияния на рост мышей, в то время как воздействие на мышей в 0,7 А на том же генераторе (по 15 секунд 5—6 раз в течение месяца) оказало угнетающее влияние на рост животного в 100% случаев.

Результаты выражены на рис. 167.

Отставание веса намечается уже после второго облучения, и к концу второго месяца разница в весе достигает в среднем 20%.

При воздействии частотой в 60 мегациклов, полученной тоже на генераторе типа ВИЭМ-5 при силе тока в измерительном контуре 0,2 А и экспозиции 5 мин., оказалось, что эта ча-

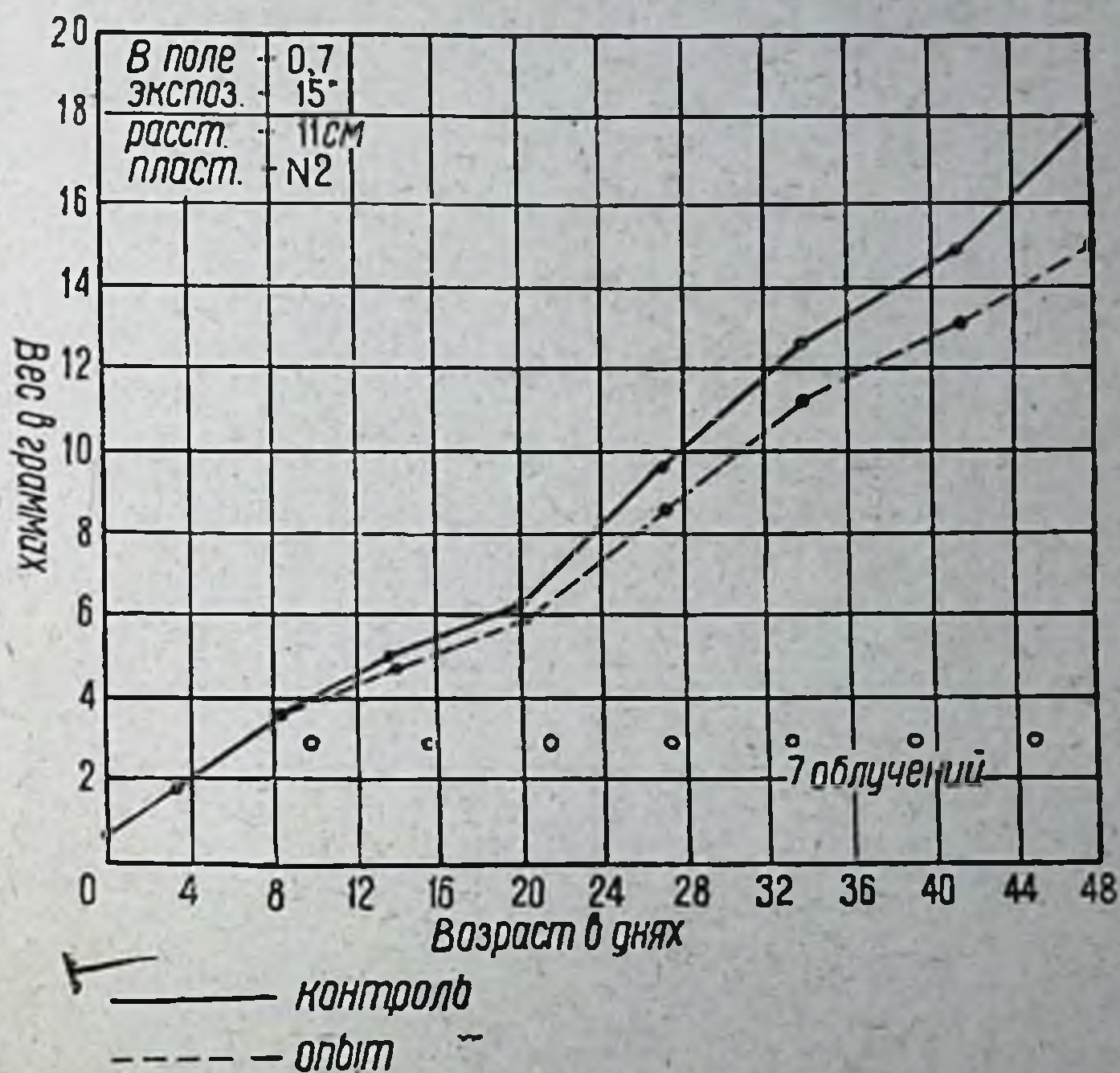


Рис. 167.

стота, так же как и частоты в 120 и 75 мегагерц, в этой «дозе» не эффективна.

Действие на рост белых мышей частотой в 50 мегагерц, полученной на генераторе типа ВИЭМ-2, исследовалось при силе тока в 0,2—0,3—0,4 А. Конденсаторные пластины размером 3 × 6 см с расстоянием между ними 11 см.

Облучение мышей с однодневного возраста при 0,4 А и экспозиции в 1 мин. оказало очень резкое действие. Большинство опытных мышей гибло после первых двух-трех облучений. Мыши, оставшиеся в живых, после двух облучений имели внешние повреждения, заключающиеся в мумификации конечностей, язвах; в дальнейшем эти мыши отставали в своем весе от контролей, несмотря на прекращение облучения. Результаты этих опытов представлены в кривых рис. 168.

Опыты, проведенные на той же частоте при токе в 0,3 А

и экспозиции в 1 мин. (три раза через три дня каждое облучение), показали, что такое воздействие ни в какой степени не отражается на развитии и весе мышей; мыши же, подвергшиеся дальнейшему облучению такой же интенсивности, очень быстро падали в весе и погибали.

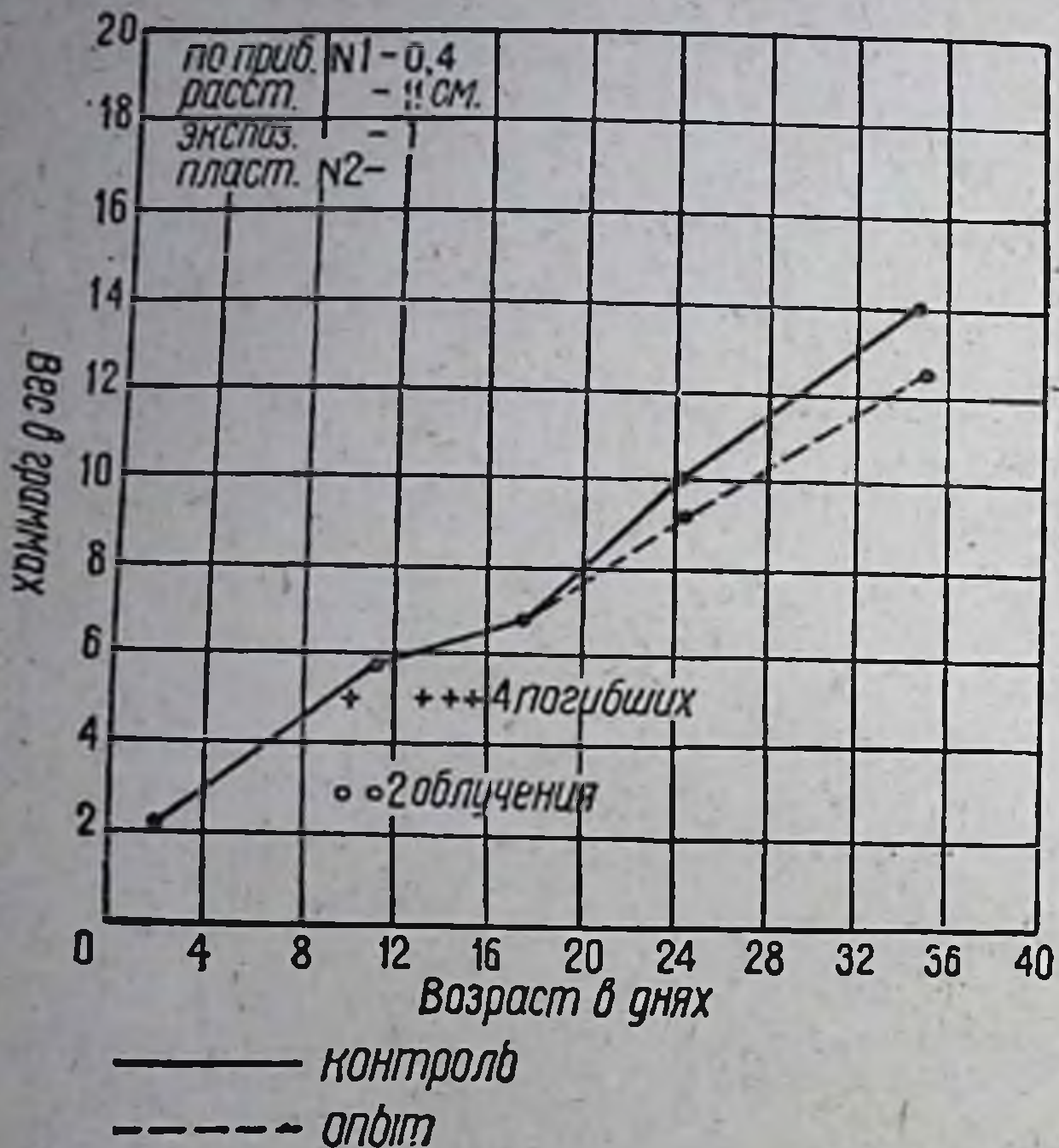


Рис. 168.

На частоте 43 мегацикла при силе тока в 0,3 А и экспозиции по 3 минуты мыши с 5-дневного возраста были облучены три раза с интервалами в 4 дня между облучениями. В результате воздействия имела место мумификация хвостов у всех мышей. Одна из облученных пала сразу же после третьего облучения.

У мышей, оставшихся в живых, вначале после прекращения облучения было отмечено временное угнетение в росте, которое к концу второго месяца выравнивалось. Результаты выражены в кривой рис. 169.

На той же частоте при силе тока в 0,2 А было проведено 13 облучений белых мышей по 5 мин. каждое (с промежутками в три дня). В этом варианте угнетения в росте нами отмечено не было.

При облучении мышей на частоте 31,5 мегагерца и силе тока в 0,2 А (конденсаторные пластины 3 × 6 см с расстоянием 15 см,

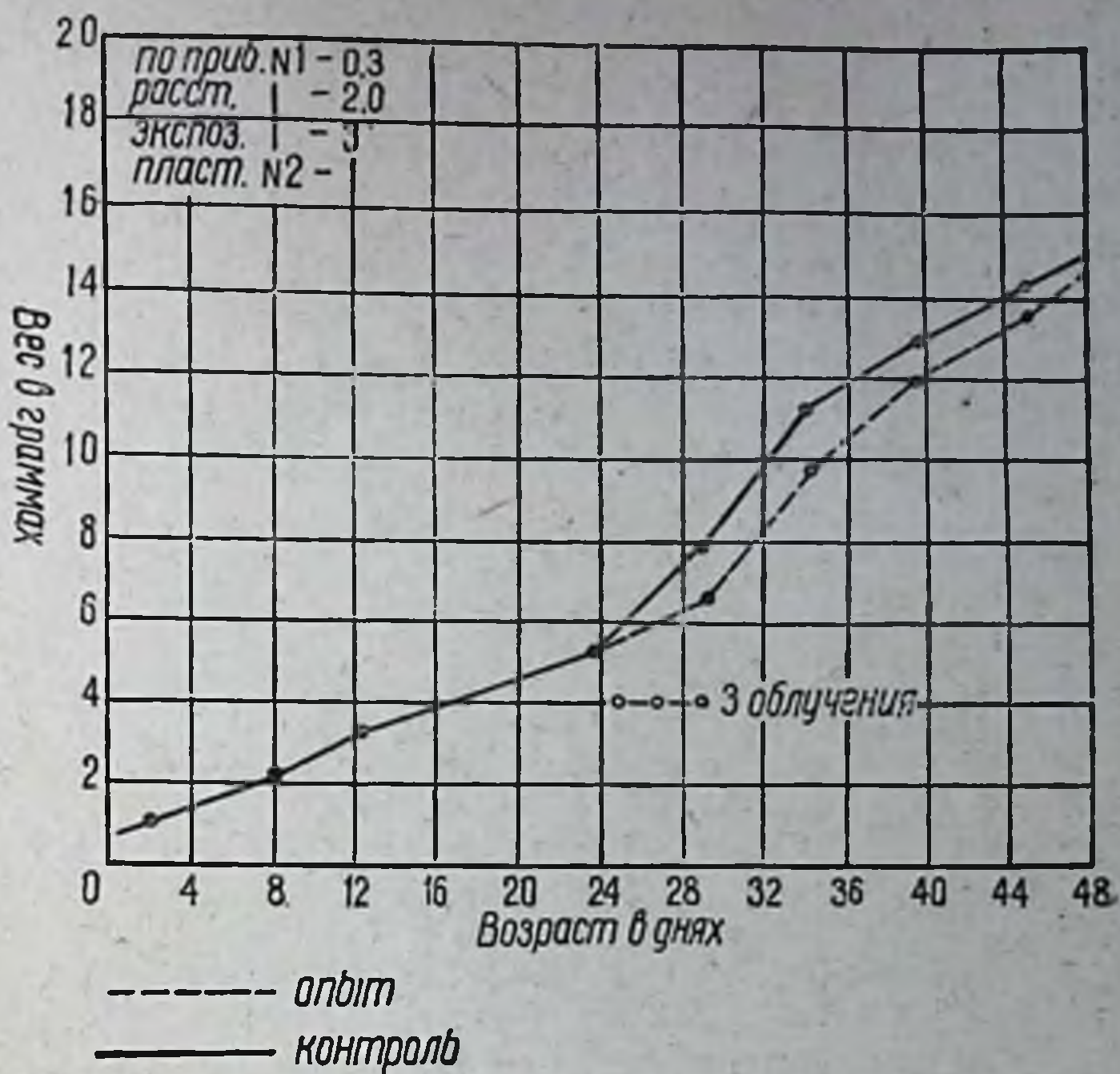


Рис. 169.

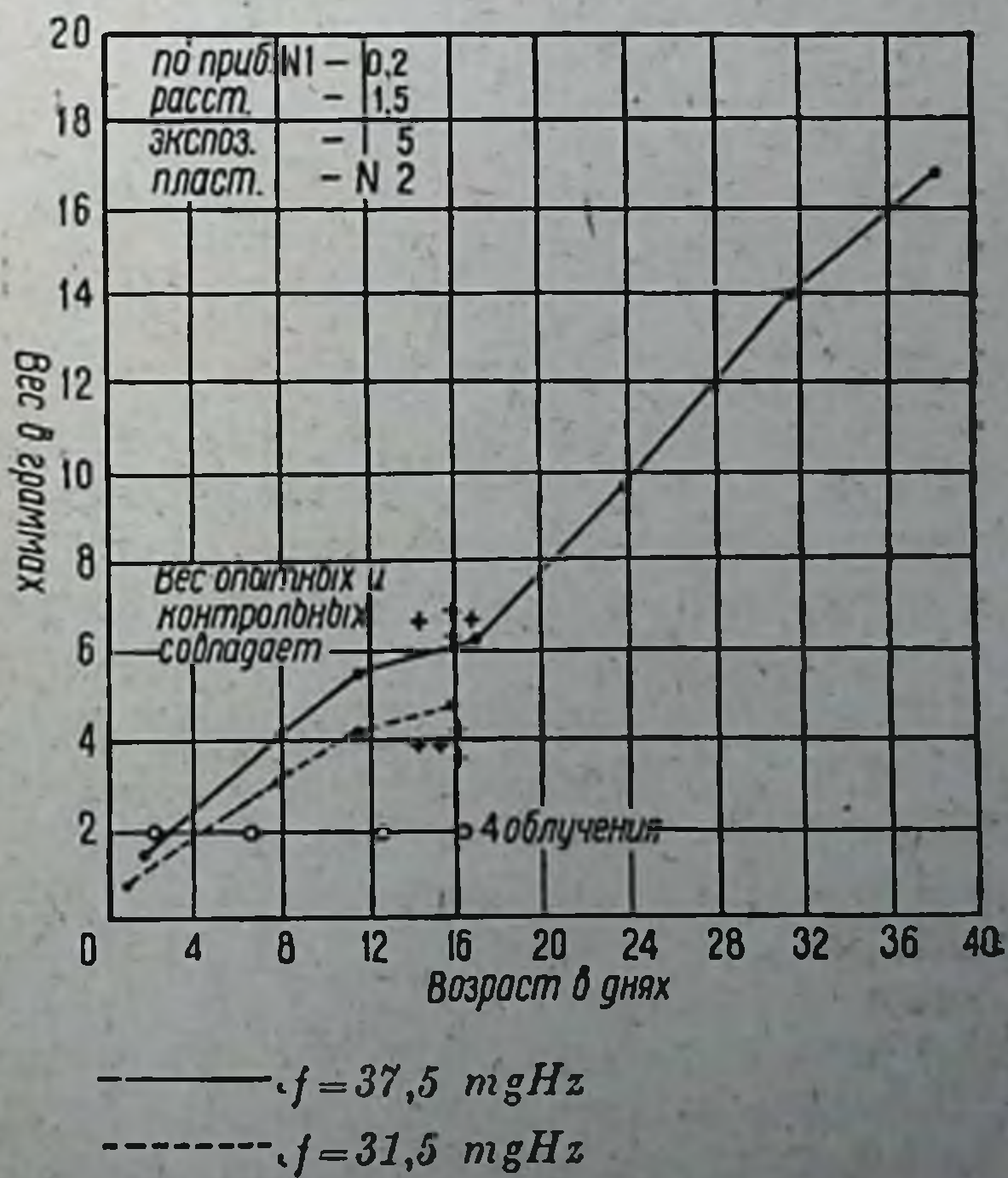


Рис. 170.

экспозиция—5 мин.) отмечено следующее: все мыши показывали большое отставание в весе и после 4-кратного облучения все пали. Мыши же при воздействии частотой в 37,5 мегацикла и прочих равных условиях не дали совершенно никакого отклонения от нормы (см. кривую на рис. 170).

Следующая серия опытов проведена на частотах 37,5 и 31,5 мегагерца, но при силе тока в 0,4 А в измерит. контуре и при экспозиции в 1 минуту. Было произведено шесть облучений, через три дня каждое.

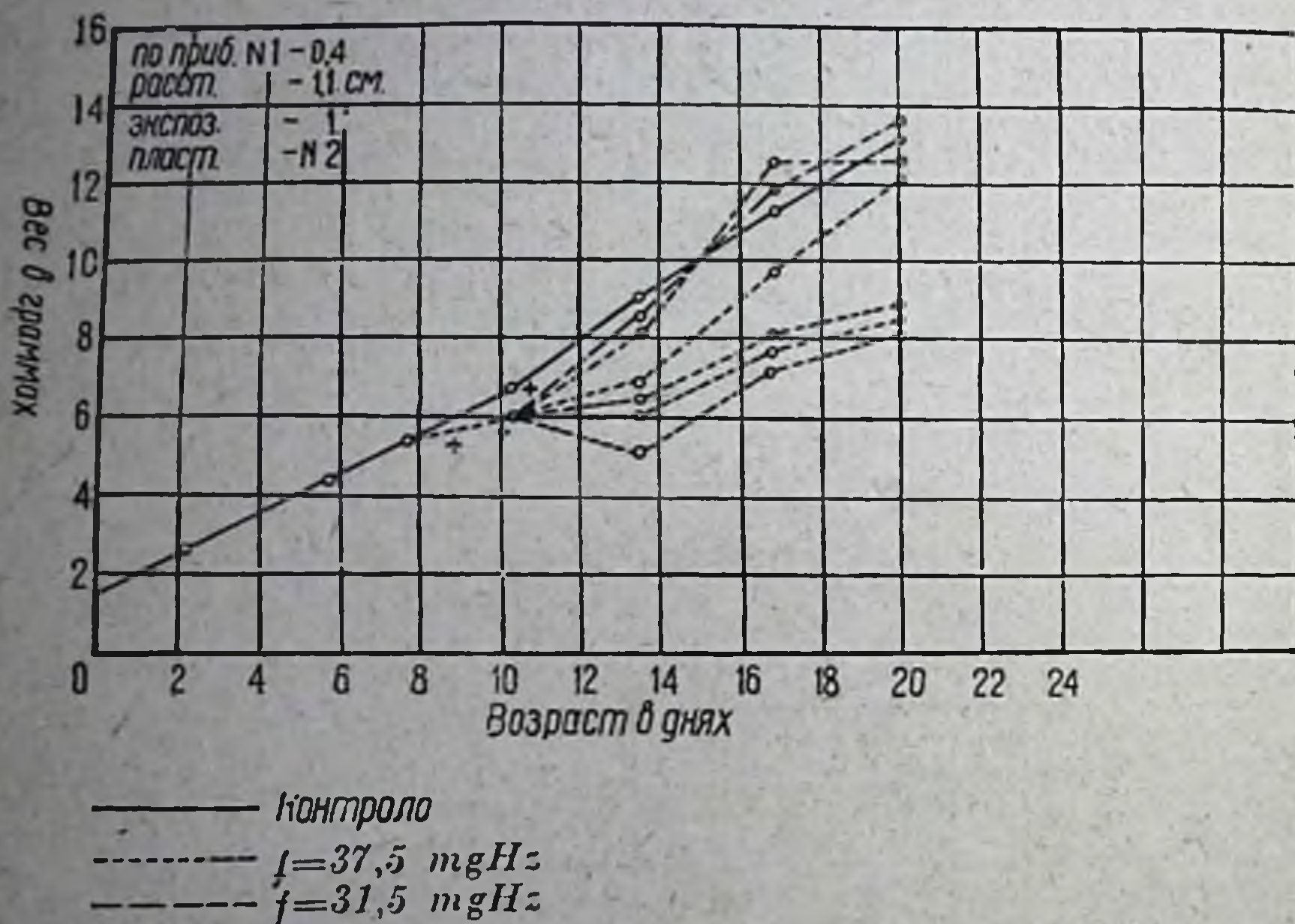


Рис. 171.

После третьего облучения мы наблюдали опухание (отечность) передних и задних лап, мумификацию хвостов и некрозы преимущественно задних лап (одной или обеих) и резкое понижение веса мышей, особенно обнаружившееся к концу первого месяца (рис. 171).

Четыре мыши, облученные при той же силе тока (по 3 минуты), пали после четвертого облучения. Удалось установить, что мыши с меньшими периферическими повреждениями имели и меньшее угнетение в росте; в тех случаях, где имела мумификация хвостов и задних лап, угнетение равнялось 30% по сравнению с контрольными.

Белые мыши трехдневного возраста, облученные 3 раза на частоте 37,5 мегацикла (генератор типа ВИЭМ-2) при силе тока в 0,3 А, экспозиции по 5 мин., размере конденсаторных пластин $3 \times 6 \text{ см}$, с расстоянием в 8 см отставали в весе от

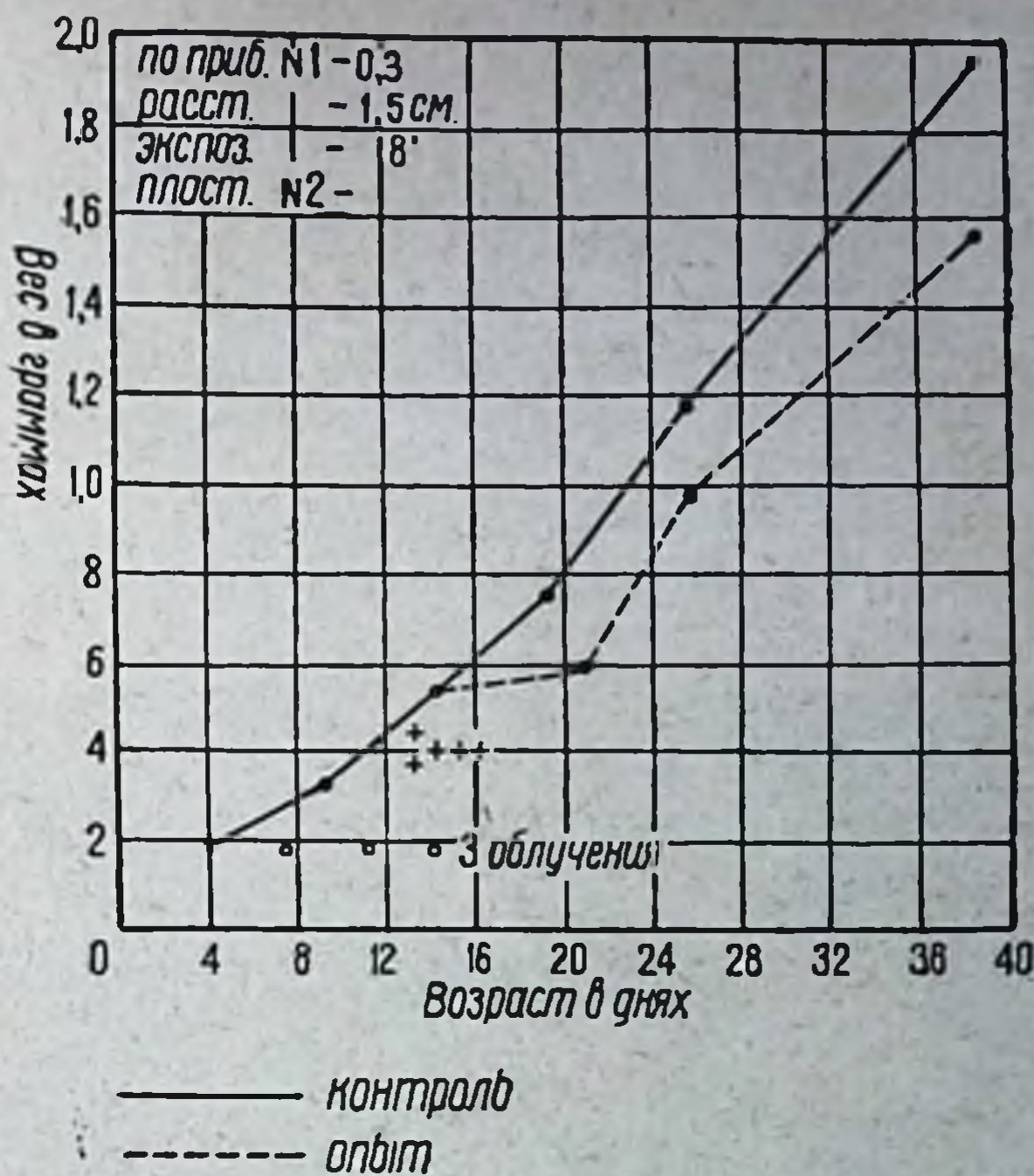


Рис. 172.

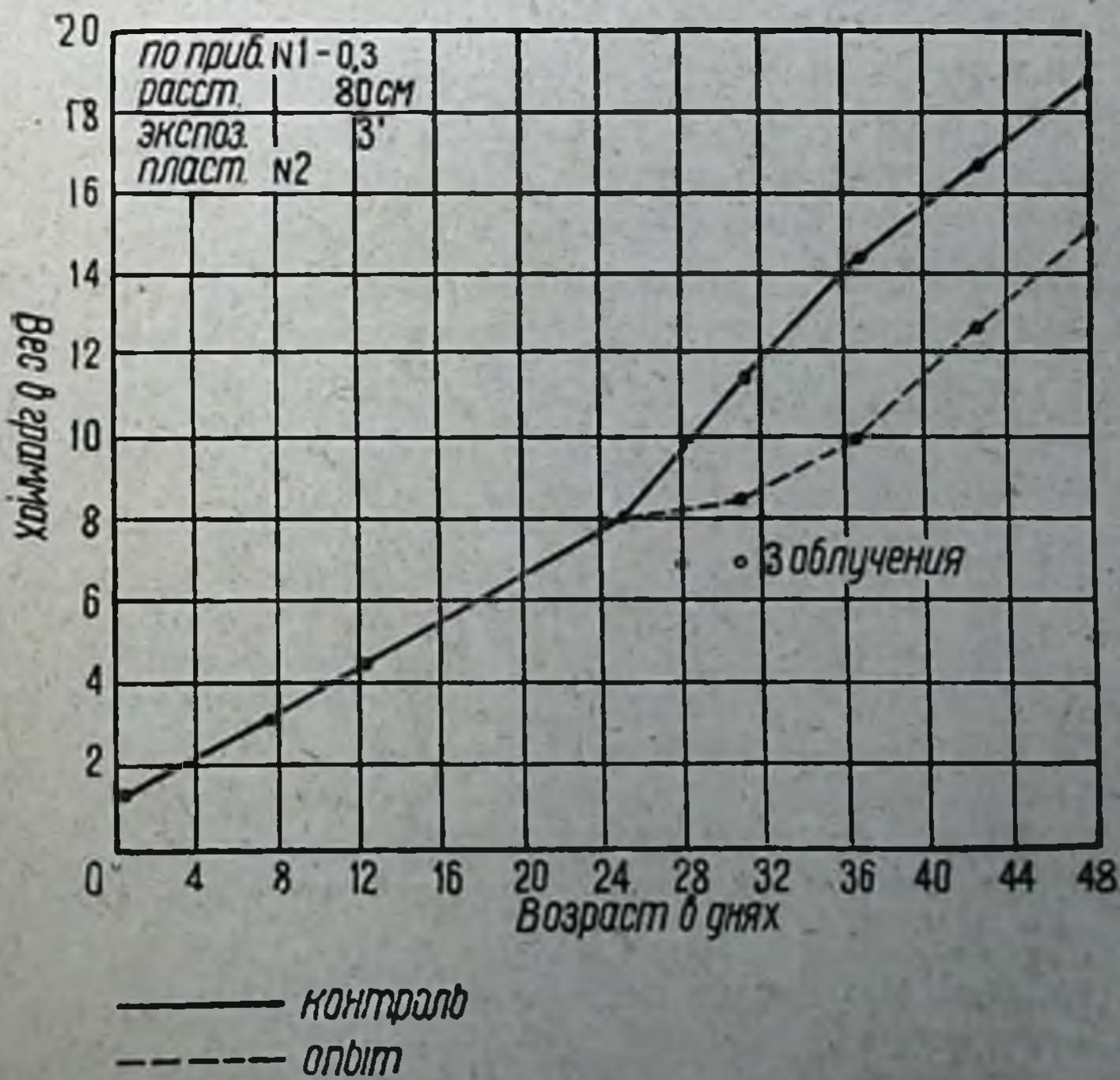


Рис. 173.

своих контролей. Из семи облучавшихся мышей пять пали сразу после прекращения облучения. У двух мышей, оставшихся в живых, произошла мумификация хвостов, а у одной еще и поражение левого глаза. Все отставали в весе от своих контролей (см. кривые рис. 172).

На рис. 173 изображены кривые веса опытных мышей в результате воздействия частоты в 37,5 мегацикла на рост мышей, при тех же условиях, за исключением экспозиции (3 вместо 5 мин.).

Далее на частоте 33 мегацикла, но при силе тока в 0,2 А, экспозиции 5 мин., с размером конденсаторных пластин 3×6 см,



Рис. 174.

с расстоянием между ними 7 см были облучены 12 мышей 5 раз. Во время облучения мыши вели себя очень беспокойно. После облучения долгое время (до 4 часов) были очень возбудимы, например, надавливание на хвост или лапы сразу после облучения вызывало подскакивание вверх. Часть мышей пала в первые дни после облучения, другая часть мышей, облученная не по 5, а по 3 мин., после третьего раза облучения имела увеличение веса на 10—15% по отношению к нормальным (необлученным) мышам (рис. 174).

Выводы

На основании наших опытов мы приходим к следующим выводам.

1. Помещение в поле УВЧ молодых мышат ведет к отклонению их роста от роста контрольных экземпляров.

2. Это отклонение может иметь как негативный, так и позитивный характер.

3. Негативный эффект характерен для больших доз на всех исследованных нами частотах, позитивный—для малых доз на частотах 33, 50, 75 и 120 мегагерц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mezzadrolì G. e Varetton E., Atti Accad. Lincei, Rendiconti, 11, 93 и 219, 1930.—2. Oettingen, Gundel, Hook и Schultze-Rhonhof, Strahlenther., 41, 251, 1931.—3. Boak R., Carpenter Ch. а. Warren S., Journ. exp. Med., 56, 725, 1930.—4. Jellinek S., Wien. klin. Wschr., S. 1594, 1930.—5. Denier, Arch. Electr. méd., 41, 273, 1933.

ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (УВЧ) НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ МЫШЕЙ¹

К. П. Г о л ы ш е в а и Н. М. А н д р и я ш е в а

Все большее внедрение в лечебную практику ультравысокой электрической частоты (УВЧ) свидетельствует о все расширяющихся показаниях к использованию этого нового агента при различных патологических процессах и состояниях. Что же касается противопоказаний, то о них почти ничего не приходится слышать, так же как очень мало приходится читать о неудачах в области лечебного использования УВЧ. Такое одностороннее отношение авторов к своим результатам, особенно учитывая неиндифферентность УВЧ как биоагента и присущность ей элементов совершенно несомненной профессиональной вредности, мало способствует объективному изучению всех сторон биодействия УВЧ, на базе которого ведь только и возможно грамотное применение радиоволн в практической медицине.

Из разрозненных данных экспериментов с УВЧ, а также из опыта работы с другими видами лучистой энергии известно, что молодые, быстро растущие ткани очень чувствительны к физическим воздействиям этого порядка [Э т т и н г е н и Х у к (Oettingen u. Hook), Р е й т е р (Reiter), Ф л о м м (Pflomm) и др.]. Поэтому нас чрезвычайно интересовал вопрос о том, допустимо ли облучение беременных организмов и не является ли повреждающей для эмбриона такая доза, которая для матери является совершенно нечувствительной или во всяком случае безвредной, ибо в литературе мы совершенно не могли найти никаких указаний по поводу того, как следует относиться к возможности облучения беременных женщин.

¹ Из физико-физиологического отделения (зав.—проф. П. С. Кунаков) отдела колебательной физики ВИЭМ.

Поэтому нами были поставлены следующие опыты: беременные самки однократно подвергались кратковременному (на 15 секунд) помещению в поле УВЧ¹. Это вмешательство на самок никаких видимых влияний не оказало—животные во всех отношениях продолжали вести себя как вполне нормальные. Наружные повреждения отсутствовали. Однако через 22 дня после облучения одна из таких мышей (№ 3) родила 10 мышат с большими дефектами: уже на второй день после родов нормальный вид имели только три мышенка, остальные же семь являлись уродами. Даем более подробное описание замеченных нами изменений.

Первый мышенок. Почти отсутствует правая задняя лапка, на месте соединения ее рудимента с тазовыми костями имеется лишь маленькая чешуйка, покрывающая рубцующуюся эрозию. Хвостик отечен, конец его мумифицирован. На 4-й день хвостик отпал совершенно. В дальнейшем мышь развивалась в общем нормально, лишь долго не раскрылся и гноился левый глаз. К двум месяцам мышь развивалась в остальном вполне нормально.

Второй мышенок. Хвост отечен, конец хвоста мумифицирован; через 2—3 дня конец хвоста отпал. Задние лапки слегка парализованы. Развивается первое время очень медленно, отстают в весе от других. К концу второго месяца животное исправляется, и вес доходит до нормы.

Третья мышка. Хвост отечен и покрыт чешуйками, конец его отсутствует. Левая задняя лапка вытянута как палка, отечна, на обеих задних лапках точечные эрозии. На 12-й день хвост отпал, и наступил некроз левой задней лапки, которая на 14-й день также отпала. В остальном мышь никаких видимых отклонений не представляет; ест хорошо, живая. В дальнейшем в течение 3 месяцев сидела с самцом и не забеременела.

Четвертый мышенок. Отсутствует половина хвоста. Обе задние лапки парализованы, отечны и слиплись с остатком хвоста, так что при поверхностном осмотре создается впечатление срастания этих лапок с хвостом. Этот мышенок развивался очень слабо, с трудом передвигался, опираясь лишь на передние лапы; в течение всего времени наблюдения у него не открывались глаза. В 3-недельном возрасте животное пало при явлениях сильной общей недоразвитости; незадолго перед смертью некротизировались и отпали обе задние лапы и хвост.

У пятого мышенка на 5-й—7-й день после его рождения наступила мумификация и частичное отпадение хвоста; на задних лапах заметна отечность и в некоторых местах—рассеянные эрозии. К концу третьей недели отечность и эрозия прошли, и мышенок в дальнейшем развивался почти нормально.

Шестой мышенок. Передние лапы притянуты к животу; задние лапы и хвост отечны, склеились вместе и покрыты чешуйками (десквамация эпителия). На четвертый день хвост мумифицировался и отпал; остался парез задних лапок. К концу третьей недели парез лап прошел, и мышенок оправился: бегают, хорошо ест, в весе прибывает нормально.

Седьмой мышенок. Очень слаб, задние лапы отечны и вытянуты, как бы склеились с хвостом; хвост частично мумифицирован, частично покрыт корочками. На 7-й день хвост отпал. Отечность правой

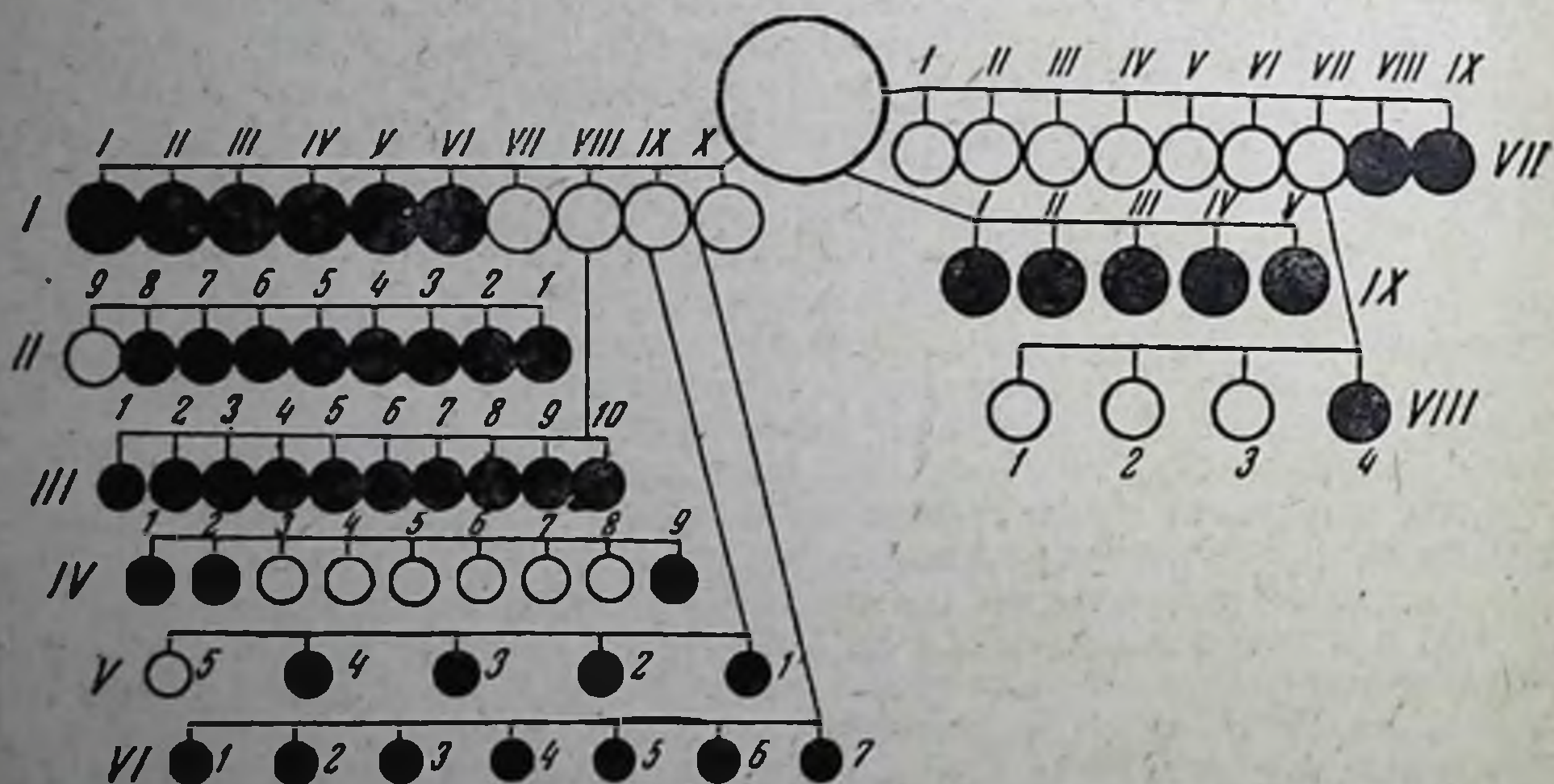
¹ Частота 50 мегагерц, пластины 20×15 см, расстояние между ними 15 см, подаваемая мощность 1½ kW.

задней лапки выражена резче, чем левой; обе лапки усеяны эрозиями и чешуйками; мышь с трудом двигается. На 9-й день животное пало.

Три остальные мышки родились без всяких видимых дефектов. Из них одна на 3-й день после родов пала. Вторая развилась нормально,



Рис. 175. Слева—нормальная мышь; справа—от облученной самки.



○ мыши, оставшиеся в живых.

● погибшие мыши.

Рис. 176. Влияние УВЧ на потомство белых мышей.

дала два поколения и пала. Третья—очень слаба и вяла, с редкой и взъерошенной шерстью; развивалась медленно и очень плохо прибавляла в весе (в течение 2 месяцев имела один и тот же вес—5,5 г, лишь к концу 4-го месяца прибавила на 3 г и упорно держалась в одном весе; рис. 175).

Потомство этой мыши (№ 3) было прослежено нами вплоть до 4-го поколения, и результаты представлены на рис. 176, из которого ясно видна большая летальность и плохая выживаемость этого потомства.

В другой серии опытов беременные самки были подвергнуты более интенсивному (длительному) воздействию УВЧ. Эту серию мы провели тоже на частоте 50 мегациклов; конденсаторные пластинки размером 6×9 см, расстояние между ними 10 см; экспозиция варьировала в пределах от 15 сек. до 1 мин. Мышь облучалась не в стеклянной банке, как в первой серии, а в сконструированной специально для этих целей папочной



Рис. 177. Мертворожденные уроды от облученной самки.



Рис. 178.

коробке, куда животное помещалось с выведением хвоста из концентрированного поля УВЧ в целях предотвращения мумификации.

Приводим результаты этой серии опытов.

Мышь № 17. Беременная самка, происходит от мыши, облученной в течение 15 сек. однократно, и является одной из шести мышат внешне нормальных.

Облучение самки № 17 началось с трехнедельного возраста по 15 сек. и подаваемой мощности $0,9 \text{ kW}^1$. Всего произведено 7 облучений с интервалами по 3 дня. Затем при той же мощности и частоте произведено еще 7 облучений по 30 сек. Таким образом, всего мышь в течение 45 дней облучена 14 раз. В эти сроки животное было беременно. Внешних изменений под влиянием произведенных воздействий не обнаружено (хвост и лапы не повреждены). Мышь родила в срок сначала двух уродливых мертвых мышат, затем спустя 12 часов еще двух более уродливых и тоже мертвых; остальных мышат не могла родить и на 3-й день после родов первого из них пала.

На вскрытии в матке павшей самки обнаружены 3 мертвых уродливых мышенка. Матка—дряблая, атоничная, кишечник гиперемирован.

¹ В виде исключения эта мышь была облучена при пластинах 3×6 см и расстоянии между ними 7 см.

сильно увеличены печень и селезенка, гиперемия мозга. Уродливые мертвые мышата представлены на рис. 177 и 178.

Мышь № 18—самка, облучена УВЧ всего 8 раз по 30 сек. через каждые 3 дня в течение беременности. Условия облучения были соблюдены те же, как и в первом опыте (самка № 17). Мышата родились с запозданием на 5—6 дней очень слабыми, с размягченным костяком. Два из них погибли на 2-й же день после рождения, видимо, из-за неспособности сосать. Пять остальных пали на 5-й—7-й день после рождения. Самка осталась жива. В течение 3 недель после родов производила непрерывные подергивания головой и передними лапами. На 25-й день после родов самка при явлениях частых судорог пала.

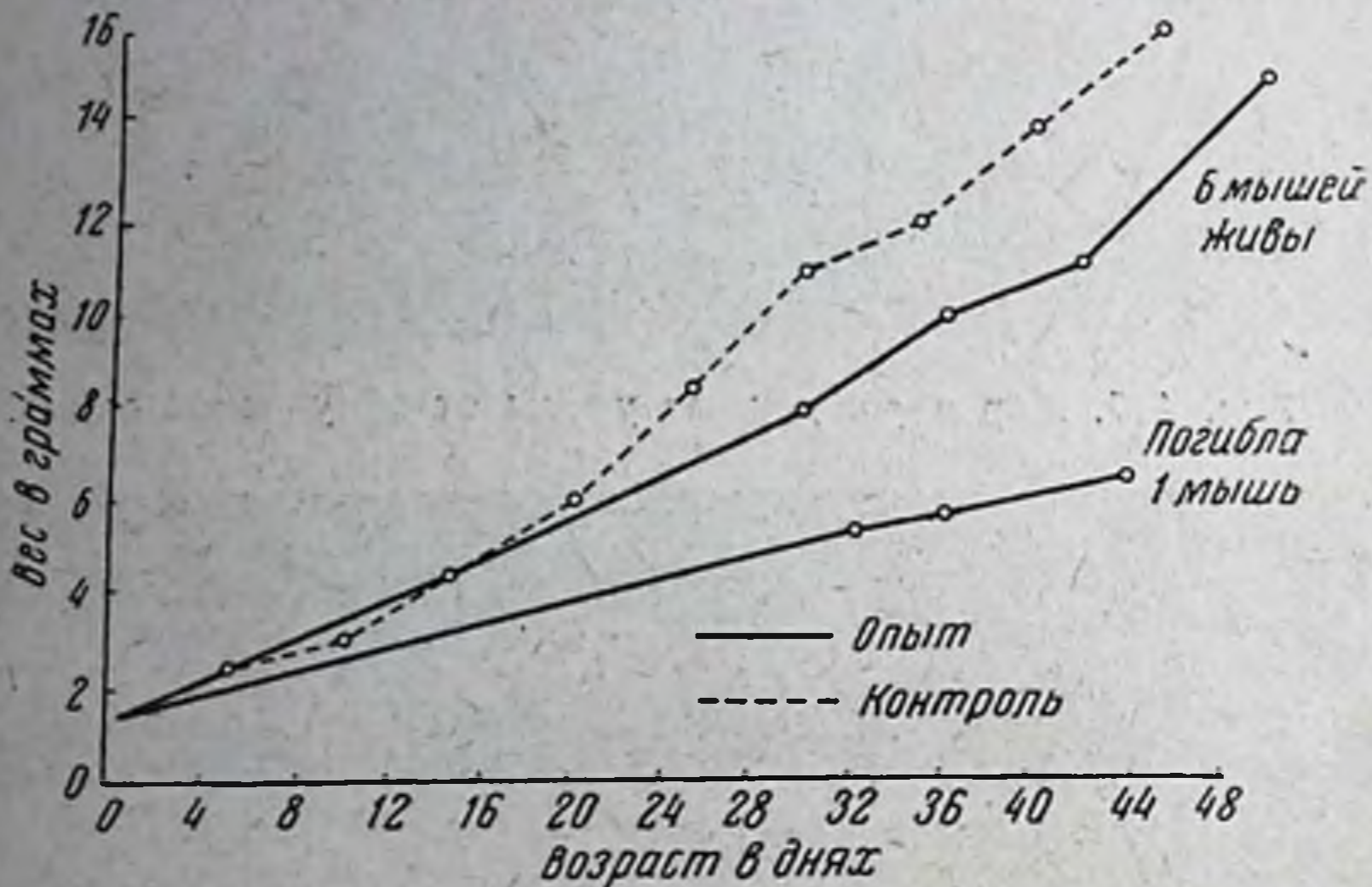


Рис. 179.

Мышь № 21—самка, облучалась во время беременности 10 раз по 45 сек. при соблюдении тех же условий, что и в первых двух опытах. Родила 9 слабых недоразвитых мышат, неспособных сосать, которые все погибли на 2—5-й день после родов. Самка выглядела внешне здоровой, однако не вила гнезда, а после родов разбросала детенышей по клетке и не кормила.

В третьей серии наших опытов мы подвергли 4 мышей воздействию поля УВЧ не только во время беременности, но и в период, предшествовавший ей. Облучение производилось на частоте 50 мегациклов, сила тока в измерительном контуре равнялась 0,4 А, экспозиция 5 мин. Конденсаторные пластинки размером 3 × 6 см с расстоянием между ними 8 см.

Первая самка облучена 3 раза до беременности и 6 раз во время беременности. В результате облучения внешних повреждений у мыши мы не наблюдали. Роды произошли в срок; родила 6 очень слабых мелких мышат, которые все погибли в течение первых же 4 дней. На 7-й день после родов погибла и самка.

Вторая самка облучалась при тех же условиях, что и первая, до беременности 10 раз. Вместе с самцом была посажена после 5-го облу-

чения, но беременность наступила только через 32 дня после прекращения облучений. Родила в нормальный срок 7 мышат, очень слабых и отстающих от нормальных в своем весе и развитии. Особенно угнетен в весе один мышенок, который к месячному возрасту весил всего 5,5 г (вместо полагающихся по норме 12 г), а к 1½ мес. — 6,8 г (вместо нормальных 16 г) (рис. 179 и 180).

Третья самка облучена 14 раз до беременности в тех же условиях. Посажена с самцом после 5-го облучения, но беременность наступила только через 40 дней после прекращения облучений. Родила 10 штук мышат нормального веса, но очень слабых, которые все пали через 7 дней.

Четвертая самка подвергалась 7-кратному облучению в раннем возрасте (с 10 дней), вслед за чем не беременела в течение 3 месяцев. Затем трехкратно рожала детенышей без каких-либо видимых де-



Рис. 180. Слева—мышенок от необлученной самки; справа—от облученной самки.

фектов, но мышата оказались очень слабыми (погибали в первые же дни своей жизни).

Кроме описанных выше 3 серий облучений на частоте 50 мегагерц, мы еще на 3 сериях изучали влияние других частот (120, 75, 42,8 мегагерц).

На частоте 42,8 мегагерц при силе тока в измерительном контуре 0,4 А (пластины и расстояние те же) были облучены 6 самок как до беременности, так и в период беременности.

Первая самка облучалась 3 раза по 5 мин. до беременности и 7 раз по 5 мин. во время нее. Родила в срок восемь очень слабых мышат, вес которых был меньше нормального. В течение первых семи дней постепенно все мышата пали.

Вторая самка облучена 4 раза, затем была помещена вместе с самцом и облучена еще 7 раз. Беременности не наступало в течение 3 месяцев, после чего самка принесла одно гнездо очень слабых мышат, которые в течение первого месяца пали.

Третья самка облучена 7 раз по 5 мин., начиная с первой половины беременности. Родила в срок 12 нормальных мышат, которые к концу первого месяца начали отставать от нормальных в весе и общем развитии, но через 3 мес. опять сравнялись в весе с контрольными.

¹ Обычно мыши беременеют очень быстро (не позднее чем через 10—15 дней после посадки к самцу).

Четвертая самка облучена 15 раз, начиная с начала беременности. Родила 9 мышат, которые за весь период наблюдения ничем не отличались в своем развитии от необлученных мышат.

Пятая и шестая самки облучались в конце беременности 5 раз, каждая по 5 мин. Роды были нормальные, и отклонений в развитии детенышей в течение 2 месяцев обнаружено не было.

Воздействию частоты в 75 мегагерц при силе тока в 0,2 А по измерительному контуру были подвергнуты 15 самок.

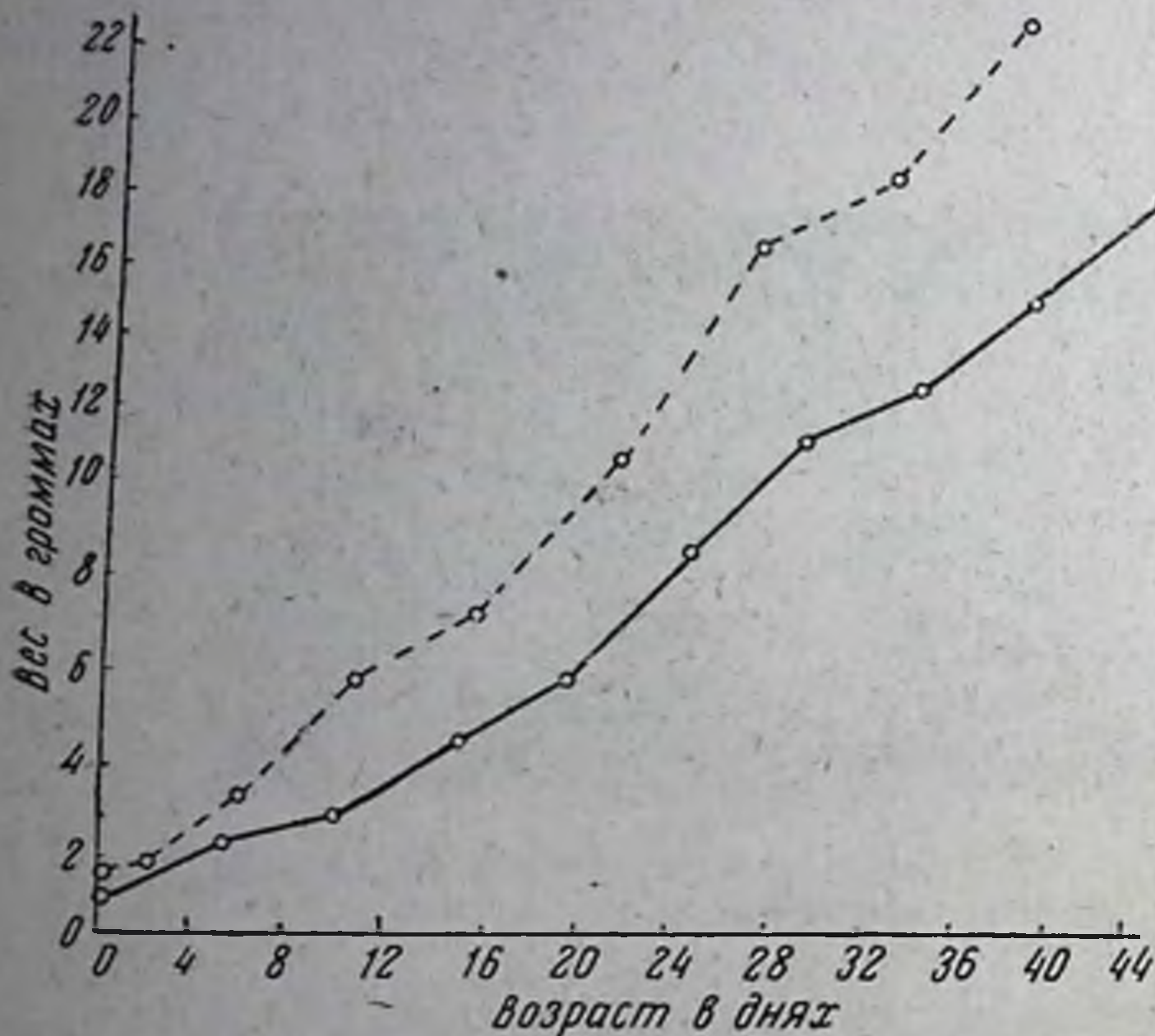


Рис. 181.

----- Средний вес мышенка от облученной самки; — вес контрольного мышенка

Первые две самки с 7-дневного возраста облучались 34 раза по 5 мин. Во время беременности не облучались. Обе самки родили нормальных мышат.

Третья самка облучалась с 2-дневного возраста 32 раза. Беременность наступила нормально. Родила 5 вполне нормально развившихся мышат.

Четвертая самка получила ошибочно большую дозу (0,7 А), и беременность у нее не наступила совсем.

Пятая самка облучалась с 35-дневного возраста до беременности 7 раз по 5 мин. Родила в срок 9 очень крупных развитых мышат, которые впоследствии, быстро развиваясь, опередили в весе и общем развитии контролей (рис. 181 и 182).

Шестая и седьмая взрослые самки облучались в первую половину беременности по 5 раз в течение 5 мин. Обе были посажены вместе, родили в один день в одно гнездо 15 слабых мышат, из которых 2 мышенка пали в первые же дни, 4 мышенка падали постепенно в течение 1½ мес., еще 4 мышенка остались очень угнетенными в весе по сравнению с нормальными, а 5 мышат развились почти нормально.

Восьмая самка облучалась 8 раз по 3 мин. в первую половину беременности. Родила 7 мышат, из которых все, за исключением одного, погибшего в первые дни, развились нормально.

Девятая самка облучалась 7 раз по 3 мин. в первую половину беременности. Родила 8 очень крупных, быстро развивающихся мышат, которые к взрослому состоянию опередили в весе нормальных мышат (рис. 183).



Рис. 182. Слева—мышенок от необлученной самки; справа—от облученной самки.

Десятая самка облучалась 3 раза по 5 мин. во вторую половину беременности. Роды и потомство в данном случае ничем не отличались от нормальных родов; мышата нормальны.

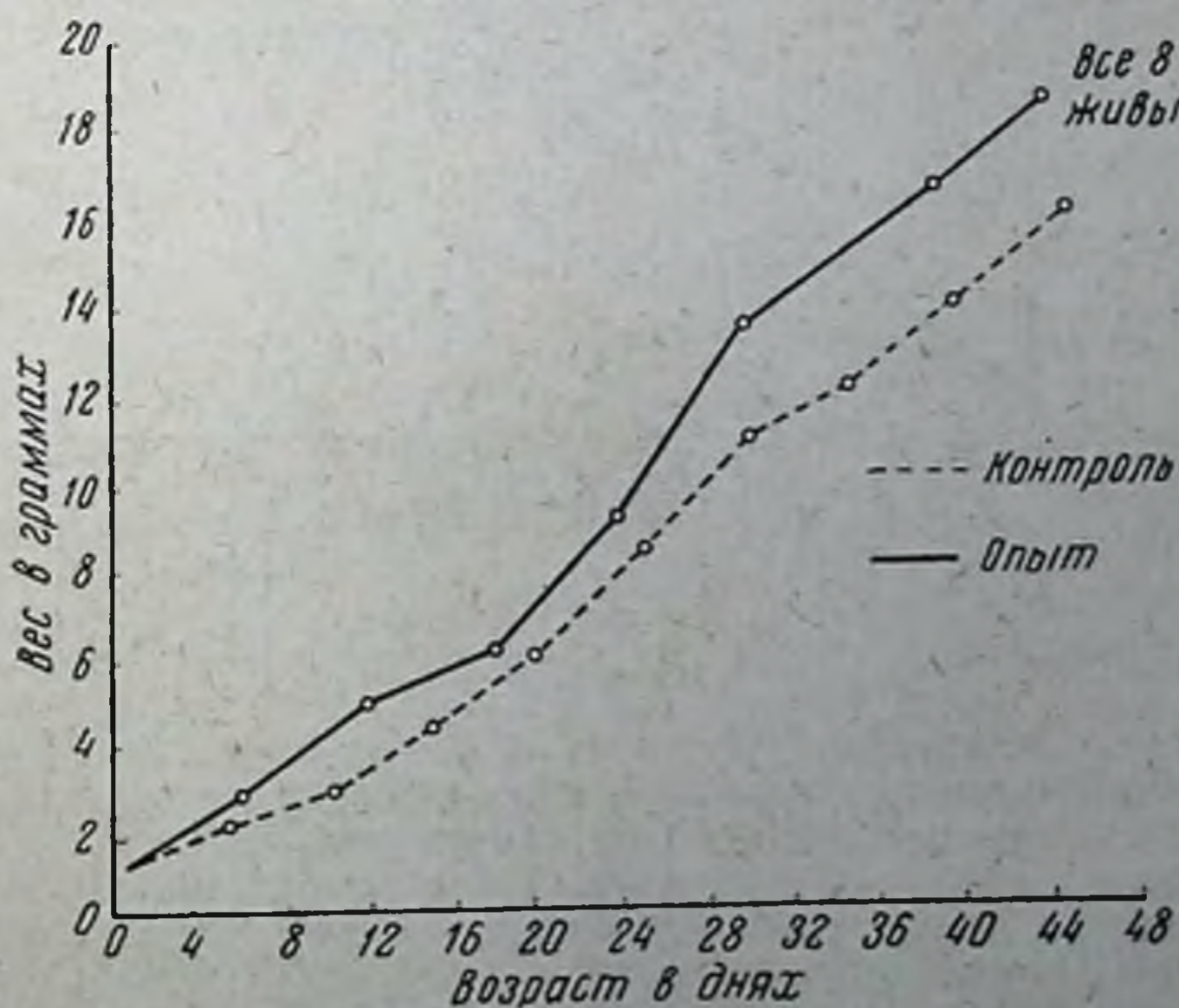


Рис. 183.

Одиннадцатая и двенадцатая самки облучались по 5 раз в течение 3 мин. во вторую половину беременности. Обе сидели вместе и одновременно родили в одно гнездо 17 мышат (одна 8 шт., а другая 9 шт.). Все мышата отличались очень малым весом после рождения, но к взрослому возрасту развились все хорошо, ни один из них не пал.

Тринадцатая самка облучалась 7 раз во вторую половину беременности. Родила 5 мышат. Три из них развивались очень быстро;

к 10-дневному возрасту они весили в полтора раза больше контрольных. Два мышенка развились и весили нормально.

Четырнадцатая и пятнадцатая самки облучались 10 раз по 5 мин., начиная с момента помещения вместе с самцом. Беременность у них не наступила.

При всех тех же условиях, только на другом генераторе (типа ВПЭМ-3) опыты были повторены.

Одна самка облучалась 6 раз по 5 мин., начиная с середины беременности. Родила в срок 6 нормальных мышат. В начале 2-го месяца обнаружена разница в весе у части мышат в сторону стимулирования и у другой — в сторону угнетения. Результаты выражены на кривой рис. 184.

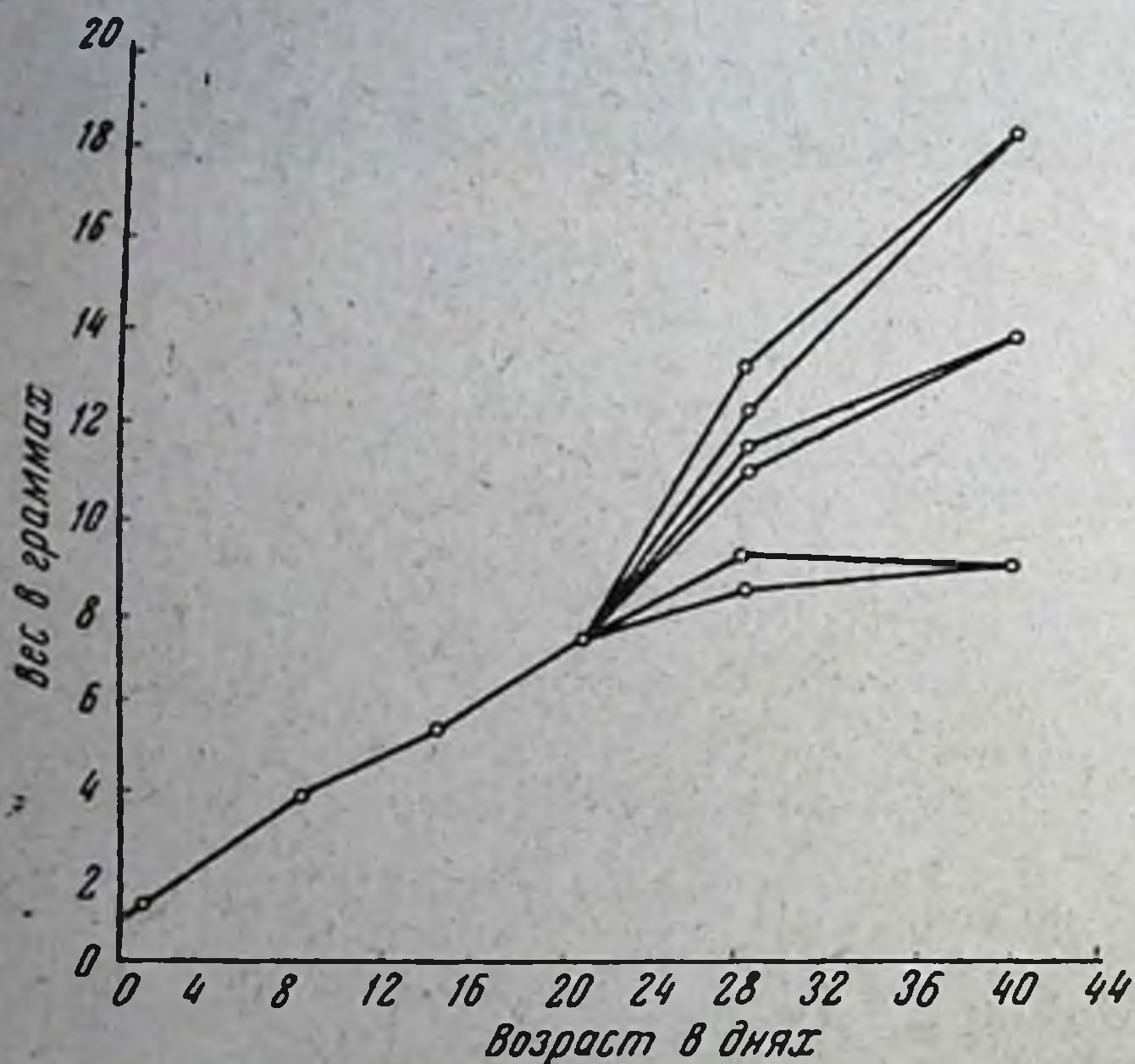


Рис. 184.

Вторая самка облучалась 6 раз по 5 мин. с середины беременности. Родила в срок 9 мышат, дальнейшее развитие которых, как и в первом случае, неодинаково (см. кривую рис. 185).

Третья самка облучалась 7 раз по 5 мин. после того, как была помещена с самцом, но беременность не наступала в течение 3 месяцев после прекращения облучения.

Четвертая самка, беременная, облучалась 2 раза при 0,2 А по измерительному контуру, а затем 1 раз облучена в течение 5 минут при 0,4 А. После третьего облучения самка погибла.

Пятая и шестая самки облучались 2 раза при 0,2 А в поле по 5 мин. и 2 раза по 3 мин. при 0,4 А. Обе родили в одно гнездо 9 мышат нормального веса. Вначале все развивались хорошо. Через 2 недели 4 мышенка постепенно начали худеть и пали в течение 1½ мес. Оставшиеся 5 мышат выглядели очень живыми, в весе все время были выше нормального; 2 из 5 весили даже в полтора раза больше нормальных (рис. 186).

Далее опыты ставились на том же генераторе и той же частоте, но при силе тока 0,7 А по измерительному контуру

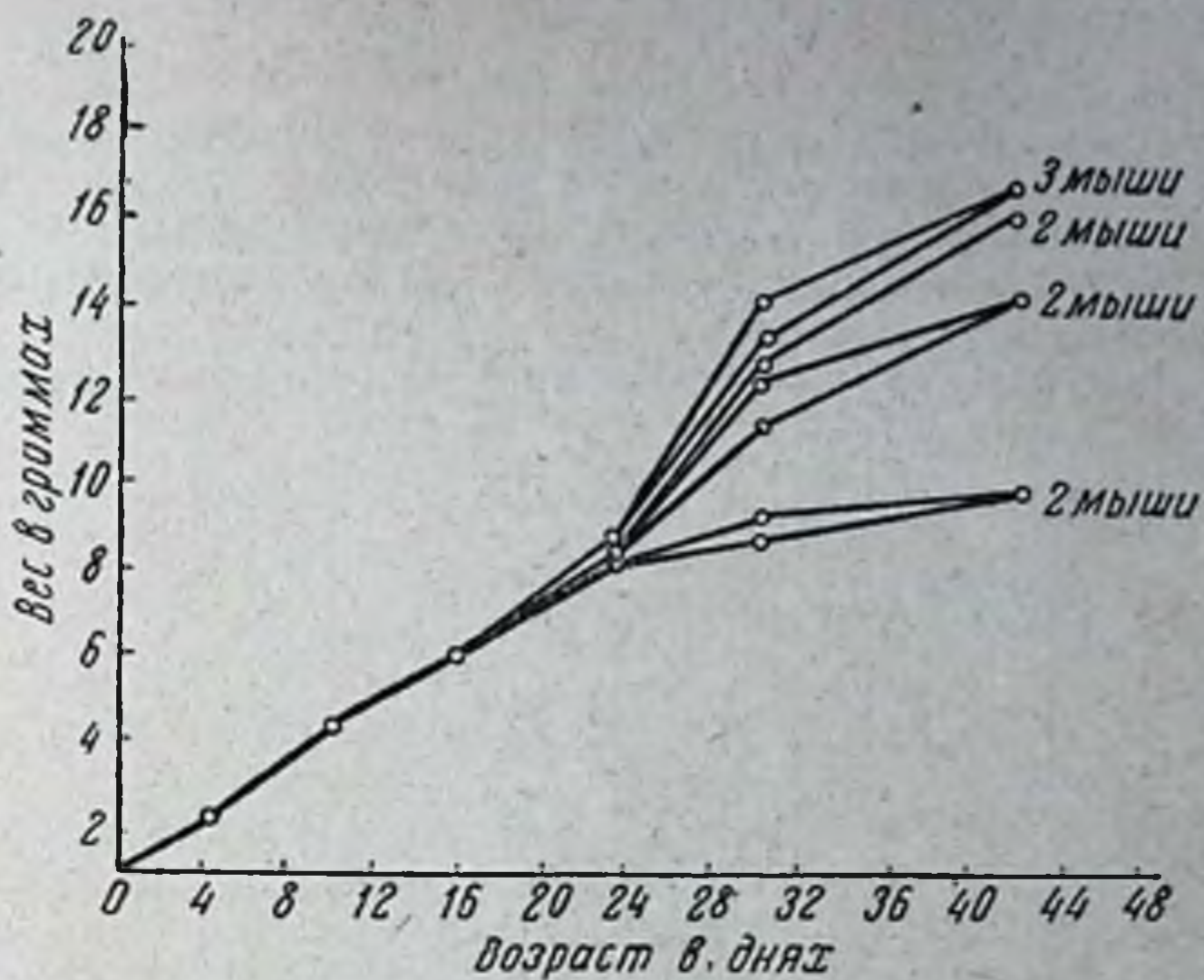


Рис. 185.

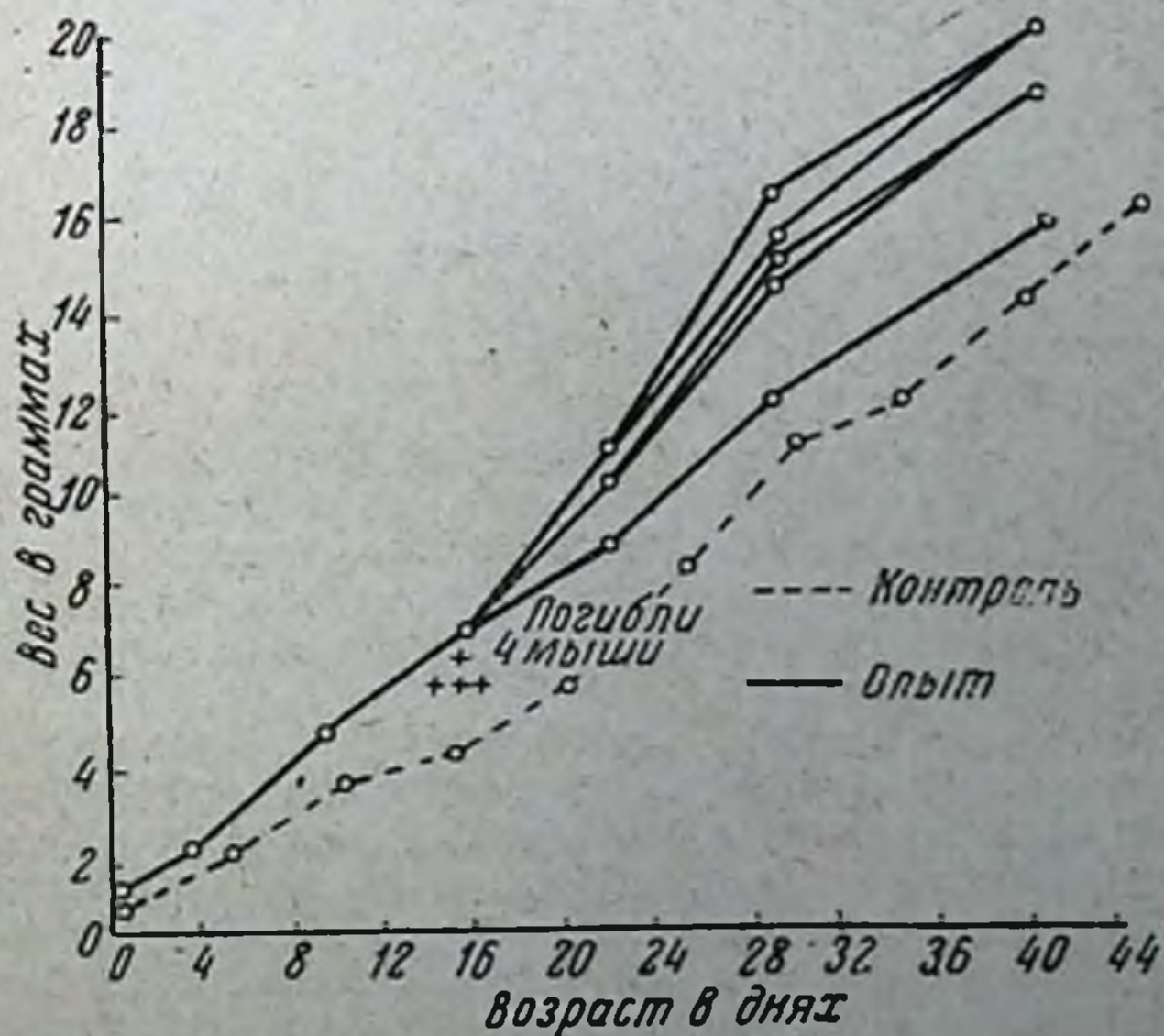


Рис. 186.

(в поле). Пластины конденсатора 3×6 см с расстоянием в 6 см. Шесть самок были посажены вместе с самцами. Из них три самки облучены одновременно по 15 сек. в тот же день. Из трех одна родила на 20-й день после облучения 4 мышат. На 6-й день все

мышата пали. У второй из трех беременность в результате облучения не наступила вовсе. У третьей беременность наступила лишь с задержкой на 4 недели. Родила 10 слабых мышат, из которых 4 плохо развивались и постепенно падали, а остальные 6 поправились и в дальнейшем развивались нормально.

Три самки из шести при той же частоте и силе тока были облучены по 20 сек. на 12-й день после соединения их с самцами: мы предполагали подействовать УВЧ в середине беременности. В этом случае беременность не наступила ни у одной мыши.

Следующие три самки были посажены с самцами в разное время после облучения.

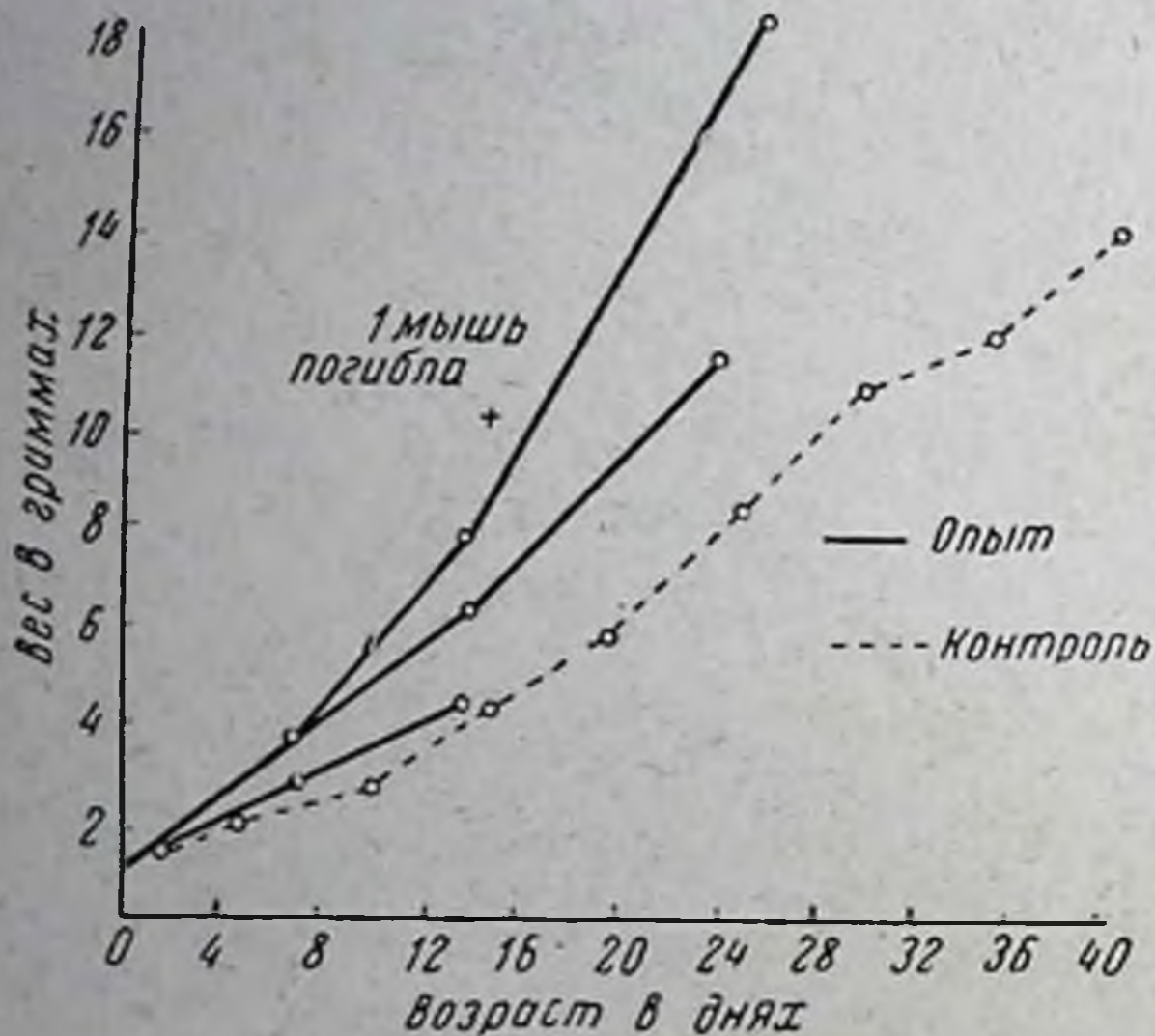


Рис. 187.

Первая самка была предварительно облучена три раза по 15 сек. и помещена с самцом на 15-й день после прекращения облучения; в этом случае беременность не наступила вовсе.

Вторая самка была облучена три раза по 15 сек. на 5-й, 7-й и 9-й дни после помещения с самцом. Родила в срок 7 мышат, которые развивались нормально.

Третья самка была облучена 15 сек. при силе тока 0,7 А и в тот же день была помещена с самцом. Беременность наступила больше чем через месяц по прекращении облучения. Родила 4 мышат, из которых один был настолько мал и слаб, что пал в первые дни. Остальные три очень быстро развивались и прибавляли в весе. К концу первого месяца два из трех весили в полтора раза больше контрольных и третьего из того же гнезда (см. кривую рис. 187).

На частоте 120 мегациклов при силе тока в 0,5 и 0,2 А были облучены 9 самок на генераторе типа ВИЭМ-3.

Первая самка облучена всего 5 раз (0,5 А) по 1,5 мин.: 1 раз до наступления беременности и 4 раза в течение беременности. Роды были патологическими. В течение двух суток самка рожала по 1 и 2 мышенка. Все мышата (8 штук) были недоразвиты и родились в мешках, за исключением одного, который был нормален и родился без мешка. Самка опра-

вилась, но в течение 3-месячного наблюдения она больше не беременела, хотя находилась все время с самцом.

Вторая самка облучалась при сохранении всех тех же условий, что и в первом случае, но не забеременела вовсе.

Третья самка облучалась 2 раза до беременности и 1 раз в начале беременности. Родила 7 нормальных мышат и двух недоносков, которые на 3-й день все погибли. Мышата развивались вначале очень неравномерно, а затем, когда они начали самостоятельно питаться, то опередили в весе контрольных мышат.

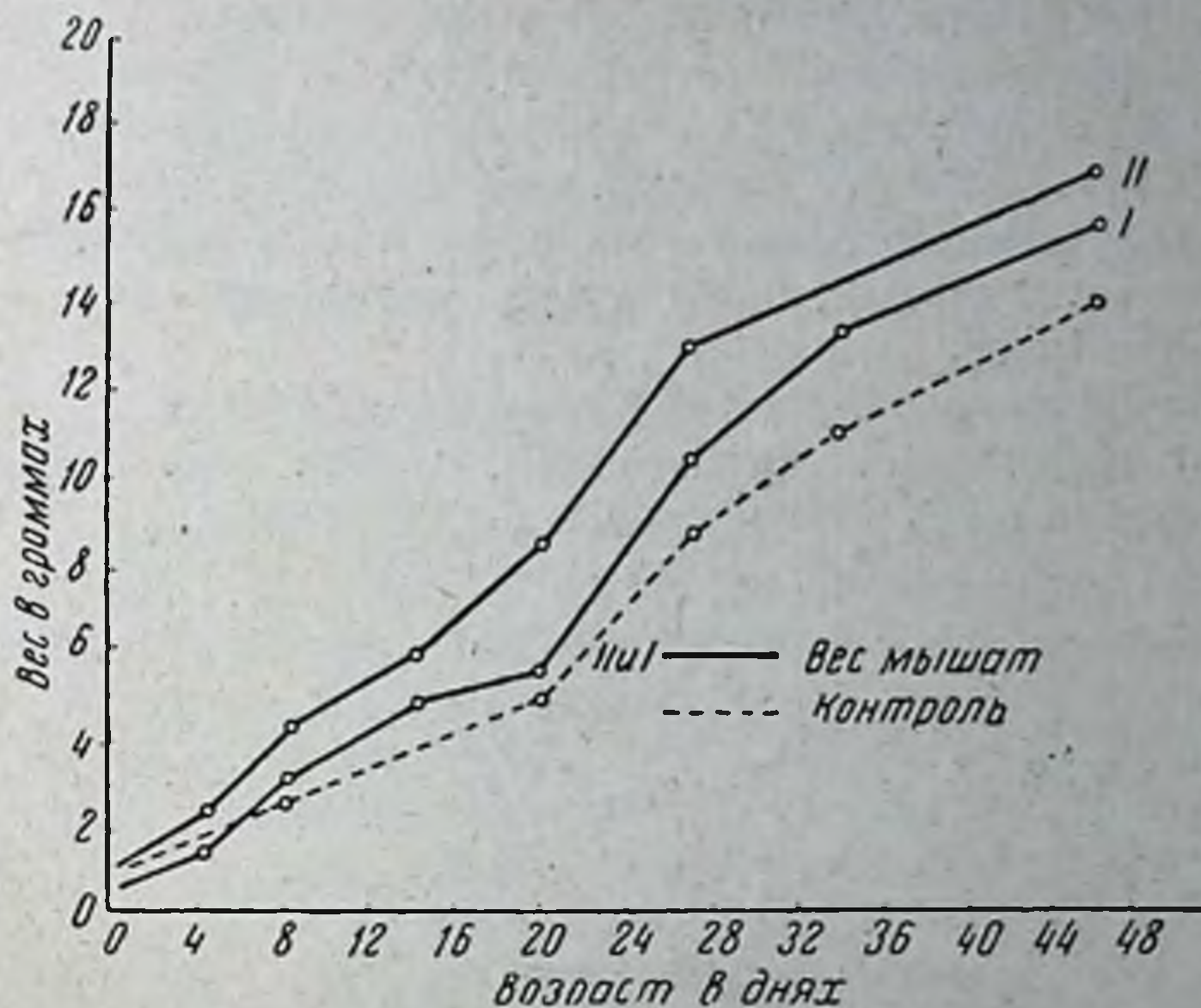


Рис. 188.

Четвертая самка облучалась 2 раза до беременности. Мышата родились нормальными, но развивались неравномерно—то отставали в весе от контрольных, то опережали, но, в конце концов, развились нормально.

Пятая и шестая самки облучались 3 раза по $1\frac{1}{2}$ мин. в начале беременности. Все мышата очень быстро развивались и опережали в весе контрольных.

Следующие три самки облучены той же частотой—120 мегациклов при силе тока в 0,2 А.

Первая и вторая самки облучались по 15 мин. 1 раз до беременности и 4 раза в первую половину беременности. Роды у обеих самок были нормальными. Первая родила 9 мышат, а вторая—в то же гнездо 7 мышат на день позже. Вес мышат от обеих самок был больше веса контрольных мышат. Данные изображены на рис. 188.

Третья самка облучалась в конце беременности три раза по 15 мин. Родила 9 очень слабых и мелких мышат. Мышата развивались сначала неравномерно и очень отличались друг от друга по весу, но затем выравнивались и через месяц догнали и даже опередили контрольных мышат.

Заключение

1. Помещение в поле УВЧ беременных мышей может при известных условиях (частота, экспозиция, интенсивность воздействия и т. д.) вызывать тяжелые повреждения эмбрионов и резко влиять на течение всего эмбрионального, а иногда и постэмбрионального развития без видимых повреждений матери.

2. Вышеназванные повреждения сказываются в недоразвитости, нежизнеспособности соответствующих детенышей и резком отставании их в весе от контрольных (депрессивный эффект).

3. Следует, однако, отметить, что наряду с этим отмечены и случаи стимуляции жизненных процессов у потомства облученных самок. Условия, вызывающие эти изменения, пока еще недостаточно ясны.

4. Приведенные факты диктуют самую большую осторожность при облучениях беременных женщин, ставя прямо под вопрос допустимость этого мероприятия вообще.

ЛИТЕРАТУРА

1. Oettingen, Gundel, Hook u. Schultze-Rhönhof, *Strahlenther.*, 41, 251, 1931.—2. Reiter T., *Deut. med. Wschr.*, S. 1497, 1933.—3. Pflomm E., *Münch. med. Wschr.*, S. 1854, 1930.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА СООТНОШЕНИЕ ЗОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ У ПОТОМСТВА ЖИВОТНЫХ¹

Е. А. Айзикович и Р. Е. Братковский

Под влиянием электрического поля ультравысокой частоты (УВЧ) происходят разнообразные функциональные изменения в животном организме. Они сказываются на физиологических свойствах клетки, морфологическом строении тканей, активной реакции крови, вызывая глубокие сдвиги в обмене веществ с изменением терморегуляции и жизнедеятельности всего организма. А priori можно было ожидать, что развитие потомства, как одна из важнейших функций животного организма, не может оставаться безразличным к биодействию токов ультравысокой частоты.

В этом воздействии особенно рельефно выявляется двухфазность влияния УВЧ: стимуляция процессов роста малыми дозами и их торможение сильными. Нет сомнения, что изучение влияния электрического поля УВЧ на процессы размножения, развития и роста имеет не только академический интерес, но и может послужить практическим целям (в животноводстве, растениеводстве, селекции и т. п.).

Впервые итальянские авторы М е ц ц а д р о л и и В а р е т о н (Mezzadrolì e Vareton) показали, что воздействие УВЧ значительно ускоряет прорастание семян и стимулирует рост стеблей, которые по сравнению с контрольными становятся толще и сочнее. Такие результаты они получили при кратковременном воздействии; наоборот, продолжительное и однократное воздействие, по данным указанных авторов, ведет к торможению роста.

¹ Из биохимической лаборатории (проф. П. П. Астанин) физико-физиологического отделения (проф. П. С. Купалов) отдела колебательной физики ВИЭМ.

Имея своим заданием широкое изучение биодействия УВЧ на животный организм, наш отдел, естественно, не мог не включить в тематику своих работ вопросов влияния этого фактора на рост и развитие потомства. Наблюдения К. П. Г о л ы ш е в о й показали, что воздействие УВЧ оказывает значительное влияние на эмбриональное развитие животных. Так, в одной из серий ее опытов выявились заметные дефекты у новорожденных от самок, подвергавшихся однократному воздействию УВЧ. Эти изменения выражались в следующем: у новорожденных мышей были отмечены отсутствие одной или двух конечностей, кератит с обильным гнойным выделением, мумификация хвоста и конечностей; в другой серии опытов наблюдались парез задних конечностей, некроз хвоста и значительное отставание в развитии по сравнению с контрольными. С другой стороны, отмечено и стимулирующее действие УВЧ (сравнительно слабых доз) на рост и развитие животных (Г о л ы ш е в а и А н д р и я ш е в а).

Из совокупности наблюдений над развитием потомства животных, подвергавшихся влиянию УВЧ (сравнительно больших доз), наше внимание остановилось на факте угнетающего действия УВЧ на рост молодых животных. Это тем более показательно в случаях однократного и непродолжительного воздействия УВЧ (Г о л ы ш е в а). Анализируя имеющийся по данному вопросу литературный материал и полученные в нашем отделе данные, мы предположили, что одной из основных сторон действия УВЧ на рост животных являются глубокие биохимические изменения, очевидно, связанные с резким нарушением минерального обмена. Предпосылкой к тому явились результаты экспериментальных исследований нашей лаборатории, показавшие, что воздействие УВЧ вызывает значительные сдвиги в обмене веществ. Эти изменения варьируют в зависимости от интенсивности воздействия и сводятся: к гипер- и гипогликемии, к изменениям азотистого метаболизма и окислительных процессов, к сдвигу активной реакции крови, значительным изменениям основного обмена и т. д., что, по видимому, связано с усилением катаболизма.

Настоящее исследование представляет собой попытку выяснить, не является ли глубокое нарушение в минеральном балансе организма одной из причин задержки роста у животных, подвергаемых действию УВЧ. Для этой цели, помимо общего наблюдения за развитием новорожденных, в организме последних определялось общее количество золы, ее процентное отношение к весу животного, а из состава золы—количество фосфора и кальция—этих важнейших биогенных элементов, играющих существенную роль в процессах роста и развития животных.

Экспериментальная часть

Опытные животные—мыши-самки, в количестве 22, одного и того же возраста, почти одинакового веса, содержались при однотипных условиях пищевого и водного режима. Воздействию УВЧ подвергались четырнадцать самок в течение всего периода беременности. Под наблюдением опытные животные находились пять месяцев.

Беременные самки подвергались воздействию УВЧ ежедневно—каждая в отдельности, при частоте 50 мгHz, силе тока в измерительном контуре 0,3 А, длительности сеанса 1 мин. и расстоянии между пластинами 13 см (пластины площадью 2,5 × 5,0 см). Использовался генератор ВИЭМ-5 с выпрямителем. На время воздействия мышь помещалась в картонную коробку, которая устанавливалась в центре поля конденсатора. Количество сеансов воздействия для каждой беременной

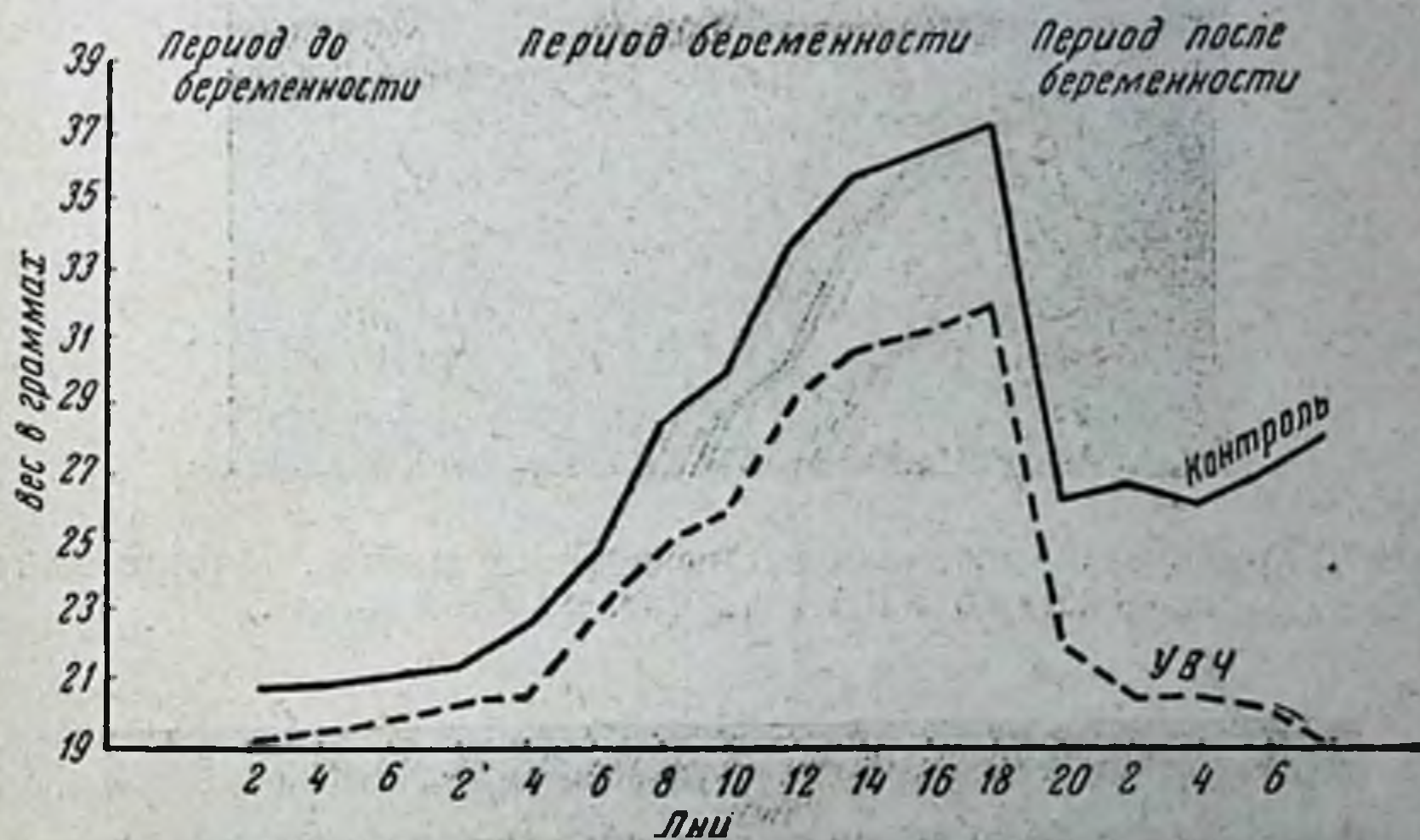


Рис. 189. Кривые веса облучавшихся и необлучавшихся беременных самок.

мыши равнялось 15. У всех подопытных животных ежедневно определялся вес и велись наблюдения над температурой, общим поведением и развитием.

Следует отметить, что опытные животные в момент воздействия УВЧ пребывали в возбужденном состоянии, вздрагивали, иногда визжали; после же воздействия в состоянии мышей особых отклонений не отмечалось. В отношении своего веса мыши, подвергавшиеся воздействию УВЧ указанной дозы, заметно отставали от контрольных (рис. 89).

Имели место случаи появления трофических изменений у облучавшихся животных, как мумификация хвоста, отеки, некроз конечностей и т. п. (рис. 190 и 191), наблюдавшиеся до нас К. П. Голышевой.

Опытные животные по истечении срока беременности (1—22 дня) давали потомство в количестве 6—7 мышей. Из новорожденных мышей 1—2 брались для химических исследований, остальные находились под нашим наблюдением в течение последующих четырех месяцев. Взятые для исследования мыши тотчас после рождения взвешивались и опускались в колбу Кьельдаля емкостью в 50 см³, куда прибавлялось 10 см³ концентрированной азотной кислоты (уд. вес 1,4). Через час, в течение которого животное полностью разрушалось, в колбу прибавлялось 0,5 см³ перекиси водорода, и раствор осторожно нагревался на огне до получения

сухого остатка. Полученный остаток повторно обрабатывался азотной кислотой и перекисью водорода до тех пор, пока не становился совершенно белым. После этого остаток растворялся в слабой соляной кислоте ($n/10$),



Рис. 190: Трофические изменения конечностей у мышей, подвергавшихся воздействию УВЧ (сравнит. сильной дозы).



Рис. 191. То же хвоста.

и раствор переводился в измерительную колбу на 50 см^3 . Определение количества зола всего организма новорожденного производилось в $1/10$ части полученного раствора.

Пользуясь указанной методикой, мы в первую очередь установили процентное содержание золы в организме контрольных новорожденных мышей. Как видно из табл. 1, в норме процент золы в среднем колеблется в пределах 3,7 по отношению к общему весу животного.

Т а б л и ц а 1
Содержание золы в организме новорожденных мышей
(в норме)

№ опыта	Вес мышей г	Вес золы мг	Процент золы к общему весу
5	1,82	60	3,2
6	1,80	55	3,0
9	1,84	60	3,1
13	1,04	35	3,3
15	1,23	50	4,0
16	1,01	35	3,4
19	1,01	45	4,4
25	1,09	40	3,7
26	1,07	45	4,2
31	1,40	60	4,3
33	1,49	60	4,0
			В среднем 3,7

Согласно гипотезе Ч е р н и (Czerpy), новорожденный организм получает от матери по наследству определенный запас зольных элементов. Во время лактации постоянный минеральный состав организма новорожденного поддерживается при кормлении молоком матери.

Полученные нами данные, находящие подтверждение и в исследовании А б д е р х а л ь д е н а (Abderhalden), говорят об известном постоянстве в содержании золы у потомства животных.

Исследования новорожденных от самок, подвергавшихся воздействию электрического поля УВЧ, представлены в таблице 2.

Как видно из сопоставления табл. 1 и 2, количество золы в организме новорожденных от самок, подвергавшихся воздействию УВЧ, отстает от контрольных в среднем на 21,6%.

Из зольных элементов в первую очередь мы остановились на определении фосфора и кальция.

«Без фосфора нет жизни» — говорит Б ю х н е р (Büchner). В животном организме фосфор входит в состав трех органических веществ, имеющих столь важное физиологическое значение:

Т а б л и ц а 2

Содержание золы в организме новорожденных от самок, подвергавшихся воздействию электрического поля УВЧ

№ опыта	Вес мышей	Вес золы мг	Процент золы к общему весу
4	1,70	45	2,6
10	1,99	60	3,0
11	1,93	60	3,1
12	1,94	55	2,8
14	1,98	60	3,0
18	1,66	45	2,1
20	1,19	40	3,3
21	1,94	60	3,1
22	1,82	45	2,4
23	1,84	55	2,9
24	1,99	55	2,7
27	1,85	60	3,2
29	1,20	35	2,9
			В среднем 2,9

лецитина, нуклеина и глицерино-фосфорной кислоты. Как известно, фосфор составляет неотъемлемую часть нервной и костно-мышечной системы; недостаточное содержание фосфора в питательной среде приводит животных и растительные организмы в состояние истощения и останавливает их развитие (Д а н и л е в с к и й). У м и к о в в обстоятельной работе показал, что пища, не содержащая ни белкового, ни лецитинового фосфора, не в состоянии поддержать жизнь животного, несмотря на присутствие в пище необходимого количества белков, жиров, углеводов и солей. В организме при такой пище происходит распад тканей, на что указывает усиленное выделение мочой общего азота и фосфорных соединений. Это находит также подтверждение в опытах , Т о м а ш е в а и И л ь и н а, показавших, что потеря при голодании четверти всего белкового фосфора ведет к гибели животного.

Биологическое значение фосфора достаточно выяснено классическими работами А б д е р х а л ь д е н а, К о с с е л я (Kossel), М. С. М а с л о в а, школы проф. А. Д а н и л е в с к о г о и др.

Значимость фосфора тем более велика для молодых растущих организмов. К а м е р е р и С о л ь д н е р (Camerer и Soldner) показали, что P_2O_5 в золе новорожденных животных и человека содержится в значительно большем количестве,

чем прочие зольные элементы. По их данным, у новорожденного ребенка на 100 весовых частей золы приходится:

P_2O_5	38,9
CaO	36,1
Na_2O	9,1
K_2O	7,8
Cl	7,7
MgO	0,9
Fe_2O_3	0,8

Исследования состава золы ряда новорожденных животных также показали, что в организме последних фосфор занимает первое место. Так, P_2O_5 у собаки составляет 39,4% общего количества золы, у кролика—37,6% (А й з и н к о в и ч), у морской свинки—42,25% (М. М а с л о в). Фосфор имеет неравномерное распределение в органах тела: чем важнее функция органа, тем он богаче фосфором. Наибольшее количество фосфора содержится в центральной и периферической нервной системе; по Ш а у м а н н у (Schaumann), P_2O_5 в человеческом мозгу составляет 49% состава золы. Характерна установленная связь между содержанием фосфора в нерве и наличием местного патологического процесса. Количественное содержание фосфора в травмированном нерве по Х а л и б у р т о н у (Haliburton) значительно уменьшается, особенно при наличии трофических изменений в тканях. Экспериментально установлена определенная зависимость между содержанием фосфора в первах и наличием пареза конечностей у животных, сопровождаемого трофическими язвами или отечностью окружающих тканей [Г е к к е р и В и н т е р ш т е й н (Gekker u. Winterstein), П е р и х а н я н ц, Б р а т к о в с к и й, П е в з н е р и др.]. С этой точки зрения приобретает особый интерес изучение фосфорного баланса в организме новорожденных животных под влиянием электрического поля УВЧ, вызывающего при сильной дозе, по наблюдениям Г о л ы ш е в о й и нашим, ряд трофических изменений у облучаемых животных, как мумификация хвоста, кератит, отечность и парез конечностей.

Определение фосфора производилось по методу С а м с о н а (Samson). Результаты исследований иллюстрируются таблицами 3 и 4.

Данные табл. 3 и 4 показывают, что в организме новорожденных от самок, подвергавшихся воздействию УВЧ, происходит заметное уменьшение количества фосфора, в среднем на 28,6% по сравнению с контрольными.

При пересчете данных указанных таблиц в миллиграмм-эквиваленты P_2O_5 в среднем получается: в норме 0,90 мг-экв., при УВЧ 0,74 мг-экв., т. е. в последнем случае на 29% меньше нормы.

Т а б л и ц а 3

Содержание фосфора в золе поворожденных мышей
(контрольных)

№ опыта	Вес зола мг	Вес фосфора мг	Процент фосфора к весу зола
5	60	5,87	9,8
6	55	4,95	9,0
9	60	5,45	9,1
13	35	3,52	10,1
15	50	4,65	9,3
16	35	3,61	10,3
19	45	3,82	8,5
25	40	3,68	9,5
26	45	5,78	12,8
31	60	5,84	9,7
35	60	5,76	9,6
			В среднем 9,8

Т а б л и ц а 4

Содержание фосфора в золе новорожденных мышей,
подвергавшихся воздействию электрического поля
УВЧ

№ опыта	Вес зола мг	Вес фосфора мг	Процент фосфора к весу зола
4	45	2,85	6,4
10	60	3,49	5,8
11	60	4,08	6,8
12	55	4,31	7,8
14	60	4,38	7,3
18	45	3,20	7,1
21	60	4,14	6,9
22	45	1,98	4,4
24	55	4,30	7,8
23	55	4,53	7,6
27	60	4,49	7,5
20	40	2,93	7,3
29	35	2,82	8,0
			В среднем 7,0

Наравне с фосфором и кальциевые соли, как пластический материал, имеют важное значение в формировании растущего организма. Как известно, почти 99% всего кальция в организме содержится в костной системе, остальное же приходится на другие органы и ткани. Связь между кальциевым и фосфорным обменом выражается коэффициентом Са:Р, который является для данного состояния животного некоторой постоянной величиной.

В условиях наших исследований определение кальция имело особое значение, так как по изменению количества кальция в сравнении с фосфором можно судить, являются ли причиной потери фосфора процессы деминерализации или усиленного катаболизма.

Ниже приведены данные анализов золы на содержание кальция в организме новорожденных, как контрольных, так и от самок, подвергавшихся воздействию электрического поля УВЧ (табл. 5 и 6).

Определение кальция производилось по методу де-Ваарда (de-Waard).

Т а б л и ц а 5

Содержание Са в золе новорожденных мышей
(контрольных)

№ опыта	Вес зола мг	Вес Са мг	Процент Са к весу зола
5	60	6,0	10,0
6	55	5,2	9,5
9	60	5,8	9,7
15	50	6,8	13,6
16	35	5,2	14,6
19	45	8,0	15,1
25	40	5,4	13,5
26	45	6,4	14,2
			В среднем 12,0

При пересчете данных указанных таблиц в миллиграмм-эквиваленты СаО в среднем получается: в норме 0,30 мг-экв. при УВЧ 0,35 мг-экв., т. е. воздействие электрического поля УВЧ особых изменений в содержании Са у новорожденных не вызывает.

Установленная потеря фосфора должна быть отнесена за счет распада органических фосфорсодержащих соединений

Т а б л и ц а 6

Содержание Са в золе новорожденных от мышей,
подвергавшихся воздействию УВЧ

№ опыта	Вес зола мг	Вес Са мг	Процент Са к весу зола
11	60	7,0	11,7
20	40	4,8	12,0
21	60	6,0	10,0
24	55	8,6	14,7
23	55	8,2	14,9
27	60	8,2	13,7
12	55	8,0	14,5
14	60	8,4	14,0
29	35	4,0	11,4
			В среднем 13,0

в связи с общим усилением катаболизма под влиянием электрического поля УВЧ. Насколько потеря кальция характерна для нарушения обмена в костной ткани, настолько уменьшение фосфора в организме типично для нарушения обмена в нервной системе. Поэтому задержка роста у новорожденных, целый ряд нервных расстройств (параличи и парезы у наших опытных животных) могут стоять в связи с нарушением фосфорного обмена.

Заключая изложенное, мы приходим к нижеследующим выводам:

1. Воздействие электрического поля УВЧ при частоте в 50 мгHz и силе тока в измерительном контуре 0,3 А, продолжительности сеанса 1 мин. (электроды—пластины 2,5×5,0 см, расстояние между ними 13 см) на беременных животных оказывает значительное влияние на их потомство, вызывая задержку в развитии и росте новорожденных.

2. Количество зола в организме новорожденных от самок, подвергавшихся воздействию УВЧ, отстает от контрольных на 21,6%.

3. Под влиянием УВЧ получается заметное уменьшение количества фосфора в организме новорожденных (в среднем на 28,6%).

4. Содержание Са в организме потомства животных особому изменению под влиянием УВЧ не подвергается.

ЛИТЕРАТУРА

1. A b d e r h a l d e n, *Tabulae Biologicae*, 1926.—2. A i s i k o - w i t s c h, *Ztschr. f. d. g. Phys. Ther.*, 40, № 4, 1931.—3. B ü c h n e r, цит. по Клини. журн. «Туберкулез», 1912.—4. C a m e r e r u. S o l d n e r, *Ztschr. f. Biol.*, 40, 1900.—5. C z e r n y, цит. по Томашеву, Дисс. В.-М. А., 1916.—6. G e k k e r, W i n t e r s t e i n, H a l b u r t o n, цит. по Певзнеру, Курорт. и физиотер., 1935.—7. K o s s e l, S c h a u m a n n H., цит. по Маслову, Дисс. В.-М. А., 1913.—8. M e z z a d r o l i e V a r e t o n, *Atti Accad. Lincei*, 11, 93 и 219, 1930.—9. Г о л ы ш е в а и А н д р и я ш е в а, Бюлл. ВИЭМ, № 3—4, 1934.—10. Д а н и л е в - с к и й, Физиологический сборник, 1912.—11. П е р и х а н ь я н ц, Б а р у н и н, Б р а т к о в с к и й, П е в з н е р, Труды Лен. инст. физиот. и курорт., вып. 2, 1935.—12. Т о м а ш е в и И л ь и н, цит. по Орлову, Клини. журнал «Туберкулез», № 3, 1912.—13. У м и к о в, Дисс., 1895.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (УВЧ) НА СОДЕРЖАНИЕ ГЛЮТАТИОНА И КАТАЛАЗЫ В КРОВИ КРОЛИКОВ¹

Р. Е. Братковский и А. А. Алексеева

Под влиянием электрического поля УВЧ происходят значительные сдвиги в окислительных процессах и азотистом метаболизме, что установлено одним из нас (Братковский). Эти изменения варьируют в зависимости от интенсивности воздействия. При относительно малых дозах УВЧ и однократном общем воздействии (повышение температуры *in recto* на 0,5—0,6°C) происходит увеличение суточного азота мочи и заметное повышение окислительных процессов. Вызванные изменения держатся в течение 7—8 дней, после чего возвращаются к норме.

При анализе полученных данных мы полагали, что в основе этого феномена лежит усиление под влиянием УВЧ деятельности диссимиляторных органов: надпочечников, щитовидной железы и отчасти гипофиза. Тот факт, что даже кратковременное воздействие УВЧ вызывает гипергликемию, указывает на то, что вначале, очевидно, имеет место проявление адреналиновой реакции, а быстрое возвращение уровня сахара к норме свидетельствует о лабильном характере этого эффекта. При относительно сильных дозах (температура *in recto* повышается на 1—2°) наблюдалась другая фаза действия: понижение окислительных процессов и заметное уменьшение выделения азота мочи.

Установленный характер изменения окислительных процессов по окислительному коэффициенту мочи послужил поводом для исследования глутатиона и каталазы крови как биохими-

¹ Из биохимической лаборатории (проф. П. П. Астанин) физико-физиологического отделения (зав.—проф. П. С. Купалов) отдела колебательной физики ВИЭМ.

ческих показателей, имеющих отношение к характеристике окислительных процессов.

Вопрос о значении глутатиона в животном организме получил в многочисленных работах широкое, хотя далеко еще не полное освещение. При исследовании глутатиона выяснилось, что он относительно термостабилен и не подвергается гидролизу. По своему химическому составу глутатион представляет трипептид, содержащий цистеин, и имеет две формы—окисленную и восстановленную. Интересно заключение А б е л я (Abel), что инсулин является альбумозой, содержащей цистеин. Этим объясняется, что как инсулин, так и глутатион ведут себя однотипно при окислительных процессах. Распространение глутатиона в животном организме неравномерно, особенно много его находится в печени.

Учение о глутатионе как об окислительно-восстановительной системе за последнее время значительно расширилось. Выяснилось, что глутатион принимает большое участие в ферментативных процессах, в частности при протеолизе [В а л ь д ш м и д т - Л е й т ц (Waldschmidt-Leitz)] и амилолизе. П р и н г ш а й м (Pringschaim), Б л ю м (Blum) определенно заявляют, что глутатион является основным веществом, регулирующим окислительно-восстановительные процессы в животном организме.

Г а н д о в с к и й (Handowsky) также утверждает, что глутатион имеет отношение к окислительным процессам, к расщеплению углеводов, к распаду белков и к коллоидно-химическим изменениям последних.

В клинике глутатион стал предметом многочисленных исследований, где даже делаются попытки судить об эффективности тех или иных методов лечения по уровню глутатиона в крови. Выяснением физиологических колебаний глутатиона у нормальных людей занимались В а л е р а, А п о л о и В и л а р (Walera, Apolo, Vilar). Этим авторам удалось установить, что количество глутатиона при диабете, желтухе, анемиях и беременности меньше, чем в норме. Значительное понижение глутатиона в крови наблюдается у раковых больных, в то время как сами раковые опухоли обогащены глутатионом [В и л ь г е л ь м и Ш т е р н (Wilhelm u. Stern), Ф р а г а у т и М и н о п о л а с (Fragaut u. Minopolas)].

Большое количество исследований было проведено на экспериментальных животных. Так, О х а ш и и К а н а м е (Ochashi a. Kaname) нашли, что под влиянием различных доз, введенных инъекцией желчных кислот, наступают значительные изменения в содержании количества глутатиона селезенки. Рядом исследований доказано, что рост и развитие организмов вызывают увеличение глутатиона, причем образование последнего идет параллельно развитию животного. Следует отметить, что как

окислительно-восстановительная система глутатион имеет значение преимущественно в крови. Роль глутатиона как окислительно-восстановительной системы в органах признается не всеми [Бирнх (Birich)], хотя в 1921 г. Гопкинс (Hopkins) утверждал, что глутатион ускоряет поглощение кислорода мышцами.

К ферментам, играющим роль в окислительно-восстановительных процессах, ряд авторов относят также и каталазу. Ни один фермент так широко не привлекал внимания исследователей, как каталаза; изучению ее роли в организме посвящено несколько десятков лет. Каталазой одинаково интересуются биохимики, физиологи и патологи и не в меньшей степени клиницисты. Вместе с тем, несмотря на большую проделанную работу, значение каталазы в динамике ферментативных процессов остается еще недостаточно выясненным. Джем (Jolles), а также Лассером (Lasser) была высказана гипотеза, по которой между количеством каталазы в организме и интенсивностью окислительных процессов существует определенная зависимость. Этой же точки зрения придерживается Бурже (Burge) и его школа, считая, что всякое повышение окислительных процессов сопровождается увеличением каталазы в крови. К обратному заключению приходит Морголиус, считающий, что количество каталазы может служить мерой интенсивности обмена веществ в организме. Возможно, что изменение каталазного показателя в отдельных случаях действительно следует за интенсивностью окислительных процессов. Однако каталаза не является в прямом смысле окислительным ферментом [Робертсон (Robertson)]. Этим и объясняются, возможно, неожиданные колебания в каталазном показателе, так как он зависит от многих факторов; например, содержание каталазы крови изменяется от характера питания, вида животного, приема пищи и, наконец, от наличия антикаталазы (Штерн).

Иваницкий и Василенко в опытах над кошками обнаружили заметные колебания показателя каталазы: при даче молока показатель каталазы понижается, при кормлении мясом—повышается. На активность каталазы крови влияет также характер пищи, но эти колебания незначительны и находятся в пределах физиологических колебаний. Отмеченные рядом авторов индивидуальные колебания зависят, как доказано Гагариной, от антикаталазы.

Влияние температуры на колебания каталазы впервые изучил Фель (Fiel), установивший, что при понижении температуры показатель каталазы увеличивается. Действие на каталазу различных химических агентов представлено рядом экспериментальных исследований [Фавр (Favre). Винтерлейтц (Winterleitz), Степун, Гагарина и др.]. Авторы приходят к единодушному выводу, что неорганические соли, особенно тяжелых металлов, оказывают весьма вредное влияние на специфические свойства каталазы.

Экспериментальная часть

Для опытов были взяты 25 кроликов примерно одного возраста и веса и достаточно хорошего питания. Животные находились в одинаковых условиях пищевого и водного режима. Для установления нормальных колебаний до воздействия УВЧ была проведена серия опытов, в которых производилось два три определения глутатиона и пять—показателя каталазы. Кровь для исследования глутатиона бралась из сердца, для каталазы—из краевой ушной вены. Методика определения глутатиона—Вудворта и Фрая (Woodworth a.

Ггу). Показатель каталазы определялся по общеизвестному методу Баха и Зубковой.

Воздействие УВЧ производилось при частоте 50 мгHz; расстояние между пластинами конденсатора—45 см. Как правило у всех животных непосредственно до воздействия и во время сеанса УВЧ измерялась температура.

Исследование глутатиона

Первая серия опытов была проведена при относительно малых дозах УВЧ (0,15 А) и длительности сеанса 10 мин. Кровь для исследования глутатиона бралась тотчас и через час после окончания сеанса УВЧ.

Таблица 1

Нормальное содержание общего (G) и восстановленного (GH) глутатиона у кроликов, выраженное в миллиграммах на 100 см³ крови

№ кролика	До воздействия УВЧ								
	Первое определение		Второе определение		Третье определение		Среднее ¹		
	G	GH	G	GH	G	GH	G	GH	
1	36,84	26,81	32,00	25,30	30,70	25,17	33,18	25,09	
2	33,77	28,95	35,30	28,17	34,38	29,16	34,48	28,52	
3	28,92	16,23	29,16	18,92	27,30	19,00	28,46	18,05	
4	32,23	23,00	31,00	21,70	32,40	24,15	31,87	22,95	
5	37,70	21,50	35,30	23,30	—	—	36,50	22,10	
6	27,63	17,50	25,79	19,30	32,80	25,18	28,74	20,66	
7	27,00	19,40	26,10	21,50	—	—	26,55	20,45	
8	36,80	29,20	35,90	26,40	34,20	20,00	36,63	25,20	
							В среднем	32,05	22,87

Как видно из сопоставления табл. 1 и 2, при указанном режиме электрического поля однократное общее воздействие заметных изменений в содержании количества общего и восстановленного глутатиона не вызывает.

Результаты опытов, приведенные в табл. 3, получены при тех же условиях, за исключением длительности сеанса воздействия УВЧ, которая в этих опытах равнялась двадцати минутам.

Приведенные анализы показывают, что и при таком воздействии поля изменения в содержании общего и восстановленного глутатиона не обнаружено.

Т а б л и ц а 2

Общий (G) и восстановленный (GH) глутатион в миллиграммах на 100 см³ крови после 10-мин. воздействия УВЧ

№ кролика	Тотчас после УВЧ воздействия		Через час после УВЧ		Примечание
	G	GH	G	GH	
1	32,90	25,40	30,30	22,90	Особых колебаний количества эритроцитов в крови не наблюдалось
2	35,40	27,10	33,70	29,20	
3	29,18	19,80	36,10	16,90	
4	30,80	22,10	31,10	25,60	
5	33,70	26,90	37,50	26,50	
6	28,30	21,50	28,90	22,50	
7	25,30	16,80	26,90	19,10	
8	36,90	28,00	26,20	27,20	
В среднем	31,56	23,45	31,34	23,74	

Т а б л и ц а 3

Общий (G) и восстановленный (GH) глутатион в миллиграммах на 100 см³ крови после воздействия УВЧ в продолжение 20 минут

№ кролика	Тотчас после воздействия УВЧ			
	G	GH	G	GH
1	31,20	19,80	29,40	23,00
2	33,30	30,10	34,80	28,70
3	31,10	16,80	32,40	15,00
4	30,90	20,20	32,30	24,70
5	36,90	27,10	37,60	26,70
6	28,00	17,50	27,80	23,00
7	27,10	20,20	26,30	20,30
8	37,00	26,30	37,90	25,90
В среднем . . .	31,94	22,22	32,31	23,41

Вторая серия опытов проведена на шести других кроликах при силе тока по измерительному контуру в поле 0,25 А, расстоянии между пластинами 45 см и длительности сеанса 10 мин. При этом режиме воздействия температура повышалась (in recto) на два с лишним градуса и возвращалась к норме через час после окончания воздействия УВЧ.

Т а б л и ц а 4

Общий (G) и восстановленный (GH) глутатион в миллиграммах на 100 см³ крови при воздействии УВЧ в продолжение 10 минут (относительно сильная доза)

№ кролика	До воздействия УВЧ		После воздействия УВЧ		Температура	
	G	GH	G	GH	до УВЧ	после УВЧ
1	37,30	23,33	36,70	20,10	38,0	40,1
2	39,16	24,56	30,30	19,10	37,0	39,3
3	33,70	31,60	31,90	22,50	38,2	42,1
4	34,10	29,50	35,00	22,60	38,5	40,8
5	31,60	27,32	33,40	26,20	38,3	39,2
6	27,90	23,30	29,20	20,10	37,9	39,8
В среднем.	33,96	26,61	32,08	21,76	—	—

Как видно из табл. 4, при относительно сильных дозах УВЧ однократное общее воздействие вызывает заметные понижения количества восстановленного и незначительное уменьшение общего глутатиона.

Исследование каталазы

Т а б л и ц а 5

Нормальные колебания показателя каталазы в крови у кроликов

№ кролика	С е р и я о п ы т о в					Среднее
	1-е определение КП ¹	2-е определение КП	3-е определение КП	4-е определение КП	5-е определение КП	
1	11,8	12,7	12,5	12,8	12,4	12,4
2	13,0	12,7	13,3	12,6	12,9	12,1
3	11,9	11,0	12,4	11,5	11,7	11,7
4	11,0	10,7	12,6	11,0	11,5	11,1
5	11,7	10,8	10,7	11,4	10,9	11,1
Среднее 11,7						

В нижепомещенной табл. 6 даны результаты опытов, проведенных при слабой дозе УВЧ (0,15 А). Продолжительность сеанса—10 мин. Средние величины нормальных колебаний показателей каталазы взяты из таблицы 5-й.

¹ КП — каталазный показатель.

№ кролика	Норма	Изменения каталазного показателя во время и после воздействия УВЧ								
		0 мин.	10 мин.	20 мин.	30 мин.	40 мин.	50 мин.	60 мин.	Через 24 часа	Среднее
1	12,4	11,8	12,0	12,8	12,6	11,9	12,0	12,5	11,8	12,1
2	12,1	12,5	12,9	11,7	11,9	12,4	11,4	12,7	11,9	12,0
3	11,7	11,0	11,2	11,5	12,0	12,1	11,2	11,4	12,0	11,5
4	11,1	11,6	10,8	11,0	10,9	11,1	11,5	10,8	11,4	11,1
5	11,1	10,8	11,0	12,4	10,9	11,7	10,8	11,1	11,0	11,2
									Среднее 11,6	

Мы видим некоторые колебания каталазного показателя, но средние результаты особых отклонений от нормы не обнаруживают.

Следующая серия опытов была поставлена на кроликах при сравнительно сильной дозе (0,25 А). Продолжительность сеанса—10 мин.

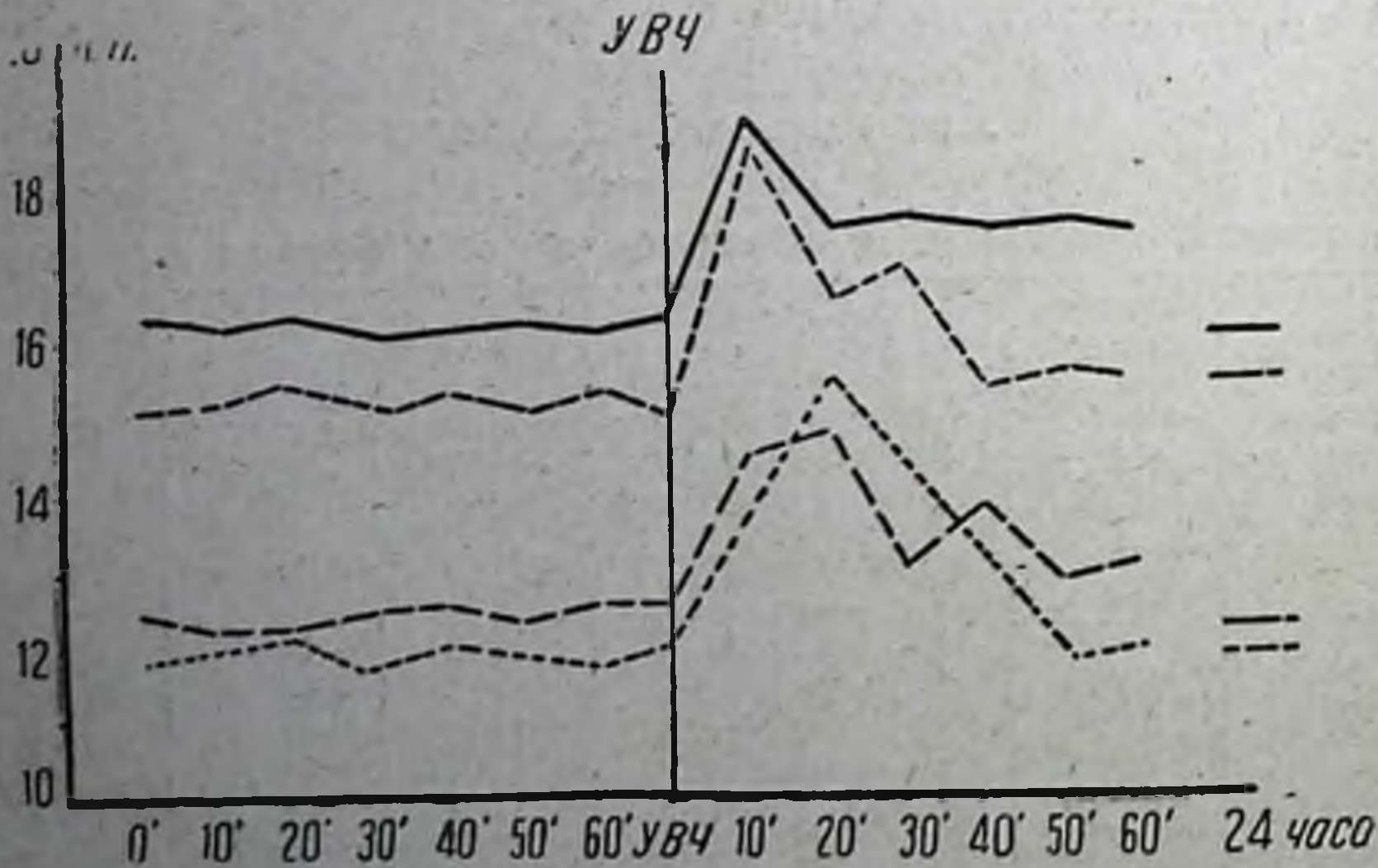


Рис. 192. Изменение каталазного показателя под влиянием УВЧ.

При этом у кроликов в конце сеанса повышалась температура примерно на 2°C. До воздействия у кроликов были установлены средние колебания показателя каталазы. В день воздействия кровь бралась непосредственно до сеанса, тотчас после окончания воздействия, затем каждые 10 мин. в продолжение одного часа; опыт заканчивался анализом крови.

через 24 часа. Такие наблюдения были поставлены с каждым кроликом пять раз. Данные взяты в среднем и графически представлены на рис. 192.

Результаты исследований обнаруживают, что при указанном режиме воздействия УВЧ происходит заметное повышение показателя каталазы, причем это повышение наступает через 10—20 мин. после окончания сеанса. Через час каталазный показатель крови обнаруживает нормальные колебания (рис. 204).

Теперь сопоставим изменения каталазного показателя и глутатиона.

Интенсивность воздействия УВЧ	Каталазный показатель	Глутатион	
		Общий глутатион	Восстановленный глутатион
0,15 А 0,25 А	Не изменяется Увеличивается	Не изменяется Незначительное уменьшение	Не изменяется Уменьшается

Интересно здесь отметить, что облучение рентгеном вызывает повышение ферментативных процессов, в частности каталазы, также лишь при применении сильных доз [Беринг (Bering), Нойберг (Neuberg), Вольгемут (Wolgemuth)].

Настоящее исследование было нами выполнено в 1934 г.

В доступной нам в то время литературе никаких указаний на изучение влияния УВЧ на глутатион и показатели каталазы мы найти не могли. Работа же Меццадролли и Варетона (Mezzadrolì e Vareton) касается изучения влияния воздействия УВЧ на каталазу семян, причем эти авторы показали, что активность каталазы повышается. Рапорт в нашем отделе также установил, что при воздействии электрического поля на кошачью кровь имеет место некоторая стимуляция амилוליда. В 1935 г. опубликован уже ряд работ, посвященных изучению влияния УВЧ на ферментативные процессы. Исследования Изари и Моретти (Izari e Moretti) показали, что влияние коротких волн 4, 8, 15 м на пивные дрожжи различно в зависимости от длины волны; оказалось, что наибольший эффект получается при волне длиной 8 м. В другой своей работе Изари и Моретти выявили, что воздействие УВЧ при частоте 75 и 50 мгHz в течение 15, 30, 45 мин. не оказывает влияния на протеолитическое действие раствора пепсина, в то время как при восьмиметровой волне протеолитическое действие пепсина значительно повышается. Это повышение становится

особенно заметным при длительности воздействия 30—45 мин. Влияние УВЧ на ферментативные процессы *in vitro* изучалось также Рожанским и Смирновой, которые пришли к выводу, что активность ферментов крови—каталазы, пепсина, трипсина, липазы и амилазы—*in vitro* под влиянием УВЧ не изменяется. Данные, полученные проф. Милицыным и Сокольниковым, показывают, что под влиянием электрического поля ультравысокой частоты, несомненно, наступают заметные сдвиги в ферментативных процессах организма.

Выводы

1. Сравнительно сильные дозы УВЧ увеличивают каталазный показатель крови и заметно уменьшают количество восстановленного глутатиона.

2. Сравнительно малые дозы УВЧ не оказывают влияния на каталазный показатель крови и на содержание общего и восстановленного глутатиона.

ЛИТЕРАТУРА

- Abel, Erg. d. Physiol., 1933.—Вериг, Вестник рентгенологии и радиологии, 1926.—Влум, Успехи современной биологии, т. III, вып. 3, 1934.—Вурге, цит. по Алексееву, Журн. эксп. мед. и биол., № 6, 1926.—Favre, Bioch. Ztschr., Bd. 33, 1911.—Fragautu. Miropolas, цит. по Раменской, Биол. журн., т. IV, № 3.—Гагарина, Журн. эксп. мед. и биол., № 33, 1929.—Handowsky, Klin. Wschr., 11, 1934.—Izabe Mogetti, Klin. Wschr., 13, 1934.—Иваницкий и Василенко, Ученые записки Саратов. у-та, т. III, 1925.—Lolles, Fortschr. d. med., 1929.—Lasser, цит. по Степуну, Арх. клин. и эксп. мед., № 1 и 2, 1923.—Mezzadrole Vegeton, цит. по Г. Л. Френкелю, этот же сборник.—Милицыни и Сокольников, Тезисы III съезда физиотерапевтов, 1935.—Neuberg, Вестник рентгенологии, 1926.—Oschaschiu. Капате, цит. по Раменской, Биол. ж., т. IV, № 3.—Ringsehaim, Bioch. Ztschr., 250, 1932.—Рапопорт, этот же сборник.—Рожанский и Смирнова, Физиологический журн., т. XIX, вып. 3, 1935.—Степун и Тимофеева, Арх. клин. и эксп. мед., № 1 и 2, 1923.—Walega, Arolo u. Vilag, Klin. Wschr., 1934.—Waldschmidt-Leitz, Hoppe-Seilers, Ztschr., 26, 215.—Wilhelm u. Stern, цит. по Раменской, Биол. журн., т. IV, № 3.—Winterleitz, цит. по Степуну, Арх. клин. и эксп. мед., № 1 и 2, 1923.—Woodworth, Вестник рентгенологии и радиологии, 1926.—Woodwort u. Fгу, Journ. of Biol. Chem., 97, 1934.—Штерн, Журн. экп. мед. и биол., т. V, № 15, 1927.

ДЕЙСТВИЕ УВЧ НА АМИЛОЛИЗ IN VITRO¹

А. И. Рапопорт

Наблюдение целого ряда авторов о том, что при определенной частоте и определенных дозировках УВЧ может вызывать усиление роста и пролиферативных процессов (см. наст. сборник), которое, несомненно, связано с усилением питания подвергнутых этому воздействию объектов, толкнуло исследователей на изучение того, как УВЧ влияет на ферменты и обуславливаемые ими химические превращения. Но нужно отметить, что публикации в этом отношении еще единичны. Так, Мэцдролли и Варэтон могли установить, что каталитические процессы в облученных семенах ячменя, фасоли и маиса отчетливо повышаются в течение первых дней прорастания по сравнению с контрольными семенами, прорастание которых, кроме того, происходит на один-два дня позднее. Аналогичные данные получены теми же авторами и в отношении амилазы: в облученном ячмене сахарифицирующая способность достигала своего максимума раньше, чем в контролях, причем достигаемый при облучении амилолитический максимум по своему абсолютному значению преешал таковой контроля на 15%.

Эттинген и его сотрудники — Гундель, Хук и Шульде (Oettingen, Gundel, Hook u. Schultze)—показали, что слабое облучение обычных дрожжей вызывает усиление сбраживающей глюкозу способности, а сильное—резко тормозит таковую. Изар и Моретти (Izar e Moretti) изучали влияние УВЧ на переваривающую способность пепсина in vitro, причем нашли, что при определенной продолжительности экспозиции (30—45 минут) и определенной длине волны (8 метров) имеет место стимуляция процесса. Этим исчерпываются известные нам материалы о влиянии УВЧ на ферментативные

¹ Из физико-физиологического отделения (зав.—проф. П. С. Купалов) отдела колебательной физики и физико-биологического отдела (зав.—доц. Г. Л. Френкель) Лен. фил. ВИЭМ.

№ опыта	Экспозиция в мин.	Частота (mgHz)	Подводимая мощность (ватты)	Площадь пластин конденсатора в см ²	Расстояние между пластинами конденсатора в см
1	15	50	400	2 × 150	6
2	20	50	400	2 × 150	6
3	10	50	420	2 × 150	6
4	10	50	420	2 × 150	6
5	10	50	420	2 × 150	6
6	10	50	420	2 × 150	6
7	10	50	420	2 × 150	6
8	10	50	420	2 × 150	6
9	10	50	420	2 × 150	6
10	10	50	420	2 × 150	6
11	10	50	420	2 × 150	6
12	10	50	420	2 × 150	6
13	15	50	480	2 × 150	6
14	15	50	700	2 × 150	6
15	15	50	700	2 × 150	6
16	15	50	800	2 × 150	6
17	15	50	800	2 × 150	6
18	30	50	800	2 × 150	6

¹ На таблице из экономии места показаны только первые шесть

Температура крови после облучения	Материал	Анализ (порядковые номера пробирок ¹)					
		I	II	III	IV	V	VI
33°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	+	—	—
32,5°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
33°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
32°	Облученных	+	+	+	—	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
32°	Облученных	+	+	+	—	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
32°	Облученных	+	+	+	—	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
32°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
32°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
32°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
32°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
32,5°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
35,5°	Облученных	+	+	+	+	+	—
	Необлученных	+	+	+	+	—	—
35°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	+	—	—
35°	Облученных	+	+	+	+	+	—
	Необлученных	+	+	+	+	—	—
35°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	+	—	—
35,5°	Облученных	+	+	+	+	+	—
	Необлученных	+	+	+	+	—	—

пробирок, ибо в остальных амилолиз никогда не наступал.

№ опыта	Экспозиция в мин.	Частота (mgHz)	Подводимая мощность (ватты)	Площадь пластин конденсатора в см ²	Расстояние между пластинами конденсатора в см
19	30	50	800	2 × 150	6
20	10	50	1 000	2 × 150	6
21	10	50	1 000	2 × 150	6
22	10	50	1 000	2 × 150	6
23	10	50	1 000	2 × 150	6
24	10	50	1 000	2 × 150	6
25	10	50	1 000	2 × 150	6
26	30	50	1 000	2 × 150	6
27	30	50	1 000	2 × 150	6
28	30	50	1 000	2 × 150	6
29	30	50	1 000°	2 × 150	6
30	10	50	1 100	2 × 150	6
31	10	50	1 100	2 × 150	6
32	15	50	1 100	2 × 150	6
33	15	50	1 100	2 × 150	6
34	15	50	1 100	2 × 150	6
35	15	50	1 100	2 × 150	6
36	10	50	1 200	2 × 150	6
37	10	50	1 200	2 × 150	6

Температура крови после облучения	Материал	Анализ (порядковые номера пробирок)					
		I	II	III	IV	V	VI
35°	Облученных	+	+	+	+	±	—
	Необлученных	+	+	+	+	—	—
33,5°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
33,5°	Облученных	+	+	+	—	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
33°	Облученных	+	+	+	±	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
33°	Облученных	+	+	+	±	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
33°	Облученных	+	+	+	+	+	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
33°	Облученных	+	+	+	—	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
37°	Облученных	+	+	+	±	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
37°	Облученных	+	+	+	—	+	±
	Необлученных	+	+	+	+	—	—
37,5°	Облученных	+	+	+	+	+	—
	Необлученных	+	+	+	+	—	—
37°	Облученных	+	+	+	±	—	—
	Необлученных	+	+	+	±	—	—
34°	Облученных	+	+	+	±	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
34°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	—	—	—
33°	Облученных	+	+	+	+	+	—
	Необлученных	+	+	+	+	±	—
36°	Облученных	+	+	+	+	±	±
	Необлученных	+	+	+	+	±	—
33°	Облученных	+	+	+	±	±	±
	Необлученных	+	+	+	±	±	—
36°	Облученных	+	+	+	+	±	—
	Необлученных	+	+	+	+	—	—
32°	Облученных	+	+	+	+	—	—
	Необлученных	+	+	+	±	—	—
32°	Облученных	+	+	+	±	—	—
	Необлученных	+	+	±	±	—	—

№ опыта	Экспозиция в мин.	Частота (mcHz)	Подводимая мощность (ватты)	Площадь пластин конденсатора в см ²	Расстояние между пластинами конденсатора в см
38	10	50	1 200	2 × 150	6
39	10	50	1 200	2 × 150	6
40	10	50	1 200	2 × 150	6
41	10	50	1 200	2 × 150	6
42	10	50	1 200	2 × 150	6
43	10	50	1 200	2 × 150	6
44	10	50	1 200	2 × 150	6
45	15	50	1 200	2 × 150	6
46	15	50	1 200	2 × 150	6
47	15	50	1 200	2 × 150	6
48	15	50	1 200	2 × 150	6
49	15	50	1 200	2 × 150	6
50	15	50	1 200	2 × 150	6
51	20	50	1 200	2 × 150	6
52	20	50	1 200	2 × 150	6
53	10	50	1 300	2 × 150	6
54	10	50	1 300	2 × 150	6
55	10	50	1 300	2 × 150	6
56	10	50	1 300	2 × 150	6
57	10	50	1 300	2 × 150	6
58	10	50	1 300	2 × 150	6

Температура крови после облучения	Материал	Анализ (по ялковые номера пробирок)					
		I	II	III	IV	V	VI
32°	Облученных	+	+	+	±	-	-
	Необлученных	+	±	+	±	-	-
32°	Облученных	+	+	+	±	-	-
	Необлученных	+	±	+	-	-	-
32°	Облученных	+	+	+	±	-	-
	Необлученных	+	±	+	-	-	-
32°	Облученных	+	+	+	±	+	±
	Необлученных	+	+	+	+	-	-
37°	Облученных	+	+	+	+	+	±
	Необлученных	+	+	+	+	-	-
38°	Облученных	+	+	+	+	+	-
	Необлученных	+	+	+	±	-	-
37°	Облученных	+	+	+	+	±	-
	Необлученных	+	+	+	+	-	-
33°	Облученных	+	+	±	±	-	±
	Необлученных	+	+	+	±	±	-
33°	Облученных	+	+	±	±	±	-
	Необлученных	+	+	+	±	-	-
33°	Облученных	+	+	±	±	±	-
	Необлученных	+	+	+	±	-	-
31,5°	Облученных	+	+	+	±	-	-
	Необлученных	+	+	+	±	-	-
32°	Облученных	+	+	+	±	-	-
	Необлученных	+	+	+	-	-	-
32°	Облученных	±	+	+	+	±	-
	Необлученных	+	+	+	±	-	-
36°	Облученных	+	+	+	±	-	-
	Необлученных	+	+	+	±	-	-
36°	Облученных	+	+	+	+	±	-
	Необлученных	+	+	+	+	-	-
35°	Облученных	+	+	+	+	-	-
	Необлученных	+	+	+	+	-	-
35°	Облученных	+	+	+	+	±	-
	Необлученных	+	+	+	+	-	-
35,5°	Облученных	+	+	+	+	±	-
	Необлученных	+	+	+	±	-	-
36°	Облученных	+	+	+	+	±	-
	Необлученных	+	+	±	±	-	-
36°	Облученных	+	+	+	+	±	-
	Необлученных	+	+	+	±	-	-
36,5°	Облученных	+	+	+	+	±	-
	Необлученных	+	+	+	±	-	-

процессы. Настоящая работа посвящена вопросу изучения влияния УВЧ на амилитическую способность кроличьей крови при облучении ее *in vitro*.

Методика

Опытным материалом служила кровь, добывавшаяся пункцией из левого сердца кроликов. Полученная кровь в целях предотвращения свертывания выливалась в две парафинированные солонки, откуда разливалась по пробиркам [амилаза определялась по Р о н а (Rohna)]; одна серия подвергалась облучению, другая из того же самого материала служила контролем. Подробности облучений даны в таблицах.

После облучения пробирки, как опытные, так и контрольные, ставились на сутки в термостат при температуре 39°C. Так как температура во время облучения не повышалась выше 38°C, а в большинстве случаев стояла гораздо ниже (см. таблицу), и так как экспозиции не превышали 30 мин., что по сравнению с суточным пребыванием в более высокой температуре термостата естественно практического значения иметь не могло, то тепловой контроль не ставился.

Через сутки пробирки вынимались из термостата, и в каждую из них прибавлялось по капле $n/10$ раствора иода. Результат отмечался следующим образом:

+ полное переваривание (отсутствие окраски или слабо желтоватая окраска от иода);

+ переваривание до мальтозы (бордовый цвет);

— отсутствие переваривания (синяя окраска).

Всего таким образом поставлено 58 опытов, результаты которых приведены в таблице на стр. 358—363.

Как видно из этой таблицы, УВЧ оказывает влияние на амилитиз *in vitro*, но очень слабое: разница между облученными и необлученными обычно характеризуется всего лишь одной пробиркой. Мы воздержались бы поэтому считать такой эффект за положительный, если бы он не получался в 49% случаях и главное всегда в одну и ту же сторону¹, а именно в сторону стимуляции амилитиза. Лишь в 3 случаях (опыт 24, 41 и 42) сдвиги были более резки.

Естественно, что на таких слабых колебаниях не могла быть очень отчетливо прослежена роль дозирования; однако если проанализировать одинаковые (напр. 10-минутные) экспозиции при различных мощностях, то мы увидим здесь отчетливую тенденцию к нарастанию процента положительных эффектов с увеличением мощности. Так, при подаче на генератор от 420 до 1200 ватт процент положительных результатов колеблется от 30 до 37, а при 1300 ваттах он резко возрастает—до 66.

Что касается роли разной экспозиции при той же мощности, то процент положительного эффекта также растет с увеличением

¹ Если бы это зависело от ошибки метода, то колебания должны были бы получаться в обе стороны.

экспозиции; так, 15-минутное облучение при 800 ваттах (потребляемых генератором) не дало эффекта ни в одном из двух случаев (№№ 16 и 17), а 30-минутное воздействие при той же мощности дало положительный эффект тоже в обоих случаях (№№ 19 и 18). Из 6 случаев 10-минутных облучений при подаваемой мощности в 1 000 ватт, лишь в двух был получен положительный эффект, а в 4 случаях 30-минутных облучений при той же мощности эффект получился везде.

Заключение

1. Воздействие УВЧ (50 мегагерц) на кроличью кровь in vitro ведет к небольшому усилению амилолитической способности последней.

2. Степень эффекта зависит в известной мере от длительности облучения и от примененной мощности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Oettingen, Gundel, Hook u. Schultze, Strahlenther., 41, 251 (1931).—2. Izar G. e Moretti P., Riforma Med., p. 1611, 1933.—3. Mezzadroli G. e Vareton E., Atti Accad. Lincei, Rendiconti, 11, 429 (1930).

ВЛИЯНИЕ УВЧ НА рН СЫВОРОТКИ КРОВИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ IN VITRO¹

К. П. Г о л ы ш е в а

Одним из важнейших ингредиентов физико-химического состояния биокolloидов является их актуальная реакция (рН). Изменения актуальной реакции имеют огромное значение для являющихся гидрофильными эмульсидами биокolloидов, ибо изменяют их гидрофильность со всеми вытекающими отсюда для живой субстанции последствиями. Не меньшее действие оказывает изменение рН на тонус сосудов, вмешиваясь таким образом в процесс кровораспределения [А т ц л е р, Л е м а н (Atzler, Lehman) и др.] и оказывая тем самым существеннейшее влияние на процессы питания. Наконец, в области патологии изменения рН тканей, характеризуя в известной степени интенсивность развертывания процесса, оказывают большое влияние на противоположные по своему значению процессы защитного характера—образование экссудатов и фагоцитарную способность лейкоцитов [ср. Ш а д э (Schade)]. Совершенно естественно, что при изучении биодействия УВЧ, оказывающей свое влияние как на нормальный обмен веществ (А с т а н и н, Б р а т к о в с к и й и др.), так и на течение целого ряда патологических процессов [Ш л и п х а к е (Schlierhake), Ф л о м м (Pflom)]], нельзя обойтись без изучения ее непосредственного влияния на рН биокolloидов; в самом деле, так как при всех этих изменениях неизбежно наступают те или иные изменения актуальной реакции тканей, то для полного понимания механизма вмешательства УВЧ в эти процессы необходимо знать, в какой степени и в какой части получающихся изменений может играть роль непосредственное влияние УВЧ на эти ткани и в первую очередь на их активную реакцию.

¹ Из физико-физиологического отделения (зав.—проф. П. С. К у н а я о в) отдела колебательной физики и физико-биологического отдела (зав.—доц. Г. Л. Ф р е н к е л ь) Лен. фил. ВИЭМ.

Изучением влияния высокочастотного поля на актуальную реакцию сыворотки, насколько нам известно, занимался только Ф л о м м, по данным которого ультракороткие облучения при длине волны 4,8 м вызывают небольшие сдвиги pH сыворотки в кислую сторону как при локальных воздействиях in vivo (т. е. если исследовать кровь, оттекающую от облученной области), так и при облучении сыворотки in vitro. Соответствующую картину Ф л о м м получил и с цереброспинальной жидкостью, в то время как пунктаты из суставов после облучения сохраняли свою реакцию неизменной. Однако материал Ф л о м м а настолько скуден и изложен так обще, что не может быть принят к руководству без проверки и методической детализации.

Именно такие исследования и составили нашу задачу в этой работе.

Методика

В наших опытах мы исследовали pH лошадиной сыворотки, взятой из сывороточного отдела ВИЭМ, и pH сыворотки кошек, полученной и приготовленной в нашей лаборатории. В последнем случае кровь насасывалась с помощью специального приспособления из *v. jugularis* или *femoralis* в пробирки непосредственно под вазелиновое масло. Через 20—30 минут после взятия крови последняя обводилась стеклянной палочкой и в таком виде оставлялась в прохладном месте на 10—12 часов.

Образовавшийся сгусток крови осторожно удалялся. Оставшаяся в пробирке жидкость центрифугировалась для полного освобождения от форменных элементов. Затем сыворотка разливалась в пробирки по 3—4 см³, тоже под вазелиновое масло, и в таком виде пробирки в стеклянном штативе¹ помещались в поле конденсатора; при этом контрольная пробирка сохранялась в другой комнате.

Облучение производилось при частотах в $120 \cdot 10^6$ Hz, $75 \cdot 10^6$ Hz, $50 \cdot 10^6$ Hz и $37,5 \cdot 10^6$ Hz.

Сразу после облучения производилось определение pH как опытной, так и контрольной сывороток крови по Михаэлису.

Всего, таким образом, поставлено 70 опытов, давших весьма однородные результаты, часть из которых приведена в табл. 1 и 2.

Как видно из табл. 1, облучение УВЧ in vitro ведет как правило к большим или меньшим изменениям pH, причем эти изменения заключаются в сдвиге pH в кислую сторону. В некоторых случаях сдвиг невелик и не превышает 0,2, в других случаях он возрастает до 0,7.

Что касается роли экспозиции, то она должна быть признана весьма существенной, ибо, как видно из той же таблицы, 15-минутное облучение в наших условиях не дает еще сдвига, который наступает лишь после 30-минутного воздействия. Кроме того, создается впечатление, что сдвиг возрастает с увеличением продолжительности облучения. От объяснения механизма этих

¹ Такие штативы нагреваются в высокочастотном поле значительно меньше деревянных.

Таблица 1

Изменение рН сыворотки крови *in vitro* под влиянием УВЧ. Температура сыворотки ни в одном случае не повышалась более чем до 38°C

Частота в Hz	Подаваемая мощность V × A	Размер пластин конденсатора в см	Расстояние между пластинами конденсатора в см	Продолжит. облучения в мин.	Облучаемая сыворотка	рН сыворотки облученной	рН сыворотки необлученной
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	15	Сыворотка взята из сывороточно-вакцинового отделения ВИЭМ	7,2	7,2
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	15		7,2	7,2
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	30		6,8	7,2
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	30		6,8	7,2
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	45		6,9	7,2
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	45		7,0	7,2
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	60		»	7,2
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	90		»	7,2
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	60		»	7,2
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	90		»	7,2
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	15	Сыворотка приготовлена в нашей лаборатории	7,5	7,5
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	15		7,5	7,5
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	30		7,3	7,5
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	30		7,3	7,5
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	45		7,3	7,5
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	45		»	7,5
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	60		»	7,5
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	60		»	7,5
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	90		»	7,5
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	90		»	7,5
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	15		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	15		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	15		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	15		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	15		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	30		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	30		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	30		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	30		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	45		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	45		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	45		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	45		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	60		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	60		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	60		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	60		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	60		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	90		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	90		»	7,4
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	90	»	7,4	
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	90	»	7,4	
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	90	»	6,7	
50·10 ³	1 500×1,0	9×13	8,7	90	»	6,7	

Таблица 2

Изменение pH сыворотки крови in vitro под влиянием УВЧ

Частота в Hz	Сила тока в измерит. кон- туре в А	Рассто- ние меж- ду пластин. конден- сатора в см ¹	Про- дол- жит. облу- чения (мин.)	Темпе- ратура при облуч. °С	pH сывор. облу- чен- ной	pH сывор. необ- лучен- ной	Разница в pH облу- ченной и необлу- ченной сы- вороток	Дата постановки опыта (1935 г.)
120.10 ⁶	0,9	8	15	33	5,9	6,0	0,1	9/III
120.10 ⁶	0,9	8	15	33	6,1	6,1	0	16/III
120.10 ⁶	0,9	8	15	34	6,0	6,0	0	5/IV
120.10 ⁶	0,9	8	15	34	6,2	6,2	0	9/V
120.10 ⁶	0,9	8	15	34	6,1	6,1	0	14/V
75.10 ⁶	0,8	12	15	33	7,1	7,1	0	10/III
75.10 ⁶	0,8	12	15	33	7,0	7,0	0	16/III
75.10 ⁶	0,8	12	15	33	5,8	5,8	0	8/IV
75.10 ⁶	0,8	12	15	35	6,0	6,0	0	21/IV
75.10 ⁶	0,8	12	15	33	6,0	6,1	0,1	21/V
75.10 ⁶	0,8	12	15	33	6,2	6,2	0	3/VI
37,5.10 ⁶	0,7	10	15	33	5,9	6,0	0,1	6/IV
37,5.10 ⁶	0,8	8	15	34	5,8	6,0	0,2	17/IV
37,5.10 ⁶	0,8	8	15	34	6,2	6,2	0	9/V
37,5.10 ⁶	0,9	8	15	34	6,0	6,0	0	14/V
37,5.10 ⁶	0,9	8	15	34	5,8	6,0	0,2	21/V
37,5.10 ⁶	0,9	8	15	35	6,0	6,1	0,1	27/V
37,5.10 ⁶	0,9	8	15	35	6,0	6,0	0	3/VI
120.10 ⁶	0,9	8	30	35	5,8	6,0	0,2	9/III
120.10 ⁶	0,9	8	30	35	5,9	6,1	0,2	16/III
120.10 ⁶	0,9	8	30	35	5,9	6,0	0,1	5/IV
120.10 ⁶	0,9	8	30	35	6,3	6,2	0,1	9/V
120.10 ⁶	0,9	8	30	37	5,9	6,1	0,2	14/V
75.10 ⁶	0,8	12	30	35	7,0	7,1	0,1	10/III
75.10 ⁶	0,8	12	30	35	7,0	7,0	0	16/III
75.10 ⁶	0,8	12	30	35	5,8	5,8	0	8/IV
75.10 ⁶	0,8	12	30	35	6,0	6,0	0	21/IV
75.10 ⁶	0,8	12	30	35	6,0	6,1	0,1	27/V
75.10 ⁶	0,8	12	30	38	6,0	6,2	0,2	3/VI
37,5.10 ⁶	0,7	10	30	38	5,7	6,0	0,3	5/IV
37,5.10 ⁶	0,8	8	30	37	5,7	6,0	0,3	17/IV
37,5.10 ⁶	0,8	8	30	37	6,4	6,2	0,2	9/V
37,5.10 ⁶	0,9	8	30	37	6,3	6,0	0,3	14/V
37,5.10 ⁶	0,9	8	30	37	5,7	6,0	0,3	21/V
37,5.10 ⁶	0,9	8	30	37	5,9	6,1	0,2	27/V
37,5.10 ⁶	0,9	8	30	37	5,9	6,0	0,1	3/VI
120.10 ⁶	0,9	8	25	39	5,7	6,0	0,3	9/III
120.10 ⁶	0,9	8	25	39	5,9	6,1	0,2	16/III
120.10 ⁶	0,9	8	25	39	5,8	6,0	0,2	5/IV
120.10 ⁶	0,9	8	25	39	6,3	6,2	0,1	9/V
120.10 ⁶	0,9	8	45	39	5,9	6,1	0,2	14/V
75.10 ⁶	0,8	12	25	38	7,0	7,1	0,1	10/III
75.10 ⁶	0,8	8	25	38	7,0	7,0	0	16/III
75.10 ⁶	0,8	8	25	38	6,0	6,0	0	27/V
37,5.10 ⁶	0,8	8	25	38	5,8	6,1	0,3	21/V
37,5.10 ⁶	0,8	8	25	38	5,9	6,1	0,2	3/VI
37,5.10 ⁶	0,8	8	25	38	6,0	6,3	0,3	

¹ Величина пластины та же, что и в табл. 1.

изменений мы пока воздерживаемся. Во всяком случае здесь не может играть роли потеря или поглощение сывороткой в поле каких-либо газов, ибо все опыты, в том числе и облучение, от начала до конца проведены строго под вазелиновым маслом.

Что касается температурного фактора, то и он вряд ли может иметь значение в наших опытах, ибо температура почти не повышалась, а кроме того, специально поставленный нами термомоноконтроль (нагревание сыворотки в водяной бане до 39°C) не дал никаких изменений рН.

Аналогичные картины получены и на других частотах (табл. 2). Делать какие-либо выводы в пользу селективного действия УВЧ на основании количественно разных сдвигов рН при применении разных частот мы не можем, ибо применявшиеся нами методы дозировки не позволяли идентифицировать во всех опытах напряжение на обкладках конденсатора.

Заключение

1. Воздействие УВЧ на лошадиную и кошачью сыворотки *in vitro* вызывает отчетливый сдвиг рН в кислую сторону.
2. Степень сдвига зависит в известной мере от интенсивности воздействия. Очень слабые воздействия не ведут к вышеназванному сдвигу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Atzler u. Lehmann, Pflüg. Arch., 197, 1922.—2. Schade H., Die physikalische Chemie in der inneren Medizin, III Aufl., Dresden—Leipzig, Th. Steinkopff, 1923.—3. Schliephake E., Kurzwellentherapie, Jena, Gustav Fischer, 1935.—4. Pflomm E., Arch. f. klin. Chir., 166, 251, 1931.—5. Астанин, см. работу в этом же сборнике.—6. Братковский, см. работу в этом же сборнике.

ЧАСТЬ III
МЕДИЦИНА

ПРОФВРЕДНОСТЬ УВЧ И ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ¹

Н. М. Андрияшева

Вопрос о профвредности УВЧ—старый вопрос; он даже старше, чем начало более или менее систематического изучения биодействия этого агента. Действительно, этому изучению предшествовали и дали к нему первый толчок наблюдения работников связи, которые с внедрением в их практику мощных ультракоротковолновых передатчиков стали замечать на себе различные болезненные симптомы. В основном эти явления сводились к головным болям, преждевременной утомляемости и к повышению температуры тела.

В дальнейшем, когда к практике ультракоротковолновой связи прибавилась практика ультравысокочастотной медицины, симптомы вредного действия УВЧ на обслуживающий соответствующие генераторы персонал умножились, причем появились с некоторых сторон указания на столь грозные явления, что стала ясной необходимость в разработке мероприятий действенной защиты персонала.

Основными симптомами, знакомыми каждому, кто имел дело с УВЧ, и упоминаемыми почти у всех авторов, работавших с этим агентом, являются головная боль, чувство общей слабости, усталости и разбитости, иногда сопровождаемые сонливостью (Шлипхаке, Эттинген, Гундель, Хук, Шульце — Ронхоф, Фломм, Лакёр и Ремци, Ласт, Бианкани, Календаров, Понтковский и многие другие); Календаров называет еще ослабление памяти, рассеянность, забывчивость. Те же авторы упоминают и о противоположных состояниях—перевозбужденности, повышенной нервности, бессоннице, дрожании рук. Эти субъективные симптомы подкрепляются работами Кнорре и Иоханнеса (Кнорге и. Iohannes), установивших изменение хронаксии под влиянием действия УВЧ, а также работами Вейсенберга, обнаружившего сильное влияние УВЧ на нервную систему, в особенности на симпатическую. Дру-

¹ Из физико-биологического отдела (зав.-доц. Г. Л. Френкель) Лен. фил. ВИЭМ.

гим бросающимся в глаза симптомом является повышение температуры тела работников, могущее достигать при обслуживании более мощных генераторов до 39—40°C (Шлипхаке, Эттинген и соавторы, Бианкани, Календаров и другие). После такой работы в мощном поле может появляться ощущение ломоты в руках и ногах, мышечной слабости, сопровождающейся иногда даже дрожанием конечностей (Шлипхаке, Эттинген, Календаров, Ласт). Многие авторы отмечают расстройство со стороны половой сферы (Календаров, Эттинген, Лакёр и Ремци); Эттинген указывает также на нарушение работы почек, что характеризуется появлением белка в моче. При особенно длительной работе у генераторов могут появляться трофические расстройства—выпадение волос, ломкость ногтей, общее похудание (Календаров). Хейнрих (Heinrich), не исследовавший специально влияния коротковолновых передатчиков на человека, сообщает интересный, случайно установленный им пример вредного действия радиоволн. Горнозаводский изыскатель, проводивший свои опыты вблизи 44-метрового передатчика, как только начинал работать генератор, становился беспокойным и реагировал на такт передачи, не видя передатчика и не слыша его работы, и наконец прекращал работу. Это явление, наблюдавшееся Хейнрихом повторно, не могло быть по его мнению случайным.

Все перечисленные выше симптомы, несмотря на всю их несомненность, были подмечены различными авторами в процессе своей работы и обычно упоминаются лишь попутно. Работ, специально посвященных вопросу о профвредности УВЧ, существует мало; нам известны лишь две. Одна принадлежит перу американцев Белла и Фергюсона (Bella. Ferguson) а вторая—ассистенту Сеченовского института Лихтерману. Белл и Фергюсон выполнили свою работу по заданию Военно-морского ведомства США, неоднократно получавшего жалобы от персонала исследовательских лабораторий, занимающихся конструированием и испытанием мощных радиоустановок.

Обследование было произведено на 6 человеках. Условия обследования были несколько искусственны, ибо обследованные облучались интенсивнее, нежели в обычных условиях работы: им вкладывалась в руку антенна, представлявшая собой металлический стержень длиной 40 дюймов и 1 дюйм в диаметре. Облучение происходило с той интенсивностью, которую испытуемый еще мог выдержать. Первым симптомом отмечается ощущение тепла в руке, держащей антенну, которое появляется немедленно после включения поля; через 3—5 минут это чувство настолько усиливается, что вынуждает переменить руку, держащую антенну. Затем ощущение тепла появляется в ступнях, лодыжках, далее во всем теле и, наконец, в голове. Вторым симптомом обычно является боль спазмати-

ческого характера, локализуемая в костях и сухожилиях запястья руки, держащей антенну. Это ощущение наступает обычно через несколько минут после включения поля и быстро достигает мучительных степеней, однако оно исчезает мгновенно при удалении антенны из руки. Дальнейшим симптомом отмечено повышение потоотделения и уже известные нам из изложенного выше слабость, сонливость и головная боль (в одном из случаев очень затяжная—трое суток после облучения). Трое из подвергавшихся облучению значительно потеряли в весе, который восстановился очень медленно (в течение нескольких недель). Общая температура облучаемых, измеренная во рту, как правило увеличивалась на несколько десятых градуса и более, достигая иногда $37-37,8^{\circ}\text{C}$. Частота пульса увеличивалась, доходя до $80-114$ ударов в минуту. Кровяное давление падало через $\frac{1}{2}$ часа после облучения. Скорость дыхания не изменялась. Постоянно обнаруживалось небольшое уменьшение СО и небольшое, но регулярное отклонение pH мочи в кислую сторону. Трое из исследованных, знакомые с тепловыми явлениями в кочегарках кораблей, утверждали, что головные боли, длительная сонливость и общее чувство слабости или физической инертности не ощущаются при условиях пребывания только в среде с высокой температурой.

Второй работой, проведенной специально по обследованию персонала, обслуживающего высокочастотные установки, является, как сказано выше, работа **Л и х т е р м а н а**.

Л и х т е р м а н детально обследовал 15 сотрудников Физического института ЛГУ, имеющих дело с генераторами УВЧ. Кроме того, были обследованы еще 5 работников, комнаты которых находились вблизи от помещения, в котором расположены мощные генераторы. Ничего характерного в последнем случае замечено не было. У первой же группы работников в процессе работы удалось выявить ряд функциональных сдвигов, из которых мы остановимся только на основных, развивающихся в определенных условиях наиболее постоянно. Прежде всего отмечается повышение температуры тела до $38-40^{\circ}\text{C}$; более резкое повышение температуры имеет место при работе с мощностями, превышающими 2 kW и частоте от $100 \cdot 10^6$ герц до $17,6 \cdot 10^8$ герц в расстоянии от колебательного контура до 100 см и при длительных повторных включениях генератора более чем на $20-30$ мин. В некоторых случаях ощущение жара локализовалось преимущественно в местах, наиболее близко расположенных к колебательному контуру, вследствие чего приходилось выключать генератор и прекращать работу на $30-60$ мин., пока температура тела работника несколько не понижалась. Кроме повышения температуры тела, отмечались головные боли, усталость, разбитость, причем это не всегда совпадало с повышением температуры. Головные боли носили явно ангионевротический характер и часто сопровождалась покраснением лица. Отмечались повышенная потливость и усиленная жажда. Были жалобы на боли в конечностях, преимущественно в верхних. Описанные симптомы обнаруживались у различных работников в различных сочетаниях. Так как эти явления имели место у обследованных лиц только в процессе работы с высокочастотными установками и не наблюдались при выполнении работ иного характера, то **Л и х т е р м а н** считает их зависящими от действия УВЧ. За это говорит также отсутствие указаний на аналогичные явления у работников того же института, не работающих непосредственно у генератора. Из отдельных симптомов необходимо выделить жалобы на боли в конечностях. Это говорит, видимо, об относительно более интенсивном поглощении ими энергии и находится в соответствии с тем многократно отмеченным фактом, что у экспериментальных животных от ожогов, возникающих в поле, страдают главным образом конечности и хвосты,

а у кроликов—уши (значение удельной поверхности). Со стороны сердечно-сосудистой системы отмечались: одышка, учащенное сердцебиение, боли в области сердца и перебои; в 6 случаях имела место нерезкая кардиоваскулярная гипотония, причем у работников, особенно энергично работающих с УВЧ. Аускультация, перкуссия, рентгеноскопия каких-либо значительных изменений со стороны сердца не обнаружили, т. е. изменения носили главным образом функциональный характер.

Со стороны остальных органов и систем особенных изменений установлено не было. Интересно, однако, отметить, что теплорегуляционный рефлекс оказался нарушенным. В крови также резких изменений не было, но отмечалось некоторое уменьшение количества эритроцитов и процентного содержания гемоглобина.

Перейдем теперь к наблюдениям, сделанным сотрудниками нашего отдела. Почти поголовной жалобой является чувство сильной усталости, общей слабости и разбитости. Почти все страдают хроническими головными болями и указывают на чувство тяжести в голове. Эти головные боли могут продолжаться после окончания работ с генератором несколько дней. Обычными являются жалобы на сонливость, рассеянность, забывчивость. Сплошь и рядом имеют место бессонница, сердцебиение, неглубокий, не дающий отдыха прерывистый сон, раздражительность. У ряда лиц замечено сильное выпадение волос. Почти все женщины, работающие в отделе, отмечают расстройство менструаций: укорочение на 6—10 дней межменструального периода и удлинение самого периода *menses*. Укажем также на частые жалобы, почему-то не отмеченные у других авторов: особое, крайне неприятное ощущение сухости век—«ощущение песка в глазах». Степень вредного воздействия УВЧ по нашим наблюдениям стоит в значительной зависимости от мощности генератора: в то время как при малых мощностях можно работать почти без неприятных ощущений довольно долгое время, при мощностях порядка 1—2 киловатт даже очень непродолжительная работа уже сказывается резко. Видимо, имеет значение также и частота. Шлипхаке считает наиболее вредными частоты в $75 \cdot 10^6$ и $60 \cdot 10^6$ герц, Белл и Фергюсон— $50 \cdot 10^6$ герц, мнения же большинства наших сотрудников сходятся на том, что частоты $37,5 \cdot 10^6$ и $33,3 \cdot 10^6$ герц более вредно действуют на персонал, чем частоты $50 \cdot 10^6$ и $42,8 \cdot 10^6$ герц, а последние хуже переносятся, чем частоты $75 \cdot 10^6$ и $60 \cdot 10^6$. Здесь, конечно, возможны ошибки за счет дефектов методики измерения поля (ср. у Френкеля). Отмечено также, что генераторы, дающие затухающие колебания, как будто хуже действуют на персонал, чем ламповые генераторы.

Подробнее следует осветить несколько бывших у нас случаев, выходящих за пределы обычных симптомов, возникающих при работе с УВЧ. У сотрудницы Л., которой приходилось работать долго у генератора, поднималась температура, сменявшаяся на следующий день падением ее ниже нормы, что сопро-

вождалось такой слабостью, что сотрудница несколько дней не могла встать с постели. Это явление повторялось у нее раза два-три, пока не были изменены условия ее работы. У сотрудницы О. после 4-часовой работы наступило такое состояние, что она не могла дойти до дому и была вынуждена на улице присесть на ступеньку ближайшего дома, пока ей не сделалось лучше; в другой раз с ней же после работы случился обморок. До работы с УВЧ подобных явлений у нее не наблюдалось. Наконец, у нас в отделе был случай, заставивший нас особенно насторожиться в отношении разбираемого здесь вопроса: сотрудница Е. после 3-часовой работы с частотой $50 \cdot 10^6$ герц проделала приступ, сопровождавшийся явлениями, напоминающими менингеальные. Головная боль была столь резка, что человек кричал от боли, два раза теряя сознание; наступала (кратковременная) рвота, не связанная с желудочными расстройствами. После этого приступа в течение двух месяцев у сотрудницы оставались сильная слабость и явления со стороны сердца: тахикардия, аритмия. У инженера Б. в течение целого ряда дней невыносимо болела голова, затем наступила кратковременная потеря сознания, после чего все стало постепенно приходить в норму. Научная сотрудница Г. после интенсивной работы у генератора перестала отчетливо видеть, не могла читать, различала лишь неясные контуры; через 2—3 дня зрение постепенно восстановилось.

Все эти факты делают вполне естественным тот большой интерес, который был проявлен к этому вопросу на Харьковской конференции по УВЧ в 1934 г. и на Всесоюзном съезде физиотерапевтов в 1935 г. Выводы съезда и конференции в этом направлении были верны и единодушны: признать работу с УВЧ вредной профессией со всеми вытекающими отсюда последствиями. К сожалению, однако, все соответствующие мероприятия, несмотря на свою несомненную важность, до сих пор во всяком случае в законодательном, т. е. в общеобязательном порядке, не реализованы, что приводит к тому, что каждый защищается так, как может и как умеет.

Те основные защитные мероприятия, которые можно рекомендовать в этом отношении на основании литературных данных и опыта нашего отдела, могут быть двоякого рода: или окружение генераторов экранирующими металлическими ящиками (вместе с фидером и конденсатором)—боксами, или применение защитной металлической одежды. И тот и другой способы имеют свои преимущества и свои недостатки.

Основным моментом при устройстве бокса, который нужно правильно учесть, является размер бокса, ибо при слишком малых размерах его могут получаться стоячие волны, могущие совершенно исказить условия опыта. Проф. Т а т а р и н о в

разрабатывает в настоящее время в нашем отделе проект бокса с раздвижными стенками, который должен элиминировать эту возможность на разных частотах. Для действительной экранировки стенки бокса должны быть из сплошного металла, лишь с сетчатыми окошечками для наблюдений (рис. 193). Должны быть также устроены приспособления для настройки генератора и управления снаружи бокса. Боксы сильно затрудняют наблюдение за облучаемым объектом (в этом их главный недостаток), но зато они защищают не только непосредственно работающего у генератора, но и близ расположенные

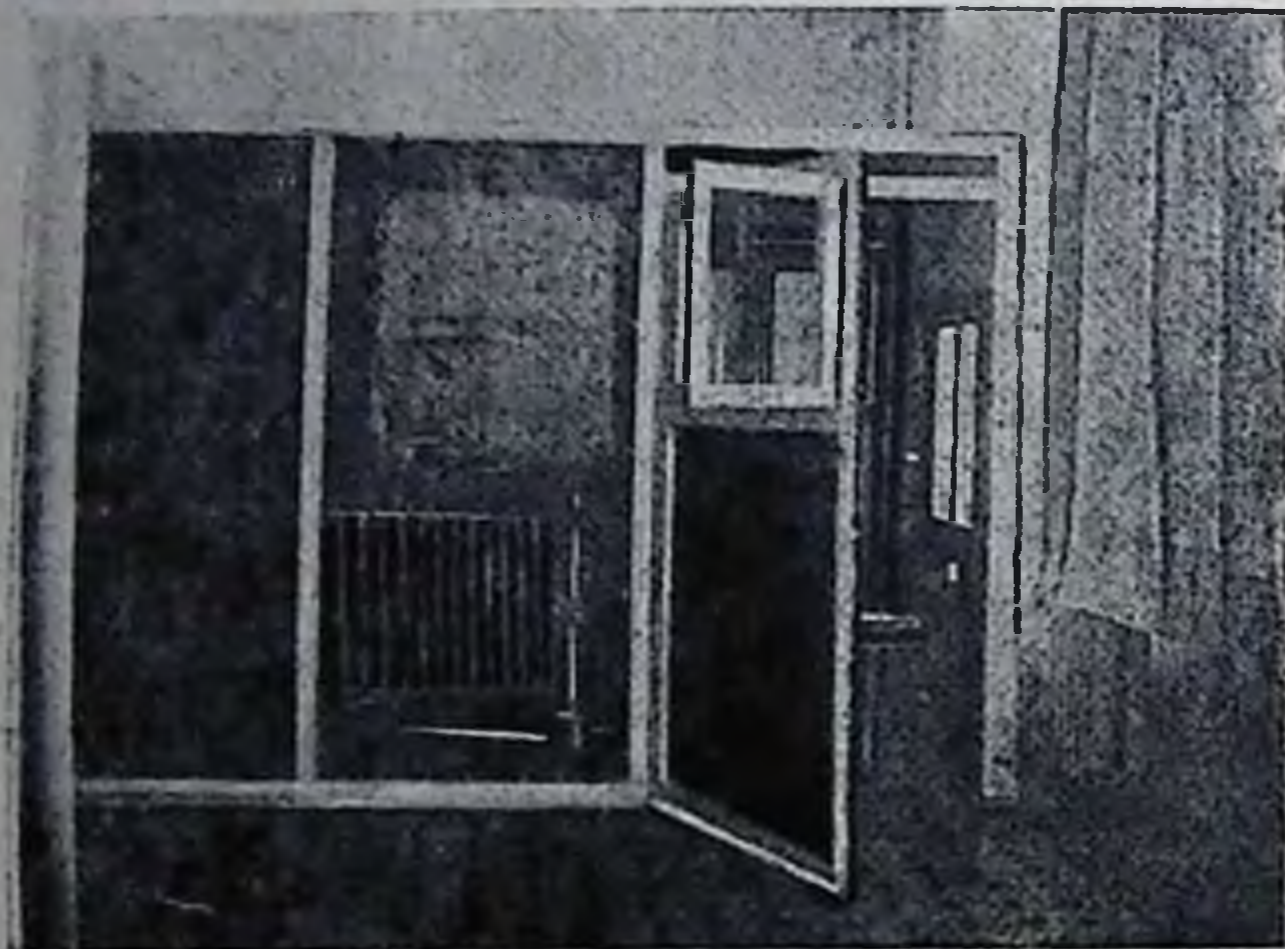


Рис. 193. Большой защитный бокс из медной сетки (вид сбоку).

помещения, что тоже очень важно, между прочим, не только в отношении людей, но и в отношении прецизионных приборов. Недавнее обследование нашего отдела Ленинградским институтом охраны труда показало, что поле легко обнаруживается не только в генераторной и соседней комнате, но и в коридоре, в операционной, находящейся через коридор за двумя стенами от генератора, и даже в конце коридора отдела, причем измерение было произведено при такой малой мощности генератора, с которой мы почти никогда не работаем.

Защитная одежда в нашем отделе была сшита из импортной металлической марли германской фирмы «Sanitas». Эта марля очень мягка, не ломается, удобна для обработки и, будучи ушита между двумя слоями батиста, дает удобные, не слишком тяжелые халаты (рис. 195). Такая одежда позволяет свободно двигаться экспериментатору, не мешает его наблюдениям над ходом опыта, но пользоваться ею летом или в теплом помещении становится затруднительно. Кроме того, она защищает только при небольших мощностях; с увеличением же мощности

эффективность таких халатов резко падает. Но так как некоторую защиту эта одежда все же представляет, то она безусловно может быть рекомендована для работы у генераторов УВЧ

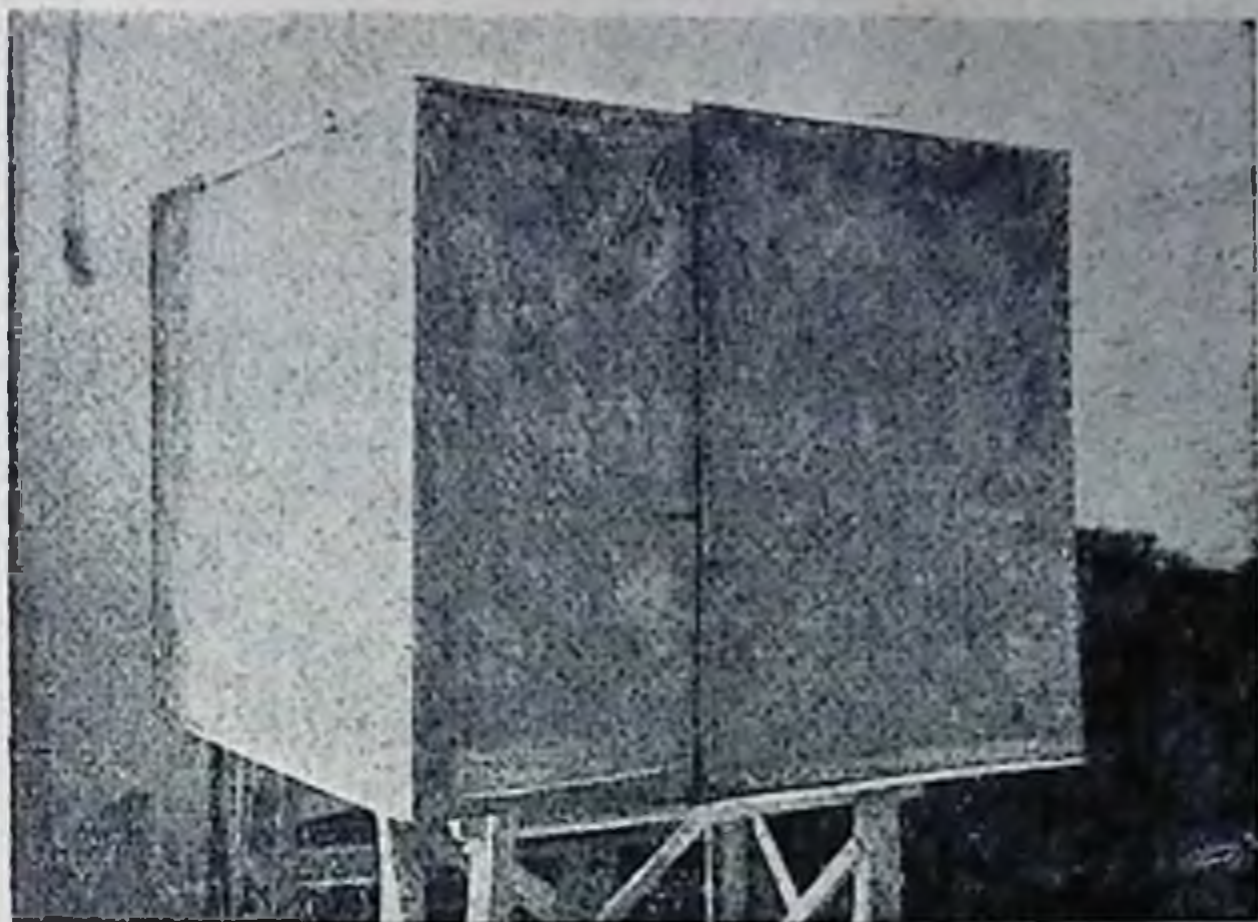


Рис. 194. Малый раздвижной бокс (вид сзади).

на тех сравнительно небольших мощностях, которые употребляются в экспериментальной и клинической медицине.

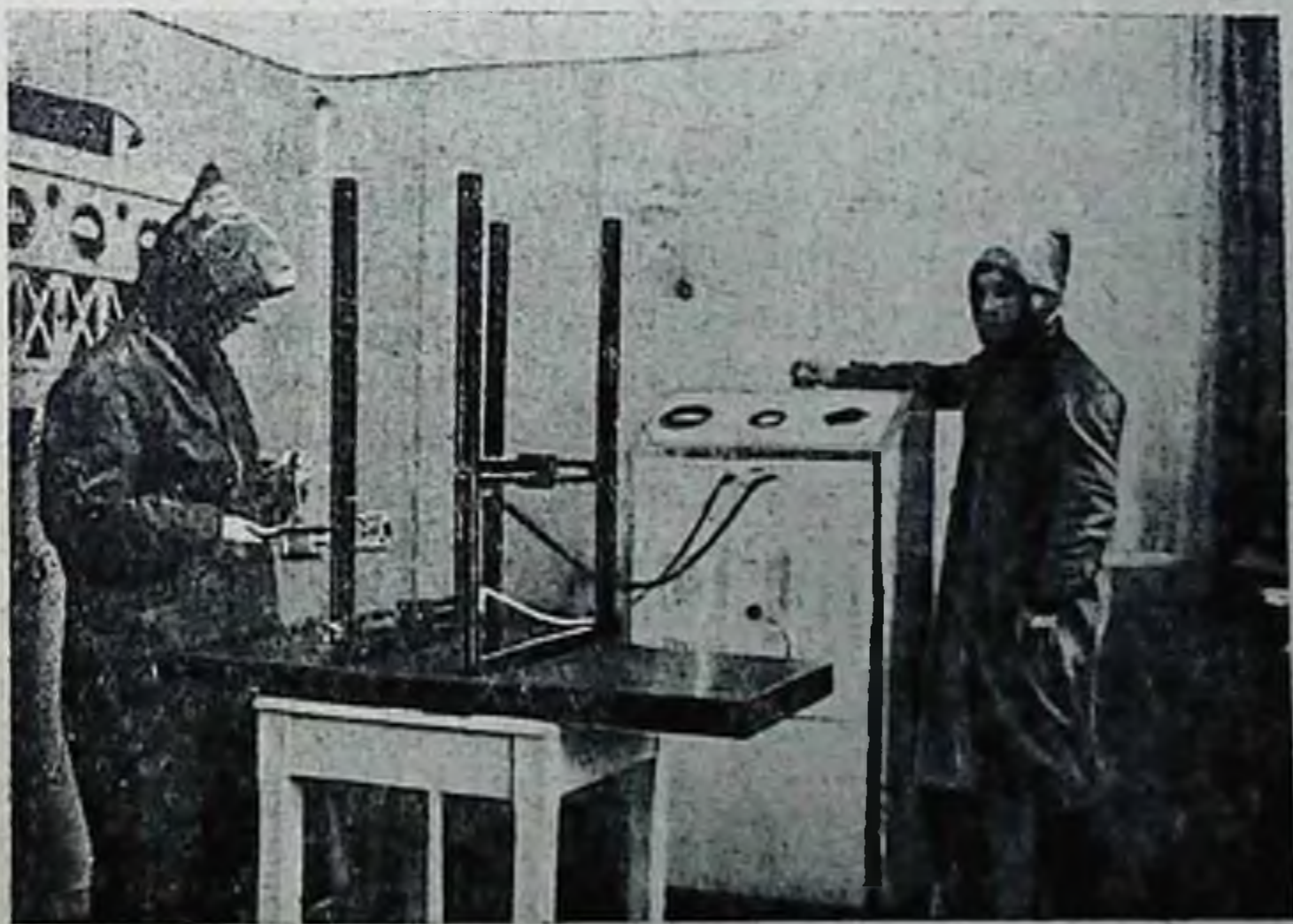


Рис. 195. Работа в халатах из медной марли.

Опыты Долинской, поставленные в нашем отделе, показали между прочим, что советская парча обладает способностью такой же защиты от УВЧ, как и медная марля «Sanilav», так что мы в настоящее время отказываемся в этой части от импорта.

ОПЫТ ЛЕЧЕБНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УВЧ¹

Л. С. РЫВЛИН

«Das Wort Kurzwellentherapie ist heute in aller Mund»— говорит К о в а р ш и к. И действительно, едва ли найдется какое-либо лечебное мероприятие, которое так привлекало бы к себе за последнее время внимание врачей буквально всех специальностей, как ультракороткие радиоволны, которые принято называть сокращенно «УКВ».

Известно, что УКВ, или, как мы говорим более правильно, УВЧ представляет собой электрические токи с огромным количеством циклов в секунду—от 30 до 300 миллионов. Получение токов столь высокой и даже еще значительно более высокой частоты не является достоянием физической техники последнего времени. Частота порядка 50 000 000 циклов в секунду была известна еще в 1886 г. Г е р ц у (Hertz), именем которого и названа, как известно, единица частоты («герц»).

Однако весьма долгое время использование токов высокой (и ультравысокой) частоты оставалось привилегией экспериментально-физических лабораторий, а несколько позднее перешло по понятным причинам в область внимания работников связи. Медицина, таким образом, довольно долго оставалась в стороне от этого нового физического агента, и можно считать, что внимание лечащих врачей остановилось на нем, собственно говоря, с 1921 г. Пионером использования УВЧ в медицине следует, по видимому, считать немецкого врача Х е р м а н а (Heermann).

Правда, вокруг приоритета в этой области в специальной литературе происходят мало интересные и, главное, мало нужные дебаты между немецкими и французскими авторами. Последние считают, что родоначальником высокочастотной терапии является д'А р с о н в а л ь и что все, что делается сейчас под маркой УВЧ, есть не что иное, как «д'арсонвализация короткими волнами». Правда, именно этот исследователь первый применил высокую частоту в медицине, но все же во все это дело после

¹ Из экспериментально-лечебного кабинета физико-биологического отдела (зав.—доц. Г. Л. Френкель) Лен. фил. ВИЭМ.

его электрокондукции в соленоидах было внесено столь много принципиально нового, что отождествлять метод д'Арсонваля с современной ультравысокочастотной терапией и усматривать между ними только количественную разницу, конечно, неверно.

Основное, что мешало долгое время использованию УВЧ в медицинской практике, была невозможность получить достаточно большие мощности на столь большой частоте. И лишь использование немецким физиком Эзау (Esau), имя которого обязательно должно быть отмечено в любом, даже самом кратком историческом обзоре высокочастотной терапии, метода конденсаторного поля открыло герцовским токам дверь в клинику. Использование конденсаторного поля дало возможность сконцентрировать силовые линии на некотором весьма небольшом участке, резко ограничить рассеивание энергии и этим сильно повысить эффективность генераторов.

Изучение биологического действия УВЧ, как и многие другие открытия, началось частично со случайных наблюдений, частично с наблюдений так называемых «побочных действий». Последние проявились в данном случае в форме вредного влияния на обслуживающий высокочастотные генераторы персонал; именно работники связи заметили, что при работе с ультракороткими волнами наблюдается целый ряд неприятных расстройств, заключающихся в чувстве тяжести в голове, доходящем до настоящей головной боли, общей слабости, нервной перевозбужденности, бессоннице, повышении температуры тела и т. п. Почти одновременно в лаборатории Эзау было случайно сделано интересное наблюдение: мухи, пролетающие через конденсаторное поле достаточной мощности, немедленно падали мертвыми.

Привлеченное всеми этими фактами внимание Шерешевского (Schereschewsky) в Америке, Либэзни (Liebesny) в Австрии и Шлипхаке (Schliephake) в Германии положило начало более или менее систематическому изучению биодействия УВЧ.

Даже краткий обзор этого действия безусловно не входит в задачу этой статьи, и мы отсылаем интересующихся к монографиям Шлипхаке, Либэзни или к обзорам Кастальди (Castaldi), Рэшу (Réchou), Лебединского, Френкеля и др. Отметим лишь, что, в полном согласии со взглядами руководителя нашего отдела, мы считаем, что как бы богата на сегодняшний день ни была литература по биодействию УВЧ, все же далеко не все случаи лечебного использования этого агента, известные нам из печати, являются биологически обоснованными. Отсюда два основных вывода: 1) далеко не во всех случаях (как это делается за рубежом) допустимо лечебное применение УВЧ, и 2) несмотря на то, что имеется

уже обширный опыт лечебного применения УВЧ (в частности и преждевременного), много основных вопросов биодействия УВЧ, в частности такой вопрос, как механизм этого действия, еще остаются, скромно выражаясь, неясными.

Как известно, коротковолновое «облучение» есть процедура неконтактная, и прикосновение к обкладке конденсатора приводит к ожогам, если и неопасным, то во всяком случае трудно заживающим. Поэтому с самого первого момента применения УВЧ для лечения человека перед физиотерапевтами встал вопрос о защите пациентов от этих неприятных, но легко возможных случайностей. Отсюда родилась идея Шлипхаке помещать пластины конденсатора в плоские стеклянные банки типа обычных химических кристаллизаторов, нашедшая свое признание со многих сторон. Однако стеклянные «перчатки» (как их называет сам Шлипхаке) имеют один огромный недочет—они делают конденсаторную пластину жесткой, т. е. создают при облучении неровных поверхностей опасность ожогов за счет неравномерности зазора (т. е. расстояния между поверхностью пластины и поверхностью облучаемого объекта); при этом силовые линии концентрируются у более выступающих частей (так наз. «Spitzenwirkung»), где и наступает ожог. Единственным профилактическим мероприятием здесь является гибкий электрод, который может повторять изгибы поверхности, т. е. мягкий электрод в мягкой же перчатке. Исходя из этих соображений, Рааб (Raab) предложил войлочные прокладки. Однако и они не свободны от ряда отрицательных свойств. Так, Ласт (Last) скептически относится к войлочным прокладкам мягких электродов Рааба вследствие гигроскопичности войлока. Действительно, как мы это видели на собственном опыте, даже небольшое увлажнение перчатки может вести к проскакиванию искры и обгоранию электрода (т. е. к ожогу объекта), что может быть избегнуто лишь частой сменой подкладок. При стеклянных же перчатках скопляющийся под стеклом пот, представляющий собой довольно концентрированный электролит, тоже может вести к ожогам (Рааб). Френкель в нашем отделе ввел обшивание электродов мехом, не отличающимся большой гигроскопичностью и имеющим достаточную для зазора толщину. Следует обязательно обращать внимание на то, чтобы мездра была неособенно жирной, так как жир очень нагревается в высокочастотном поле. Специальные исследования, произведенные в отношении пригодности таких «меховых» электродов в нашем отделе Белицкой, показали, что никаких особенных потерь по сравнению с голыми электродами не наблюдается. Мы в настоящее время пользуемся только меховыми электродами и не имеем с ними никаких неудач.

Методика

Во всех наших опытах мы пользовались двухламповыми передатчиками частотой в 50 мегациклов и биполярным облучением в поле конденсатора.

Выбор частоты в 50 мегациклов не был продиктован какими-либо специальными соображениями, и мы использовали эту частоту главным образом потому, что именно на ней в основном нашим отделом собран наибольший экспериментальный материал. Попутно отметим, что, согласно литературным данным, частота в 50 мегациклов принадлежит к участку биологически активных частот.

Что касается примененного нами биполярного облучения, т. е. помещения пациента между двух пластин конденсатора, то это является наиболее общепринятой в настоящее время формой ультравысокочастотных аппликаций. Униполярные облучения защищаются только Г р о г о м и Т о м б е р г о м (Groag & Tomberg). При этой форме к пациенту приближается только одна пластина вторичного контура, и воздействие идет за счет собственной емкости больного. Но этот способ имеет ряд отрицательных сторон: прежде всего одиночный фидер чрезвычайно сильно излучает (Т а т а р и н о в), что усиливает и так уже существующее вредное действие УВЧ на обслуживающий генераторы персонал. Во-вторых, наибольшая густота силовых линий получается только в одном месте (у пластины), а потом они всею расходятся во все стороны. Таким образом, униполярное облучение дает главным образом поверхностный эффект, который важен, например, для кожных поражений, но может быть ничуть не хуже получен с биполярным облучением в той его модификации, которую мы назвали «тангенциальным облучением» (см. статью Долинской). Биполярное же облучение имеет, помимо меньшего рассеяния энергии (правильно работающий двойной строго параллельный фидер практически не излучает), еще и целый ряд других преимуществ, из которых назовем хотя бы столь важный момент, как возможность лучше дозировать передаваемую пациенту энергию.

Использованные нами генераторы были сконструированы на лампах Г₂-300 и Г-120 (подр. описание см. у А н д р е е в а и У ш и н с к о й) — типы «ВИЭМ-2» и «ВИЭМ-5».

Кроме двух основных контуров, в генератор вводился еще третий контур — измерительный апериодический контур, который был индуктивно связан с вторичным контуром и состоял из теплового высокочастотного амперметра с витком (рис. 196); пользование этим контуром описано в статье У ш и н с к о й (Бюллетень ВИЭМ, № 2, 1936).

Различные применявшиеся нами способы облучения показаны на рис. 197, 198, 201 и 205 и не нуждаются в специальных разъяснениях.

Собственный материал

Хотя непосредственная лечебная работа не входит, собственно говоря, в круг интересов нашего отдела, но так как систематическое изучение лечебного применения УВЧ в СССР еще не имеет места (имеются разрозненные точки, работа которых планомерно увязана и недостаточно базируется на эксперименте), то мы считали необходимым создать хотя бы временно при

нашем отделе специальный экспериментально-лечебный кабинет, в котором проводилась бы проверка влияния УВЧ на различные патологические процессы у человека. В настоящее время с момента организации кабинета истекло более года; за это время через кабинет прошло 105 больных, которые в основном разбиты на нижеследующие категории.

а) Б р о н х и а л ь н а я а с т м а

До сих пор в мировой литературе опубликовано в общей сложности 19 случаев применения УВЧ для лечения бронхиаль-

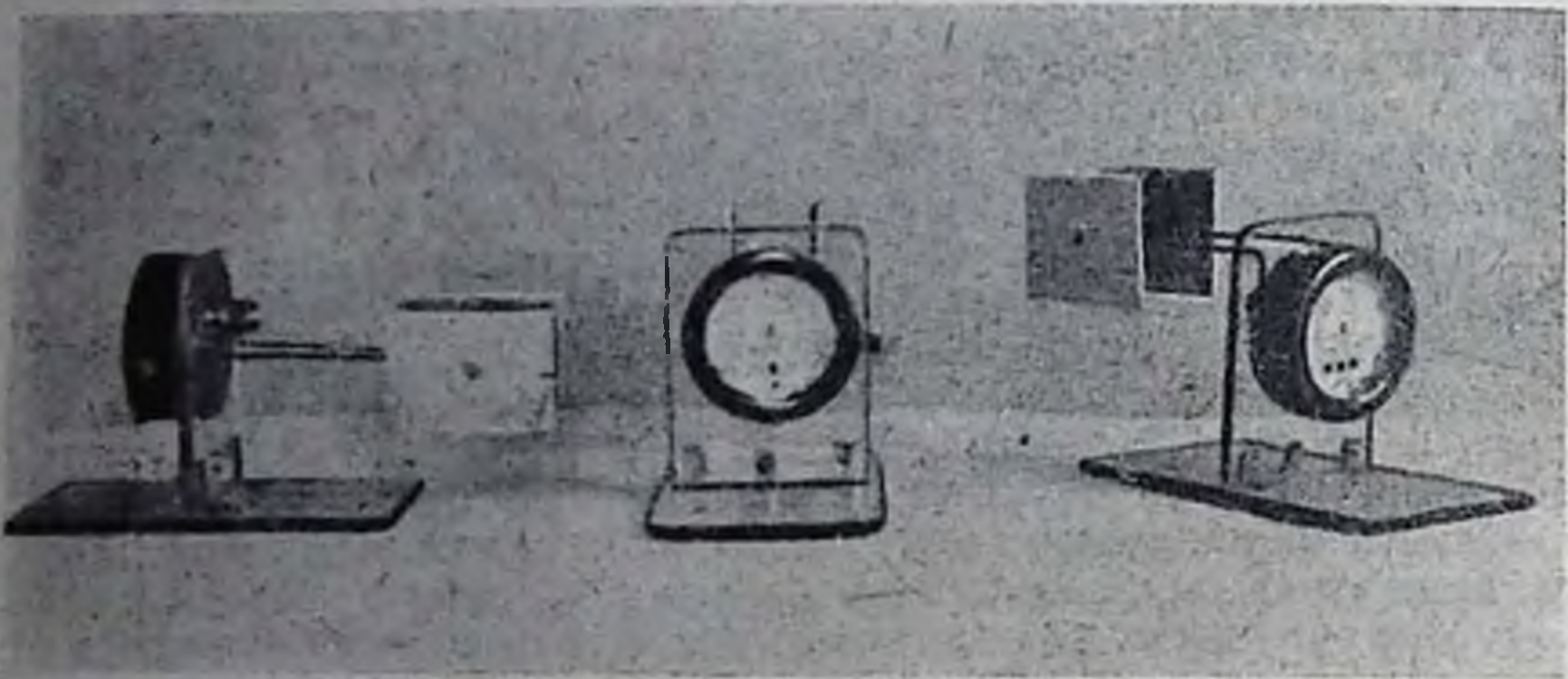


Рис. 196. Измерительные контуры.

ной астмы. Соответствующий материал опубликован пока только Швейцером (Schweitzer), Лакёром и Рэмци (Lacquer & Remzi) в Германии. По материалам Швейцера успех получается в 60% случаев, а по Лакёру и Рэмци — в 70% случаев. Швейцер считает, что успех здесь зависит в значительной мере от длительности случаев (давности) и конституции пациента. Лакёр и Рэмци, обладающие довольно большим опытом в области лечебного использования УВЧ, относят результаты, полученные ими при бронхиальной астме, к наилучшим успехам, одержанным вообще коротковолновой терапией, т. е. оценивают УВЧ при этом заболевании как метод выбора. Описанный в литературе хороший эффект УВЧ при бронхиальной астме вполне вяжется с экспериментальными и другими клиническими фактами, свидетельствующими об антиспазматическом действии УВЧ.

В нашем материале имеется 5 случаев бронхиальной астмы, причем мы имели во всех этих случаях отчетливый успех, выражающийся или в более редком наступлении приступов, или вообще в их полном прекращении. Приводим выдержки из одной истории болезни.

Л. Клара, 29 лет, работница, страдает непрерывно в течение 5 лет частыми приступами удушья. Резкое понижение питания, кожные покровы бледны, видимые слизистые бледной окраски, температура 37,5—37,3° С. Со стороны сердечно-сосудистой системы изменений нет. Легкие—разлитые сухие хрипы, жесткое дыхание в области hilus'ов, удлиненные выдохи. Больная производит впечатление морально подавленной своим заболеванием. Лечилась много, но безрезультатно. Перемена климатических условий также не вносила изменений в течение болезни.

15/III 1935 г. Подвергнута облучению: пластины размером 15 × 10 см, равновеликие, облучение в течение 5 мин. Одна пластина на область селезенки, другая—на крестец. Сила тока в третичном (измерительном) контуре 0,3 А (у пластин). Во время облучения больная ощущала приятное тепло.

17/III. Общее состояние без перемен. Больная повторно облучена в той же модификации.

19/III. Чувствует себя значительно лучше, приступы удушья реже, спит лучше. Облучение в той же модификации в течение 10 мин.

21/III. Вчера чувствовала себя хорошо; сегодня в связи с погодой (снег, сыро) стало хуже. Облучение 10 мин.

23/III)

25/III)

27/III)

Облучения по 10 мин.

29/III. Изменено положение пластин; произведено тангенциальное облучение: одна пластина на область шейной части позвоночника, другая—на поясничную. Сила тока в измерительном контуре 0,35 А. Продолжительность сеанса 10 мин.

1/IV. Приступы удушья стали реже. Облучение 10 мин.

3/IV. Вчера резкое ухудшение. Сегодня чувствует себя лучше. Облучение в той же модификации.

С 3/IV по 7/IV больна гриппом. Облучение не производилось; несмотря на простудное заболевание, приступов не было.

7/IV. Температура нормальная. Чувствует себя хорошо. Облучение в течение 10 мин.; сила тока в измерительном контуре 0,5 А.

9/IV. Приступов нет, одышка исчезла, хорошо спит. Облучение в течение 10 мин.

11/IV. Попрежнему хорошо. Облучение в течение 10 мин.

13/IV. Приступов нет. Облучение в течение 10 мин.

15/IV. Вследствие ухудшения погоды появился кашель. Приступов нет. Облучение в течение 10 мин.

17/IV. Самочувствие хорошее, кашель стих, приступов удушья не было. Облучение в течение 10 мин.

В дальнейшем больная с 25/IV до 9/VI подвергалась облучениям в той же модификации (всего 14 сеансов), причем за все это время ни одного приступа отмечено не было.

До настоящего времени прошло уже более 3 месяцев с момента прекращения облучений, и несмотря на то, что этот период времени падает на дождливое лето, больная чувствует себя хорошо и не имела ни одного приступа.

Больная Л. находилась в течение всего времени лечения под наблюдением клиники проф. М. В. Черноручского.

б) Облитерирующий эндартериит

Общеизвестные эксперименты Фломма, показавшие, что воздействие УВЧ на сосуды дает столь резкое и длительное их расширение, что даже адреналин перестает оказывать свое констрикторное действие, навели западноевропейских кли-

индистов на мысль использовать УВЧ во всех случаях, имеющих ангиоспастическую подкладку; так, Л а с т (Last) имел успех с этим агентом при болезни Рейно, перемежающейся хромоте и облитерирующем эндоартериите. Л а с т указывает, что под действием УВЧ в этих случаях наблюдается улучшение кровотока, что заметно даже наощупь; исчезают парестезии и вызываемые сосудистым спазмом болевые ощущения. Ф л о м м использовал повышение температуры, наступающее под влиянием облучения, как диагностический метод точной локализации демаркации процесса. Д о с с е и Д о н ь о н (Dausset et Dognon) отмечают хороший успех от высокочастотных облучений при коронарных спазмах, наступающих от физических напряжений.

Ж и р у проследил отдаленный результат этих удач до года. Очень хорошие результаты с артериосклеротической гангреной (*disbasia angiosclerotica et morbus Raynaud*) имел Л и б э з н и, считающий, что короткие волны показаны при всяких сосудистых поражениях. Эту хорошую оценку Л и б э з н и даст и в своей последней монографии 1935 г.

Мы, к сожалению, не имели возможности получить для наших опытов ни большого количества, ни ранних случаев ангиосклеротических процессов. В тех же случаях, которые мы имели, мы потерпели полную неудачу, хотя в одном из них отмечалось небольшое и очень кратковременное улучшение.

Больной С. Николай, 39 лет. Профессия—фотограф, поступил 7/IV 1935 г. с диагнозом *endoarterteriitis obliterans* левой стопы. Стопа наощупь холодна, синюшна, на большом пальце имеется изъязвление, *arteria dorsalis pedis* не пульсирует. Резкие боли, особенно ночью.

7/IV. Произведено облучение местно (пластины 10 × 15 см). Сила тока в измерительном контуре 0,3 А. Продолжительность 10 мин.

9/IV. Боли несколько стихли. Облучение в той же модификации.

13/IV. Status idem. Облучение в течение 10 мин.

15/IV. Боли держатся, спит плохо. Облучение в течение 10 мин.

С 17/IV по 17/V больной получил 9 облучений по 10 мин. местно с весьма незначительными результатами: кратковременное стихание болей, улучшение сна. Говорить об отдаленном, а тем более стойком эффекте не приходится.

в) Я з в а ж е л у д к а

Впервые УВЧ для лечения язвы желудка и двенадцатиперстной кишки применил, повидимому, К н о п ф м а х е р (Knopfmacher), в удачном материале которого имеется даже случай множественной ульцерации желудка туберкулезного происхождения, доведенный высокочастотной терапией до исчезновения скрытой крови в испражнениях. Хронические воспалительные процессы желудка с успехом лечил УВЧ Ш в е й ц е р. Специально вопрос о влиянии УВЧ на течение язвенных поражений желудка в самое последнее время подвергся анализу

со стороны М а а л о (Mahlo). В своих наблюдениях, охватывающих около 25 случаев, М а а л о мог отметить весьма хороший результат. В большинстве случаев хронической язвы желудка наступают состояния, которыми характеризуется излечение процесса. Само по себе облучение воспринимается больными очень хорошо, причем отмечается анальгезирующий эффект.



Рис. 197. Техника облучения при язве желудка.



Рис. 198. Техника облучения при поражениях коленного сустава.

Наш собственный материал охватывает 10 случаев язв желудка, из коих, несомненно, положительный результат был отмечен в 8 случаях—постепенное угасание и полное прекращение болей, несмотря на некоторое расширение и даже погрешности в диете, исчезновение оккультных кровотечений. Мы, так же, как и М а а л о, должны подчеркнуть, что больные очень хорошо воспринимают процедуры, причем в некоторых случаях исчезновение болей наступает так быстро, что их следует считать за эффект анальгезирующего действия УВЧ. Что касается методики самого облучения, то мы пользовались всегда местной биполярной аппликацией (расположение электродов хорошо видно на рис. 197).

Для иллюстрации течения процесса приводим несколько историй болезни.

Больной И. Александр, 38 лет, служащий. Страдает язвой желудка с 1924 г. много лечился, но болезнь продолжала развиваться настолько, что в последнее время больному была категорически предложена операция. С жалобами на мучительные постоянные боли 21 февраля 1935 г. поступил под наше наблюдение; в тот же день получил первое облучение в течение 5 мин. при силе тока в измерительном контуре 0,2 А. Облучения были повторены 23 и 25 февраля в тех же модификациях.

27/II ток был усилен до 0,3 А, но самочувствие больного все это время оставалось без изменений, если не считать некоторого уменьшения болей с 25/II.

Настоящий перелом наступил лишь 3/III, когда больной отмечает значительное притупление болей, несмотря на не совсем строгую диету, и улучшение аппетита. Облучение 3/III произведено при силе тока 0,4 А.

Начиная с 3/III по 3/IV больной получал регулярно через день облучения при силе тока обычно 0,3 А. До 19/III сеансы оставались пятиминутными, а с 19/III мы перешли на десятиминутные облучения; весь этот период характеризуется прогрессивным уменьшением болей, причем с 21/III больной перешел на более грубую пищу.

С 3/IV мы перешли на интервальные облучения, и до 17/IV больной получил только 5 процедур.

11/IV он перешел на общее питание; начиная с 13 апреля боли исчезают совершенно. От 17 по 25 апреля мы сделали 8-дневный перерыв в облучении. За это время болей не было. В течение мая больной получил еще только 6 облучений, и с 1/VI лечение было прекращено. До настоящего времени (сентябрь 1935 г.) больной чувствует себя хорошо, ест все.

В связи с затронутым выше вопросом о возможности анальгезирующего действия УВЧ при хронических поражениях желудка небезынтересно привести выдержку из истории болезни, где УВЧ была применена нами по поводу рубцовых изменений желудка язвенного происхождения.

Больная В. Мария, 62 лет, иждивенка, поступила под наше наблюдение с сильными болями в подложечной области с диагнозом клиники проф. Я. А. Л о в ц к о г о—рубцовые изменения желудка язвенного характера.

9/V 1935 г. было произведено облучение (в третичном контуре 0,3 А) в течение 10 мин.

11/V и 15/V. Облучение повторено.

17/V больная отмечает уже уменьшение болей, а 23/V болей нет даже после обильной еды. Всего больная пробыла под нашим наблюдением до 9/VII, получив 22 облучения. Все это время болей не было, и лишь один раз в начале июня после грубой погрешности в диете были кратковременные боли в подложечной области. К моменту прекращения облучения пациентка никаких субъективных симптомов не отмечала.

г) Поражения суставов

Лечение радиоволнами поражений суставов, как острых, так и хронических, самой разнообразной этиологии представляется в данное время весьма разработанным, причем следует отметить, что почти все авторы единодушно рекомендуют УВЧ для этих целей.

Ф л о м м, а также Ш л и п х а к е, имеющие, пожалуй, наибольший опыт в этом отношении, рекомендуют пользоваться

при лечении артритов, особенно хронических, наибольшими мощностями, которые только способны переносить пациенты, причем экспозиции должны доходить до получаса и во всяком случае быть не короче 20 мин. Прекрасный успех при хронических артритах самого разнообразного происхождения и локализации (особенно коленные, лучезапястные и голеностопные суставы) отмечает Л а с т, причем этот автор, сообразно своим воззрениям на то, что центром тяжести действия УВЧ является термоэффект, отмечает наибольший положительный результат от более длинных волн—до 30 метров.

Хронические поражения суставов с успехом пользовались высокой частотой Л а к ё р и Р э м ц и; из 35 случаев они видели отрицательный эффект только в 5 случаях.

Ш в е й ц е р отмечает успех в меньшем проценте случаев, но все же говорит об успехе в 60%. Французские авторы [П ь е р, Р а в о и Ч е к а л ь д и (Pierre, Ravault et Cessaldi)] с большим успехом пользовались УВЧ тяжелые хронические кокситы. Эти авторы наблюдали прекращение болевых ощущений уже после первых сеансов, и в результате больные, дотоле прикованные к постели, получали возможность ходить и приступали к своим профессиональным занятиям. Это анальгезирующее действие, отмеченное П ь е р о м и в особенности акцентированное невропатологами (см. ниже),— между прочим, многократно отмеченное и нами,—было использовано Г р о г о м и Т о м б е р г о м (Австрия), с особым успехом в случаях болезненности коленного сустава после операции менисков. Интересно отметить, что по сообщению Г р о г а сустав после названной операции под влиянием облучения УВЧ не дает выпота, в то время как на другие физические агенты реагирует увеличением выпота.

Наш материал охватывает 9 хронических поражений суставов и один острый, главным образом ревматического происхождения; во всех случаях, кроме одного хронического (spondyloarthritis очень большой давности), мы имели несомненный успех.

Прежде всего мы отмечаем уменьшение болей, наступающее уже почти вслед за первыми облучениями; наблюдается медленное, но прогрессирующее уменьшение припухлости, увеличивается амплитуда движений в случаях отсутствия глубоких органических поражений как самого сустава, так и сумки; в конечном итоге больные получают возможность приступить к своей обычной работе.

Наши результаты получены, между прочим, и без применения интенсивных доз, так рекомендованных Ф л о м м о м и Ш л и п х а к е. Мы вообще никогда не пользовались ни мощностями, дающими сильный нагрев, ни сеансами продолжительностью

более 10 мин., так как полагаем, во-первых, что метод не индифферентен, а во-вторых, считаем, в полном согласии с Л и б э з и и, что не все дело в тепле. Приводим выписки из нескольких историй болезни:

Больная К. Александра, 62 лет, служащая. Хронический ревматический полиартрит. Болея около 30 лет. Боли в суставах рук и ног, в ненастную погоду боли обостряются. Лечилась медикаментозной и физической терапией. 3 месяца назад боли резко обострились.

Движения в плечевых и коленных суставах ограничены, имеется припухлость больших суставов, хруст при движении.

27/V 1935 г. подвергнута тангенциальному облучению (один электрод размером 110×150 мм у шейной части позвоночника, другой такого же размера у поясничной области). Сила тока в измерительном контуре 0,3 А, продолжительность 10 мин.

29/V. Эффекта нет. Облучение повторено.

1/VI. Боли в коленном суставе стихли. Облучение повторено.

7/VI. Боли только в левом голеностопном суставе. Облучение.

9/VI—11/VI

13/VI

15/VI

17/VI. Полное отсутствие жалоб. Припухлость значительно уменьшилась. Движения в суставах свободнее. Хруст держится. Лечение прекращено.

Больную мы видели в последний раз в конце августа; болей нет, жалоб нет.

Больной И. Николай, 54 лет, заводский мастер. Хронический ревматический полиартрит. Болел частыми ангинами. Боли в суставах рук и ног, обостряющиеся в ненастную погоду, в течение многих лет. Деформация фаланговых суставов обеих рук, коленных и голеностопных суставов.

7/V. Тангенциальное облучение грудного+поясничного сегментов и шейного+поясничного сегментов спинного мозга попеременно. Сила тока по прибору 0,3 А, продолжительность сеанса 5 мин.

11/V

17/V

21/V. Существенных результатов не отмечается.

23/V. Боли стихают. Облучение повторено.

25/V. Боли в суставах продолжают уменьшаться, движения в суставах стали свободнее. Облучение. Сила тока по прибору 0,4 А.

27/V. Боли в суставах стихли. Облучение.

29/V. Status idem. Облучение.

1/VI. Движения в суставах стали свободнее; больной отмечает, что может ходить гораздо больше, чем до лечения. Облучение.

7/VI. Некоторое обострение болей при ходьбе. Переведен на локальное облучение суставов (коленные, плечевые). Сила тока та же, длительность облучения 10 мин.

9/VI. Улучшение, болей в суставах при ходьбе не отмечается.

11/VI

13/VI

15/VI

19/VI

21/VI

23/VI

25/VI

27/VI

29/VI

23/VI. Движение в суставах рук и ног свободнее, хруст в коленных суставах меньше. Жалоб нет. Лечение прекращено.

Больной 29/VIII 1935 г. явился к нам в отдел в весьма удовлетворительном состоянии.

А. Мария, 64 лет, служащая. Monoarthritis sinistra acuta. Neuralgia pl. brachialis sin.

Болела гриппом, который перенесла на ногах. Несколько дней назад появились боли в левом плечевом суставе, быстро прогрессирующие и достигшие столь интенсивной степени, что больная потеряла сон. Рука почти неподвижна, резкие боли при малейшем пассивном движении. Припухлость левого плечевого сустава, резкие боли при пальпации сустава. Резкая болезненность в точке Erb'a.

1/VI. Передне-заднее облучение левого плечевого сустава. Сила тока 0,3 А по измерительному прибору, сеанс 10 мин.

3/VI. У больной повысилась температура (38°), вследствие чего ей было рекомендовано пребывание в постели, однако боли настолько уменьшились, что больная могла спать.

7/VI. Температура нормальна. Боли уменьшились, появилась возможность активных движений в суставах, все еще ограниченных. Облучение в той же модификации.

9/VI. Боли стихли, амплитуда движений в суставе резко увеличилась. Облучение.

11/VI. Движения свободны. Боли незначительные при активных движениях. Облучение.

13/VI. Болей нет. Движения свободны. Облучение.

15/VI. Облучение. Вследствие полного отсутствия жалоб и свободных движений в суставах лечение прекращено.

До настоящего времени жалоб нет, объективных изменений нет.

Ограничиваясь сообщением этих кратких выдержек из историй болезни, отметим еще, что нами применялось облучение УВЧ также и при гонитах гонорройного происхождения с положительным результатом, что совпадает с наблюдениями Ф л о м м а. У других авторов, работавших с УВЧ, мы не могли найти материала по гонорройным поражениям суставов.

д) Невралгии

Многократно отмеченные две особенности УВЧ—анальгезирующее действие и всегда в большей или меньшей степени сопутствующее ему выделение тепла—заставляют предположить, что этот терапевтический агент может быть уместен при лечении невралгий и невритов. И действительно, в литературе имеется целый ряд указаний в этом направлении. Так, Г р о г и Т о м б е р г с успехом лечили униполярными облучениями невралгии плечевого сплетения. Л а к ё р и Р э м ц и, а также Ш в е й ц е р, отмечают успех не менее чем в 85% случаев при применении УВЧ по поводу невритов, а К р а й н и к (Kraïnik) на основании своего опыта рекомендует УВЧ для лечения не только септических невритов, но также и поражений, связанных со свинцовым отравлением. Важно отметить, что Л а с т имел успех от УВЧ там, где диатермия не давала никакого эффекта, а З а й д м а н (Saidman) подчеркивает, что при невритах УВЧ показана особенно в острых стадиях. Что касается ишиаса, то Р а а б пишет, что эффект наступает так

быстро, что больной отмечает улучшение уже во время первого сеанса. Аналогичный эффект по понятным причинам получен при невралгиях и даже при болезненном тике (Доссе и Дюньон). Французские авторы Зайдман, Штуль (Stuhl) и др. требуют для успеха применения настолько минимальных доз, чтобы больной не ощущал во время процедуры тепла.

В полном соответствии со сказанным, мы ни в одном случае невралгии, который попал под наше наблюдение, не видели неудачи от УВЧ, в том числе и при невралгиях седалищного нерва, причем в ряде случаев требовалось буквально несколько облучений. Приводим один из таких примеров.

Б. Дмитрий, 30 лет, землемер. Neuralgia n. ischiadici sinistra.

Больной передвигается с трудом, садится и встает при сильных болях во всей левой ноге.

«Lassegue» слева резко положительный, боли по ходу n. ischiadici sin.

11/VI. Произведено облучение при силе тока 0,4 А. Продолжительность облучения 10 мин. Расположение пластин: верхняя в районе tub. ischii, нижняя—задняя поверхность бедра в нижней ее трети (тангенциальное облучение бедра). Пластины размером 110×150 мм.

13/VI. Отмечает значительное улучшение, болей почти нет. Облучение.

15/VI. Без особых перемен. Облучение.

17/VI. Болей нет. «Lassegue» слабо положительный. Облучение.

19/VI. «Lassegue» отрицательный, болей нет совершенно, ходит свободно. Облучение. Приступил к работе. Лечение прекращено.

Упомянем здесь об интересном случае, имевшем место с одним из сотрудников нашего отдела, страдавшим сакрализацией 5 L, на почве которой он ежегодно весной страдал приступами ишиалгии, для ликвидации которой обычно требовалось 10—15 сеансов диатермии. Нами было предложено облучение УВЧ. После первого облучения боли прошли уже к вечеру. Повторного облучения не потребовалось; до настоящего времени обострений нет.

е) Невродермиты

Этот раздел мы начинаем непосредственно с описания собственного материала, ибо, несмотря на доступность нам весьма обширной литературы по УВЧ, мы не могли найти до сих пор описаний случаев лечения невродермитов ультравысокой частотой. Такое положение вещей нам представляется странным, ибо если УВЧ оказывает анальгезирующее действие, то совершенно естественно было бы попытаться использовать ее для лечения кожных зудов, которые, как известно, противостоят всем доступным лечебным мероприятиям, надолго понижая трудоспособность в остальном совершенно здоровых людей. Мы не хотим этим ни в коем случае сказать, что

весь эффект, который мы ожидали и который мы, как это видно дальше, получили с УВЧ при невродермитах, относится только за счет анальгезирующего действия нашего агента, ибо, влияя, как известно из литературы, на нервную систему [Хеллер (Heller), Пономарев, Крайник и другие], на тонус сосудов (Фломм) и, наконец, вообще на биохимические процессы [Карпентер, Бок, Нассэ, Уоррен (Carpenter, Boak, Nasset, Warren), работы Астанина и сотрудников в нашем отделе], УВЧ, несомненно, должна влиять и на питание кожи со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Наш материал охватывает 14 случаев невродермитов, пользовавшихся УВЧ. Считаем своим долгом отметить, что материал этот проведен и обработан совместно с дерматологической клиникой ВИЭМ (проф. О. Н. Подвысоцкая).

Из 14 случаев, облученных нами, мы только в 4 случаях имели отсутствие эффекта.

Приводим наиболее интересные выписки из историй болезни.

Д. Н., 13 лет, учащаяся. Neurodermitis universalis. Больна в течение 10 лет. Кожа лица на лбу и вокруг рта покрыта расчесами, шелушится и слегка розоватой окраски; на шее сзади утолщение кожи, лихенификация; те же явления в локтевых и подколенных суставах. На груди отдельные кровянистые корочки после расчесов. Сильный зуд всего тела.

27/II 1935 г. Произведено тангенциальное облучение спинного мозга (одна пластина величиной 150×110 мм у шейной части, другая такой же величины у крестца). Облучение в течение 5 мин. при силе тока 0,2 А в измерительном контуре.

3/III } Эффекта нет. Облучение повторено в той же модификации.
5/III }

7/III. Зуд уменьшается. Облучение.

9/III. Зуд на ногах исчез, на руках меньше, кожа у расчесов бледнее, на лице зуд держится попрежнему. Облучение 5 мин. при том же расположении пластин, сила тока 0,3 А.

11/III } Облучение повторено в той же модификации.
13/III }

15/III } Состояние без перемен. Облучение.
17/III }

19/III. Зуда на ногах попрежнему нет. Руки, а также лицо чешутся меньше. Облучение.

21/III } Облучения повторены.
23/III }

25/III } Консультирована проф. О. Н. Подвысоцкой. Заклю-
27/III } чение: имеется улучшение; полезно продолжать терапию
29/III } УВЧ. Облучение.

1/IV. Зуда рук, ног и лица нет совершенно; спит хорошо. Облучение.

3/IV } Зуд исчез совершенно. Общее состояние значительно лучше.
5/IV } Облучение.

9/IV } На зуд не жалуется. Состояние вполне удовлетворительное.

11/IV } Облучение.

15/IV. Консультирована проф. О. Н. Подвысоцкой. Заключение: имеется значительное улучшение; можно отметить неравномерность

достигнутых результатов; лучше всего на ногах, отстает область лица; желательное воздействие в области gangl. Gasseri.

17/IV. Чувствует себя хорошо. Зуда нет. Облучение области gangl. Gasseri.

23/IV. Ввиду общего хорошего состояния и отсутствия жалоб лечение прекращено (рис. 199 и 200).

Ш. Резяп, 47 лет, пожарный. Neurodermitis diffusa eczematisata (стационарный больной дерматологической клиники ВИЭМ проф.



Рис. 199. До лечения.



Рис. 200. После лечения.

О. Н. Подвысоцкой). Болен с 1925 г. Зуд всего тела, частые рецидивы, главным образом на нижних конечностях, ягодицах и лобке.

В области задней поверхности шеи, лобка и коленных сгибов очаги лихенификации; в коленных сгибах явления экзематизации.

23/VI. Начато облучение (тангенциальное) 0,3 А в измерительном поле, пластины 160 × 110 мм. Расположение пластин, как в предыдущем случае. На протяжении от 23/VI до 15/VII больной получил 9 облучений в той же модификации.

Приводим оценку случая (пр.-доц. Розенталь): после первого сеанса зуд уменьшился; больной выписан из клиники на 18-й день после начала лечения со значительным улучшением. Экзематизация развилась обратно, лихенификация почти исчезла. Зуд уменьшился.

Р. Липман, 65 лет, инвалид. Neurodermitis. Жалуется на зуд всего тела, появляющийся приступами. Болен 5 лет. Лихенификация кожи в области мошонки и левой подключичной впадины.

1/VI. Применено тангенциальное облучение спинного мозга 0,3 А по амперметру измерительного контура.

На протяжении от 1/VI по 7/VII получил 16 облучений.

Приводим оценку случая (пр.-доц. Розенталь); после 5 сеансов УВЧ отмечено уменьшение зуда и исчезновение лихенификации в коленном сгибе; после дальнейших сеансов почти полное выздоровление.

В заключение приводим краткую оценку остальных случаев, данную клиникой проф. О. Н. Подвысоцкой.

П. Иван, 33 лет. Sycosis et neurodermitis. 8 облучений. Зуд уменьшился сразу же после первого сеанса. После 6 сеансов отмечается исчез-

повенне зуда и почти полное обратное развитие фолликулитов в области лобка и бедер.

А. Александр, 47 лет. Eczema disseminata. Pruritus universalis. Acheulia. 8 облучений.

После первого сеанса зуд сильнее. В дальнейшем волнообразное течение кожных явлений; временами после сеансов ухудшение, временами улучшение. С 8/VII отмечается постепенное стойкое улучшение, подсыхание экзематозных бляшек, уменьшение зуда. УВЧ комбинировалась у больного с местной индифферентной терапией.

В. Абрам, 33 лет. Pruritus ani et scroti. 8 облучений.

После 5 сеансов зуд попрежнему. В дальнейшем течение без особых изменений. Больной тяжелый неврастеник, подвергавшийся до УВЧ разнообразной терапии.

К. Иван, 46 лет. Neurodermitis universalis. 8 облучений.

После 5 сеансов уменьшение зуда и улучшение сна. Затем снова усиление зуда. Выписан из клиники с небольшим улучшением.

Е., 23 лет. Eczema scroti. Furunculosis.

После 5 сеансов значительное улучшение, уменьшение зуда и исчезновение экзематозных явлений. Фурункулов стало больше. В дальнейшем больной больше не являлся, но по имеющимся сведениям выздоровел.

Ф. Иван. Neurodermitis diffusa. 7 облучений.

После первого сеанса зуд стал несколько меньше. Больной выписан на 16-й день после начала лечения с хорошим результатом: зуд исчез, лихенифицированные бляшки почти полностью развились обратно.

Я. Мария, 25 лет. Neurodermitis diffusa. 13 облучений.

В период лечения зуд колебался в интенсивности, но в общем остался без перемен, равно как и кожные явления. Ввиду безуспешности терапии переведена на другой метод лечения.

К. 21 года. Eczema scroti et perinei. 10 облучений. Зуд внутренней поверхности бедра и мошонки, незначительная краснота, инфильтрация кожи. По сравнению с состоянием в мае—резкое улучшение (3/IX 1935).

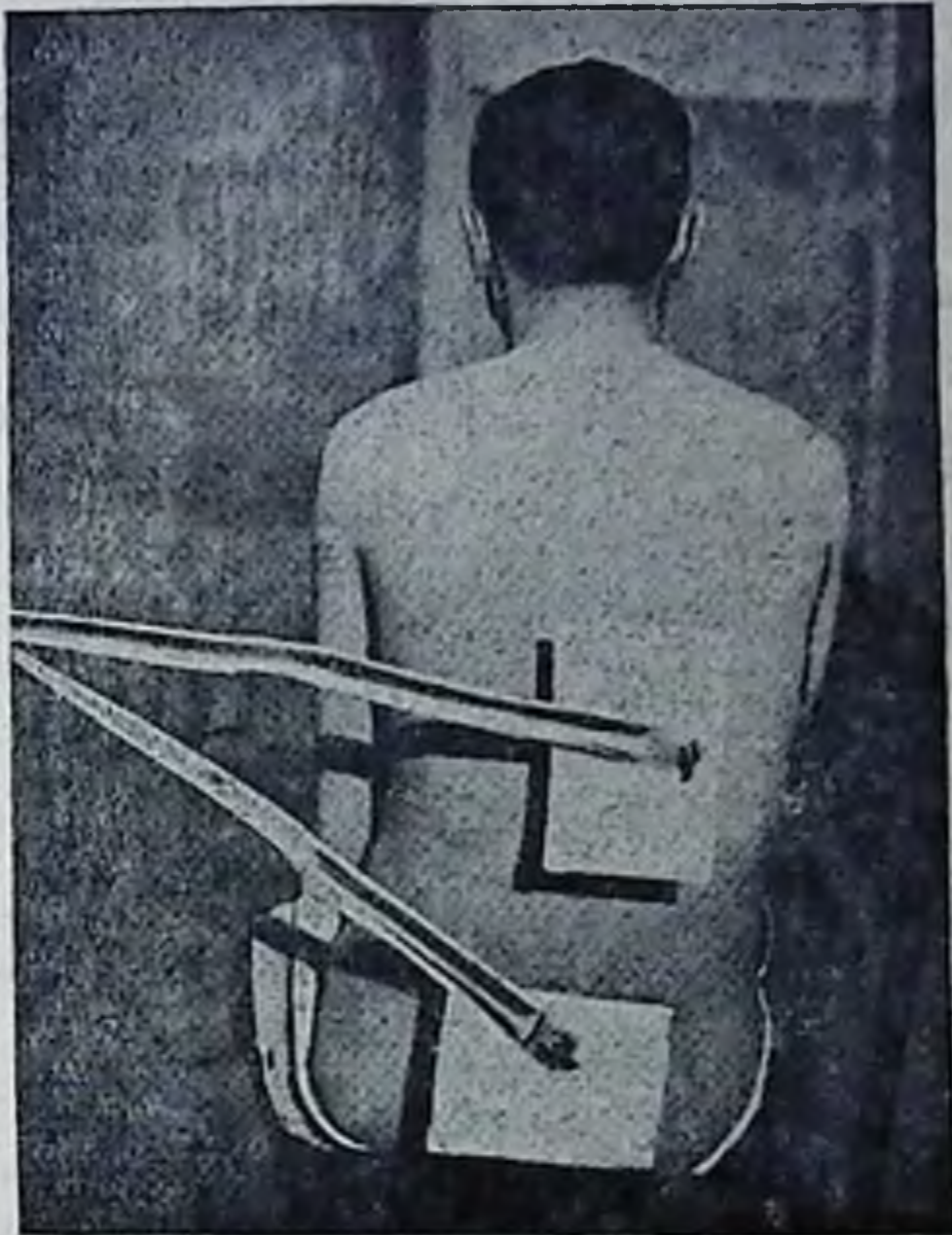


Рис. 201. Техника тангенциального воздействия на спинной мозг у человека.

ж) Трофические язвы

Литература в этой части, насколько нам известно, чрезвычайно скудна. О нескольких случаях *ulcus cruris varicosum*, леченных УВЧ, сообщает Шлипка; у этого автора создается впечатление, что лишь при применении очень больших мощностей можно рассчитывать на эффект, причем пластины

должны быть больших размеров и во всяком случае перекрывать дефект (по площади) с запасом. Хороший эффект УВЧ при *ulcus cruris* видел в ряде случаев также Л а с т. Э з е р и н в нашем отделе провел с успехом два случая хронических язв бедра и голени, причем давность одного из случаев была около 4 лет. Этим исчерпывается доступная нам литература.

Наш материал охватывает 5 случаев, из коих в 4 случаях получен положительный эффект (полное зарубцевание язв), а в одном случае вследствие привходящей травмы оценить результат не представляется возможным. Приводим выписку из одной из историй болезни.

З. Павел, 40 лет, рабочий. Варикозная язва левой голени. Направлен больницей им. проф. Нечаева 3/1 1935 г.

В октябре прошлого года после рожистого воспаления левой голени появилась язва в части варикозного расширения вен. Левая голень отечна, синюшна; у голеностопного сустава на медиальной поверхности и несколько кзади имеется глубокая язва с подрытыми грязными краями и дном. Боли при ходьбе и прочих активных движениях в голеностопных суставах.

3/1. Приступлено к локальным облучениям. Пластины № 6 (150 × 110 мм). Сила тока в измерительном контуре 0,3 А. Облучение в течение 5 мин.

9/1. Отмечает, что на другой день после 1-го облучения болезненность язвы несколько уменьшилась. Затем боли вернулись, но в менее резкой форме. Облучение в той же модификации.

11/1. Боли значительно меньше; вид язвы без перемен. Облучение 0,55 А.

13/1. Нога менее отечна; язва бледнее, у краев начала заполняться: поперечник ее уменьшился на 1 см. Облучение.

15/1. Без особых перемен. Облучение.

19/1. Дефект заметно выполняется. Болей почти нет, отечность значительно меньше. Облучение.

21/1. Заполнение язвы продолжается. Облучение при силе тока 0,8 А.

23/1. Облучение.

25/1. Облучение в той же модификации.

27/1. Облучение; сила тока увеличена до 0,85 А.

29/1. Язва продолжает заполняться. Облучение; сила тока 0,82 А.

3/II. Приступил к работе. Припухлость в ближайшей окружности раны, которая уменьшается. Облучение.

5/II)

7/II) Облучение при силе тока 0,8—0,75 А.

9/II)

С 9/II по 19/II был перерыв в лечении. Заживление раны не подвинулось вперед. С 19/II перешли на тангенциальное облучение поясничного сегмента спинного мозга при силе тока 0,3 А.

21/II. Облучение.

27/II. Язва значительно сузилась. Облучение.

3/III. Без особых перемен. Облучение.

5/III. Язва уменьшается, вид улучшается. Вновь перешли на локальное облучение при силе тока 0,8 А (у пластин).

13/III. Значительное уменьшение размеров язвы и ее отделяемого. Болей нет. Облучение.

15/III)
 17/III) Облучение при силе тока 0,5 А.
 25/III)
 27/III. Осмотрен хирургом проф. В. Л. Теплиц. Констатировано
 значительное улучшение состояния язвы.

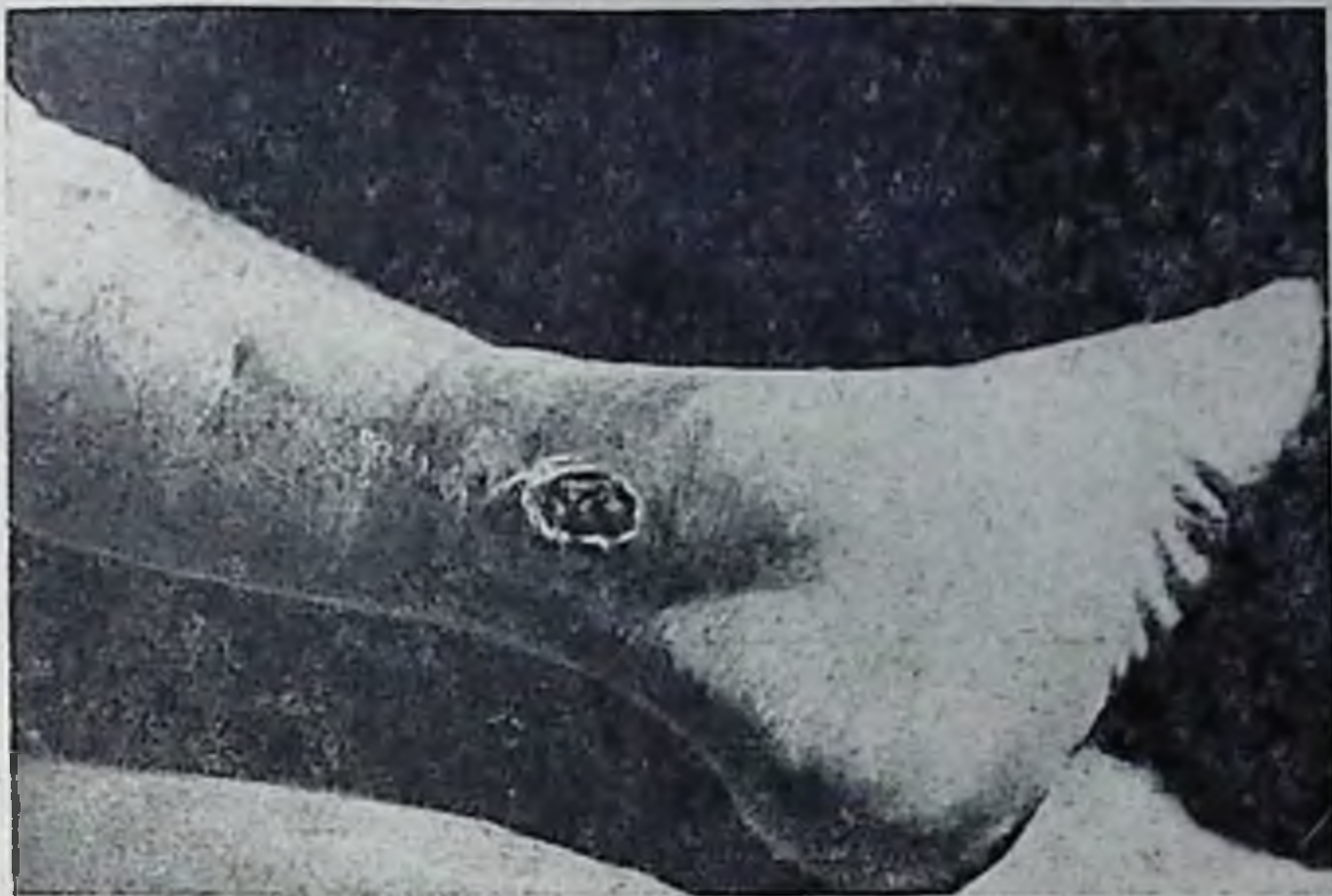


Рис. 202. Ulcus cruris до облучения.

17/IV. Язва почти зарубцевалась. Облучение (перерыв был вследствие
 гриппозного заболевания).

21/IV. Язва зарубцевалась совершенно. Лечение прекращено.



Рис. 203. Тот же случай после 12 облучений.

Результаты двух других случаев показаны на рис. 202, 203, 204,
 205, 206 и 207.

з) Поражения костей

Известно, что вопрос о том, укладывается ли все биодействие
 УВЧ в один только термоэффект, или же высокой частоте еще

присуще некое экстратермальное (так наз. «специфическое») действие, является все еще предметом научной дискуссии; даже если считать, что все дело в одном тепле (точка зрения,



Рис. 204. Тот же случай после 16 облучений.

не находящая признания у руководства нашего отдела), то и в таком случае можно было ожидать хороший эффект при поль-



Рис. 205. *Ulcus scuris* во время первого облучения.

зовании костных поражений, ибо, как показал целый ряд опытов [Шлипхаке, Бордые (Bordier), Рывлин, Годлиник и др.], кость при высокой и ультравысокой частоте нагревается особенно интенсивно.

Отсюда понятным делается хороший эффект, полученный при лечении остеомиелитов' [Шлипхаке, Левенштейн, Стибек (Stieböck)].

Первый из названных авторов получал под действием УВЧ в течение нескольких недель хорошую секвестрацию у детей, пролежавших до того от одного до четырех лет в постели. Левенштейн видел в одном случае хронического рецидивирующего остеомиелита при униполярной аппликации полное рассасывание веретенообразной опухоли, достигавшей величины яблока.

Худшие результаты с остеомиэлитами имел Л а с т, хотя ему и удавалось освобождать большинство пациентов от резких



Рис. 206. Тот же случай после 5 сеансов.

болей; сам автор квалифицирует свои результаты как неопределенные.

Наш материал еще чрезвычайно мал—под наше наблюдение попало всего 2 случая, но оба с хорошим эффектом. Первый случай касается



Рис. 207. Тот же случай к концу лечения (18 сеансов).

остеомиэлита височной кости четырехлетней давности; в течение месяца 13 облучений (локально) дали снижение болей, уменьшение гнойных выделений и медленное рубцевание свища (рис. 208 и 209).

Второй случай касается нетуберкулезного остеомиэлита, осложненного прободной язвой стопы. Облучения производились местно в течение 12 раз, причем к концу лечения было неполное закрытие дефекта. Однако в дальнейшем после прекращения облучения процесс продолжал неуклонно

улучшаться, и к концу августа 1935 г. язва зарубцевалась совершенно (рис. 210 и 211).

В разделе костных поражений уместно рассмотреть и альвеолярную пиоррею. Исходя из литературных данных (Шлиппхаке) и условий селективного нагревания (см. выше), мы ожидали получить здесь хороший эффект, однако в нескольких



Рис. 208. Остеомиелит височной кости до облучения.



Рис. 209. Тот же случай после облучения.

случаях, прослеженных нами, из которых некоторые подвергались 10—14 облучениям, мы пока можем констатировать лишь отсутствие заслуживающего упоминания эффекта.

и) Воспалительные поражения женской половой сферы

Наш материал в этом направлении невелик; он охватывает всего лишь 3 случая, но с безусловно хорошим результатом, что вполне совпадает с литературными данными [Рааб, Дедерлейн (Döderlein), Виттенбек (Wittenbeck) и другие].

Мы приводим здесь один из наших случаев, хорошо демонстрирующий защищаемую сейчас в мировой литературе точку зрения о допустимости использования УВЧ не только при хронических воспалениях, но и при острых лихорадящих процессах женской половой сферы.

Больная А. Лидия, 24 лет, замужняя. Спустя несколько дней после произведенного ей аборта почувствовала острые боли внизу живота, очень скоро распространившиеся по всему животу. Несколько позднее у больной появился озноб с подъемом температуры до $37,8^{\circ}\text{C}$.

Больная обратилась к врачу, который назначил ей медикаментозную терапию, однако боли все усиливались, температура дошла до 39°C , появилась рвота. С этими симптомами больная 23/V 1935 г. была направлена в больницу им. Эрисмана, где был поставлен диагноз: воспаление брюшины. В больнице был применен покой, на живот непрерывно лед, внутрь и *per rectum* белладонна. Больная в течение всего этого времени из-за резких болей совершенно не спала и в течение нескольких суток не принимала пищи.

29/V температура несколько снизилась и больная по собственному желанию была переведена на квартирное лечение; вскоре, однако, вновь появились острые боли с повышением температуры до 39°C и не оставлявшая больную ни на один день рвота. В таком состоянии 11/VI 1935 г. больная на носилках была доставлена к нам в отдел, где в тот же день была подвергнута воздействию УВЧ; пластины 150×100 мм, сила тока по третичному (измерительному) контуру 0,5 А. Облучение в дорзовентральном направлении: одна пластина на низ живота, другая—на крестец. Продолжительность процедуры 10 мин.; по истечении 10 мин. пластины были подняты выше—до уровня мечевидного отростка, и была облучена верхняя часть живота, тоже в течение 10 мин.

Уже после первого облучения наступило уменьшение болей и прекращение рвоты, так что больная после долгого перерыва впервые проспала всю ночь.

13/VI объективно изменений определить не удалось, что стоит в полном соответствии с указаниями Раба, находящего, что в гинекологической практике с УВЧ объективные изменения всегда отстают от субъективных.

Живот у больной все еще напряжен, при пальпации острые боли, задержка стула, температура 38°C . Произведено облучение в той же модификации.

После 3-го облучения 17/VI больная самостоятельно пришла в отдел, отмечая значительное улучшение; ночи она проводила спокойно, спала, боли постепенно стихали.

19/VI. При пальпации живота в области матки и яичников болезненность; живот все еще напряжен. Температура $37,3^{\circ}\text{C}$. Облучение.

21/VI появился аппетит, было самостоятельное опорожнение кишечника, температура $37,2^{\circ}\text{C}$, живот мягче, но все еще слегка напряжен и вздут, при более глубокой пальпации боли внизу живота и незначительные боли в области пупка. Сон все время нормальный. Кожные покровы приобрели ровную окраску. Облучение.

Прогрессирующее улучшение неизменно отмечалось на протяжении



Рис. 210. Нетуберкулезный остеомиелит до облучения.

последующих 3 сеансов (23/VI, 25/VI, 27/VI), причем температура ушла до нормы. Никаких жалоб. Живот мягкий, почти совершенно безболезненный, даже при глубокой пальпации.

Облучение продолжалось, но с 29/VI мы изменили дозировку, снизив интенсивность до 0,3 А по третичному (измерительному) контуру. Дальнейшее течение болезни протекало без обострений, больная свободно и много ходила, делала резкие движения и, несмотря на запрещение, даже каталась 30/VI на велосипеде.

После 10-го сеанса (1/VII 1935) больная приступила к работе. При хорошем самочувствии и полном исчезновении симптомов только что пере-



Рис. 211. Тот же случай после облучения.

несенного заболевания по истечении 20 облучений лечение было прекращено. За время облучения УВЧ больная не подвергалась никакой лекарственной и иной физической терапии.

С момента окончания облучения и до настоящего времени больная работает, чувствует себя совершенно здоровой.

к) Неврастения

Попытки использования УВЧ для лечения неврастений из доступной нам литературы неизвестны. Наш собственный материал охватывает 10 случаев, подвергнутых тангенциальному облучению спинного мозга весьма малыми дозами, не свыше 0,2 А в измерительном контуре; время облучения 5 мин., сеансы через день. Почти во всех случаях был получен тот или иной лечебный эффект—ослабление общей раздражительности, исчезновение парестезий, прекращение бессонницы и т. п. (в некоторых случаях, связанных с половыми расстройствами—даже повышение *libido sexualis*).

Так как все эти результаты стоят в полном противоречии с многочисленными указаниями в литературе на как раз обратное действие УВЧ в отношении обслуживающего персонала—головную боль, слабость, бессонницу, тремор и т. п. [Б и ш о ф (Bischoff), Х и л л (Hill), Э т т и н г е н (Oettingen) и др.; в

особенности Бэлли Фергюсон (Bell & Ferguson)], что отмечал каждый работавший с УВЧ, в том числе и мы, то мы не можем освободиться от мысли, что весь полученный нами эффект должен быть отнесен на счет аутосуггестии больных (новый, в значительной мере преждевременно разрекламированный метод, незнакомая громоздкая аппаратура). Все же при дальнейшем изучении влияния УВЧ на различные проявления неврастения было бы ошибочным упустить из внимания, что в области биодействия УВЧ закон Арндт-Шульца нашел целый ряд новых примеров. Вообще фазность действия УВЧ, наличие которой особенно отчетливо выплывает в ряде экспериментальных работ нашего отдела (работы Астанина и сотрудников, работы Лаврентьева и сотрудников), начинает все больше и больше привлекать внимание исследователей (подр. см. у Френкеля) параллельно с улучшением дозиметрической техники. Возможно поэтому, что, в противоположность результатам действия УВЧ на обслуживающий персонал, и на наших больных проявилась именно эта фазность действия — малые дозы (наши больные) и большие дозы (обслуживающий персонал). Однако для категорического утверждения такого положения требуются еще дальнейшие наблюдения.

л) Эпилепсия

Литературные данные применения УВЧ при лечении эпилепсии нам неизвестны. 6 больных эпилепсией, направленных к нам, главным образом, психиатрической клиникой ВИЭМ и подвергшихся облучению в самых различных модификациях, не дали стойкого эффекта, который мы могли бы заприходовать в актив УВЧ.

м) Прочие заболевания

К этой группе нашего материала относятся немногочисленные случаи диабета, аксиллярных гидроаденитов и парауретральных осложнений гонорреи. Что касается диабета, то мы эффекта здесь не получили. Следует добавить, что в этих случаях мы применяли по возможности локальное воздействие на поджелудочную железу, ибо по данным эксперимента на животных общее облучение дает повышение гликемической кривой (Шлихак и Вейсенберг, Елисеева в нашем отделе). При местных же облучениях рапсгеас мы могли бы рассчитывать на повышение ее функции за счет улучшенного питания в результате воздействия УВЧ, но, как указано выше, опыт не удался.

Случаи аксиллярного гидроаденита, облученные локально, прошли все удачно, но не заслуживают специального обсуждения,

ибо хороший эффект при этих формах широко известен в литературе и не возбуждает сомнений.

Парауретральный абсцесс, леченный нами локальным облучением, дал быстрый положительный эффект, что совпадает с наблюдениями Ш л и п х а к е. Безусловно хороший эффект мы видели при облучении говорройных эпидидимитов.

Обсуждение материала

Прошедший за последний год через экспериментально-лечебный кабинет физико-биологического отдела Ленинградского филиала ВИЭМ материал, охватывающий более 100 случаев различных заболеваний, укладывается в нижеследующие группы: 1) бронхиальная астма, 2) облитерирующий эндоартериит, 3) язва желудка, 4) поражение суставов, 5) невралгии, 6) невродермиты, 7) трофические язвы, 8) поражение костей, 9) воспалительные поражения женской половой сферы, 10) неврастения, 11) эпилепсия, 12) некоторые прочие заболевания.

Различное количество случаев каждой из перечисленных групп дает нам право делать наши выводы с различной степенью уверенности в отношении каждой из них. Кроме того, некоторые из этих групп охватывают такие расстройства, показание к лечению которых помощью УВЧ является достаточно (или хотя бы в значительной степени) освещенным экспериментом, т. е. является биологически обоснованным. Сюда относятся поражение сосудов, различные язвы, заболевания костей и суставов, невралгии и, наконец, разнообразные воспалительные процессы. Что касается заболеваний таких групп, как невродермиты, неврастения или эпилепсия, то мы должны сказать, что в известной степени мы рассматривали наше вмешательство как сугубый (а потому крайне осторожно проведенный) клинический эксперимент, оказавшийся при этом в некоторой своей части весьма удачным (невродермиты).

Если перейти к более детальной оценке по группам, то результаты с нашей точки зрения рисуются следующим образом:

Б р о н х и а л ь н а я а с т м а. Здесь мы имели стопроцентный успех, т. е. на 30—40% больше удач, чем немецкие авторы. Такая разница в успехе может зависеть от двух причин: 1) наш материал еще весьма скромный, так что в дальнейшем процент успеха может понизиться и у нас; 2) мы работали на ламповых генераторах, т. е. пользовались незатухающими колебаниями, в то время как все прочие авторы, лечившие бронхиальную астму УВЧ, работали на искровых генераторах, дающих затухающие колебания. Мы потому обращаем внимание здесь на такую возможность, что вопрос о сравнительном биологическом, а также и терапевтическом действии затухающих и не-

затухающих колебаний еще совершенно не изучен. Известны лишь весьма элементарные эксперименты Рааба с термоэффектом *in vitro*, установившие как будто бы идентичность действия; но известны и клинические случаи, где затухающие и незатухающие колебания давали различный лечебный эффект (см. полемику Шлипхаке со Швейцером). В настоящее время этот вопрос экспериментально разрабатывается в нашем отделе д-ром Голышевой, д-ром Сепдерихиным, а также д-ром Лялиной, но работы их еще не закончены. Весьма возможно, что наши лучшие по сравнению с данными иностранных авторов результаты найдут свое объяснение в качественном различии применявшихся раздражителей.

Облитерирующий эндартериит в противоположность данным мировой литературы дал отрицательный результат. В этом случае причина расхождения нам ясна. Дело в том, что, как было указано выше, нам не удалось получить ранних стадий этого заболевания, так что органические изменения зашли в наших случаях, повидимому, настолько далеко, что сосуд уже не мог реагировать на действие УВЧ увеличением своего просвета. Хотя мы и могли предположить на основании изучения анамнеза наших больных, что дело сложится именно таким образом, все же мучительные боли этих больных заставили нас испытать анальгезирующее действие нашего агента, хотя бы в симптоматическом отношении; эффект получился нестойкий и неоднородный.

Во всяком случае мы предполагаем продолжать наши наблюдения над облитерирующим эндартериитом в его более ранних стадиях, когда освобождение пациента от спастического компонента его страданий при сохранении тех же органических изменений уже может дать весьма ощутительный эффект.

Язва желудка, лечение которой УВЧ еще очень слабо освещено в литературе, дает по нашим наблюдениям благоприятные результаты. Во всяком случае мы не видели ухудшений, а в некоторых случаях результат был чрезвычайно эффективным. Когда мы приступали к лечению язв УВЧ, нас сильно беспокоил инцидент, происшедший с Мало, когда в результате воздействия УВЧ у больного наступило кровотечение из язвы. У нас, несмотря на то, что мы облучали некоторых наших больных по многу раз, таких случаев не было; но мы считаем все же необходимым предостеречь тех, кто будет пользоваться УВЧ для лечения язв, от длительных процедур, ибо сосудорасширяющее действие УВЧ, несомненно, создает опасность кровотечения при неумеренных дозировках. Повидимому, правильной дозой будет такая, которая создаст лишь небольшую конгестию в области язвы, одновременно создавая

тот удар по нервной системе, который так существенен при расстроенной трофике.

П о р а ж е н и я к о с т е й и с у с т а в о в в нашем материале дали такой же хороший эффект, как и в руках других авторов, что, собственно говоря, вполне понятно, ибо уже условия термоселективности (нагревание костей) дают веские предпосылки к такому эффекту. Заслуживает быть отмеченным, что мы имели успех с УВЧ также и при полиартритах, причем применяли в таких случаях не общие облучения в целях повышения общей температуры тела («электропирексия»), как это рекомендуют некоторые представители французской школы (Р э ш у), а пользовались тангенциальным облучением позвоночника, т. е. преимущественным воздействием на спинной мозг. Учитывая общеизвестные данные школы А. Д. С п е р а н с к о г о, показывающие роль нервной системы в патологии, уместно думать, что примененная нами модификация воздействия делает излишним создание электропиретических симптомов и что все преимущество электропирексии перед локальным облучением, столь рекомендуемое при полиартритах французами, зависит просто от того, что при осуществлении общих облучений спинной мозг попадает в более интенсивное поле, чем при местных воздействиях на отдельные суставы.

Н е в р а л г и и. Наш материал полностью оправдал наши предположения, в которых мы исходили, с одной стороны, из факта анальгезирующего действия УВЧ, а с другой—из хороших результатов, полученных в таких случаях с нашим агентом в руках иностранных авторов.

Отметим, что мы имели успех даже при наиболее острых невралгиях, пользуясь малыми дозами, что вполне совпадает с указаниями Л и б э з н и и ряда французских авторов.

Н е в р о д е р м и т ы являются той областью дерматологии, в которую УВЧ внедряется впервые, причем этот первый опыт, как об этом говорит наш материал (контролируемый дерматологической клиникой ВИЭМ), должен быть признан безусловно удачным. Наибольший интерес в приводимом здесь материале на наш взгляд представляет не столько самый факт лечебного успеха, сколько модификация, в которой мы получили этот успех. Во всех наших случаях мы применяли тангенциальное облучение позвоночника от шейной части до поясницы, т. е. подвергали наибольшему воздействию (помещая его в район наибольшей густоты силовых линий) почти весь спинной мозг.

Регистрируя этот несомненный факт успеха в неблагоприятной области лечения упорных зудов кожи, мы не находим иного объяснения этим успехам только как с точки зрения обще-

известной концепции А. Д. Сперианского, и нам представляется, что наш материал в этой части может быть охарактеризован как клинический эксперимент, демонстрирующий роль нервной системы в биологическом действии УВЧ.

Трофические язвы, как и невродермиты, принадлежат к числу весьма резистентных по отношению к арсеналу современных медицинских средств патологических процессов, причем литература о лечении язв помощью УВЧ как уже отмечено выше, чрезвычайно бедна. Мы, правда, на небольшом материале, могли констатировать эффект: из пяти наших случаев мы не смогли закрыть язвы только в одном, да и то он был осложнен привходящим и не связанным с нашим вмешательством агентом. Мы позволим себе высказаться в том смысле, что считаем такой результат значительным успехом, учитывая исключительное упорство язв, особенно варикозного происхождения; подчеркнем еще, что в соответствии с имеющимися в литературе указаниями на необходимость интенсивных воздействий при лечении язв УВЧ (Шлипкаке, например, требует доз, едва переносимых больными) мы при локальных аппликациях тоже увеличивали мощность генератора в этих случаях; однако это все еще оставались дозы, вполне терпимые больными, так что мы можем смело утверждать, что требования, выставляемые заграничными авторами в отношении дозировки при лечении трофических язв помощью УВЧ, не диктуются реальной необходимостью.

Воспалительные поражения женской половой сферы в полном соответствии с данными других авторов реагировали у нас на УВЧ очень хорошо, хотя наш материал по своему количеству еще не позволяет делать окончательных выводов. Подчеркнем лишь факт, имеющий, как нам кажется, очень важное значение при выборе показаний для УВЧ в гинекологической клинике: это хороший эффект при острых воспалительных процессах, идущих даже с высокой температурой, где, как известно, тепло является противопоказанным. В какой мере это исключение для УВЧ может быть использовано для анализа экстрадермического действия нашего агента, покажет будущее.

Неврастения по нашим наблюдениям принимала хорошее течение под влиянием воздействия УВЧ. Этот факт, как мы уже отмечали выше, нам представляется непонятным, ибо, судя по вредному действию УВЧ на обслуживающий персонал, следовало бы ожидать как раз обратного действия. В какой мере эта непонятная разница в действии на обслуживающий персонал и на неврастеников сможет найти свое объяснение

в фазности действия УВЧ, об этом см. выше. Сейчас дать ответ, конечно, трудно, для этого требуются еще специально проведенные опыты.

Э п и л е п с и я, под лечение которой УВЧ еще не подведено никакой биологической базы и которую нам пришлось исследовать по ряду чисто внешних причин, пока не дала никаких изменений течения под действием нашего агента.

Оценивая наши результаты в некоторой их части с точки зрения концепции А. Д. С пер а н с к о г о, мы считаем нужным все же отметить, что наши высказывания в этом направлении носят характер предположений, а не утверждений. Мы до тех пор не сможем с полным правом говорить что-либо в этом отношении в форме утверждения, пока соответствующие опыты не будут проведены с достаточной экранировкой необлучаемых частей, что пока еще не является обиходным методом.

Дело в том, что при облучении без экрана никакое локализованное только электродами облучение нельзя считать за действительно местное облучение, ибо вследствие рассеяния энергии в большей или меньшей степени облучается весь организм. Правда, — и это дает нам право базироваться при оценке наших результатов на воззрениях А. Д. С пер а н с к о г о, — и при отсутствии экранировки необлучаемых районов в облучаемых участках (например, в области спинного мозга) создаются все же условия максимального по сравнению с остальными частями воздействия («преимущественно локализованное действие»).

В заключение отметим, что мы рассматриваем весь наш материал как результат осторожного амбулаторного эксперимента, нуждающегося для окончательных суждений в более длительном и, главное, подробном клиническом продолжении.

Выводы

1. Применение УВЧ для медицинских целей представляется достаточно обеспеченным технически в смысле конструкции соответствующих генераторов и техники безопасности.

2. УВЧ при лечении бронхиальной астмы дает положительный эффект в подавляющем большинстве случаев.

3. Облитерирующий эндоартериит в далеко зашедших стадиях является совершенно резистентным по отношению к УВЧ.

4. УВЧ при язве желудка дает положительный эффект, во всяком случае выражающийся в уменьшении и длительном полном исчезновении болевых симптомов.

5. Лечение УВЧ поражений костей и суставов является безусловно показанным, ибо случаи неудач даже весьма резистентных случаев редки.

6. УВЧ оказывает хорошее действие при невралгиях.

7. Применение УВЧ для лечения невродермитов, хотя и не имеет никакого прошлого, должно быть безусловно рекомендовано, ибо в некоторых случаях эффект получается даже там, где все прочие средства оказываются бессильными.

8. Лечение УВЧ трофических язв дает хороший эффект и без применения рекомендуемых немецкими авторами сильных полей.

9. УВЧ, несмотря на сопровождающий ее термоэффект, может применяться при лихорадящих заболеваниях женской половой сферы.

10. УВЧ по нашим наблюдениям оказывает на неврастению хороший эффект.

11. Эпилепсия резистентна по отношению к УВЧ.¹

ЛИТЕРАТУРА

1. Heermann, цит. по Schliephake.—2. Schereschewsky, Publ. Health. Rep., 41, 1939 (1926).—3. Liebesny P., Die Kurzwellen, Berlin, Urban & Schwarzenberg, 1935.—4. Schliephake E., Kurzwellentherapie. Die medizinische Anwendung kurzer elektrischer Wellen, Jena, Gustav Fischer, 1932; Klin. Wschr., S. 2333, 1930; Arch. Phys. Ther., 14, 389 (1933); Deut. med. Wschr., S. 1235, 1932; Wien. klin. Wschr., S. 1585, 1931; Wien. klin. Wschr., № 41, 1933.—5. Castaldi L., Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934), Bologna, Cappelli, p. 277, 1935.—6. Réchou, Wangermetz, Halphen, Auclair, Dausset, Journ. Rad. Electr., 17, 481 (1933).—7. Лебединский А. В., Природа, № 5—6, 1935.—8. Френкель Г. Л., Высокая и ультравысокая частота в медицине (монография в рукописи); Про особливості біодіяння ультракоротких хвиль, Експер. мед., № 2, 1935.—9. Raab E., Die Kurzwellen in der Medizin. Berlin, Radionta Verlag, 1933.—10. Last E., Wien. med. Wschr., S. 1288 и 1346 1933.—11. Schweitzer G., Med. Welt, № 4—5, 1934. 12. Laqueur & Remzi R., Med. Welt, № 22, 767, 1933.—13. Daus-

¹ Наш отдел неоднократно выступал с обвинением по адресу всех клиницистов, работавших с УЧВ, в том, что в их публикациях обычно отсутствует клинический анализ полученных результатов (как говорил на I Ленинградской конференции по УКВ Г. Л. Френкель—«масса сводных таблиц результатов и ни одной истории болезни»). Мы в этой работе грешим тем же, но по причинам, в то время когда делалась эта работа, имевшим свой *raison d'être*: дело в том, что тогда ВИЭМ еще не располагал клинической базой, имеющей высокочастотную установку, ждать же этого для с оих первых опытов,—которые мы в значительной мере рассматриваем лишь как ориентировочные,—мы не считали возможным и поэтому провели наши исследования в амбулаторной обстановке. В настоящее время, когда ВИЭМ создал клинические точки УВЧ (б-ца им. Эрисмана в Ленинграде, Боткинская б-ца в Москве), наша дальнейшая работа по лечебному использованию УВЧ сможет пойти уже на базе глубокого клинического анализа, без которого невозможно понимание механизма лечебного действия любого агента—этой основы научного предвидения у постели больного.

set H. & Dognon A., Paris Médical, p. 99, 1934.—14. Mahlo, Deut. Med. Wschr., № 11, 403, 1934.—15. Pflomm E., Arch. f. klin. Chir., 166, 251 (1931).—16. Pierre M., Ravault P. et Cossaldi A., Rev. de Actin. et de Physiother, p. 470, 1932.—17. Groag P. and Tomberg V., Wien. klin. Wschr., S. 929 и 964, 1933.—18. Krainik, Ann. de l'Inst. d'Actionol., 1932, nov.—19. Saidman J., Rev. d'Actin. et de Physiother., 7, 473 (1932).—20. Saidman J. et Stuhl, Bull. Soc. Fr. El. Rad., № 1, 38, 1932.—21. Heller R., Klin. Wschr., S. 2398, 1931.—22. Пономарев А. В. и Камбарова О. И., этот же сборник.—23. Nasset E. and Warren S., Proc. Soc. exp. Biol. Med., 27, 934 (1930).—24. Carpenter C. and Boak R., Amer. Journ. Syph., 14, 346 (1930).—25. Bordier H., Journ. de Rad. et d'Electr., 17, 2^o 3 (1933).—26. Stieböck, Wien. med. Wschr., № 18, 562, 1932.—27. Döderlein G., Sitz. der Berl. med. Ges., Deut. med. Wschr., S. 1269, 1932.—28. Wittenbeck F., Strahlenther., 50, 348 (1934).—29. Oettingen K., Gundel M., Hook H. & Schultze-Ronhof, Strahlenther., 41, 251 (1931).—30. Bell W. & Ferguson D., Arch. of Phys. Ther., 12, 477 (1931).—31. Лаврентьев Б. И. и Федоров Б. Г., этот же сборник.—32. Schlierpake E. & Weissenberg E., Wien. klin. Wschr., S. 560, 1932.—33. Елисеева М. И., этот же сборник.—34. Рывлин Л. С. и Годлиник В. Б., Сборник трудов, посвящ. XXX-летию юбилею профессора С. А. Бруштейна, 1927.

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ
БИБЛИОГРАФИЯ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ РАБОТ ПО БИОЛОГИЧЕСКОМУ ДЕЙСТВНИЮ И ЛЕЧЕБНОМУ ПРИМЕНЕНИЮ УВЧ¹

Е. А. Недлер

Одним из серьезных затруднений для изучения биодействия УВЧ является отсутствие достаточно хороших библиографических указателей по этому вопросу; существующие указатели оставляют желать много лучшего как в количественном (полнота), так и, главным образом, качественном (точность) отношениях. Мы решили поэтому опубликовать те библиографические материалы, которые скопились в референтском бюро физико-биологического отдела Ленинградского филиала ВИЭМ, ибо при относительной новизне этого вопроса у нас в СССР и обширной печатной продукции по этому вопросу за границей наши исследователи оказываются в отношении библиографии в особенно тяжелом положении; единственный список медицинской литературы по УВЧ Пюнтковского, Духанина и Жердина явно неполон (он охватывает едва 500 названий). При составлении нашего указателя мы в основном опирались на собственную картотеку, но дополнительно использовали литературные списки иностранных монографий Либэзни, Фритша и Шубарта, Хольцера и Вейссенберга, Шлипкаке (2-е изд. 1935 г.), а также обзора Рэшу. При этом мы должны обратить внимание исследователей на большую неточность указателей Рэшу и Либэзни. Мы подчеркиваем в особенности последнее имя, ибо монография этого автора, насколько мы знаем, должна скоро появиться в русском переводе. Наилучшим списком мы считаем список Фритша и Шубарта, составленный хотя и не особенно полно, но зато очень тщательно.

В нашем указателе мы не сочли целесообразным отделять физику от техники и биологию от медицины, ибо большинство работ захватывает обычно оба предмета и при разбивке только на эти разделы, несомненно, получился бы большой параллелизм списков.

¹ Работы, отмеченные*, помещены в журналах, не выписываемых в СССР, поэтому они взяты нами не из оригиналов, а по доступным нам ссылкам, так что ручаться за их абсолютную точность мы не можем.

ЧАСТЬ I

ЛИТЕРАТУРА НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

А. Физика и техника

А н д р е е в П. Н. Описание конструкции генератора ультравысокой частоты типа 2Г—120. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

А н д р е е в П. Н. Метод расчета генераторов УВЧ, работающих на самовозбуждении. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

А н д р е е в С. В. Термические и гистологические анализы действия токов высокой частоты на насекомых. Итоги работ Н.-И. И. З. Р. (1935).

А н д р е е в С. В. и Б а л к а ш и н Б. А. Токи высокой частоты в борьбе с мучными клещами. Защита растений, стр. 121 (1935).

Б а л к а ш и н Б. А. Влияние токов высокой частоты на половую продукцию амбарного долгоносика *Callandra Granaria*. Итоги работ Н.-И. И. З. Р. (1935).

Б е л и ц к а я Ф. С. О типе электродных перчаток при облучениях УВЧ. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Б и з я е в В.Ф. и П и о н т к о в с к и й И. А. Генератор коротких электромагнитных волн, смонтированный МОИФФ. Труды Моск. обл. инст. физиот. и физиопротил., 1, 345 (1934).

Г у л я е в П. И. и Б у р н а з Л. С. К вопросу о методике использования местного теплового действия коротких волн. Бюлл. Инст. им. Сеченова, № 4—5, 307 (1934).

Д и в и л ь к о в с к и й М. и Ф и л и п п о в М. Определение диэлектрических потерь в жидкостях при высокой частоте. Журн. эксп. и теор. физики, 6, 93 (1936).

Д и в и л ь к о в с к и й М. и Ф и л и п п о в М. Измерение напряженности магнитных полей ультравысокой частоты. Докл. Акад. наук СССР, 2, 521 (1935).

Д о л г у ш и н Ю. В поле высокой частоты. Техника молодежи, 6 (1934).

Д о л и н с к а я А. Т. О локализации действия УВЧ. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

З а в о й с к и й Е. К., К о з ы р е в Б. М., Н е с м е л о в А. В. Исследование некоторых физических и химических действий ультракоротких волн. Ученые зап. Казан. гос. унив., 94, 6 (1936).

К о р о т н е в. Токи высокой частоты (1930).

К у г у ш е в А. М. Об единообразии терминологии при работах с ультракороткими волнами. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

К у г у ш е в А. М. О физической сущности действия токов ультравысокой частоты. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

К у з н е ц о в а Е. А. Влияние токов высокой частоты на насекомых. Итоги работ Н.-И. И. З. Р. (1935).

Л а п и р о в - С к о б л о М. Волны, революционизирующие науку. Газета «Правда» (1934).

Л о м а к о М. К. Влияние электрического поля УВЧ на степень нагрева растворов электролитов различных концентраций. Отчет на I конф. физико-биолог. отдела Лен. филиала ВИЭМ. Бюлл. ВИЭМ, № 11/12, 58 (1935).

М а л о в Н. Н. Электромедицинские аппараты высокой частоты. ОНТИ, Энергосдат (1935).

М а л о в Н. Н. Об измерении длины волны и напряжения Лехеровой системы с меняющимся волновым сопротивлением. Журн. эксп. и теор. физики, 6, 162 (1936).

М а л о в Н. Н. О дозировке при терапии ультракороткими волнами. Курорт. и физиот., 3, 45 (1934).

М а л о в Н. Н. О выборе генератора для ультракоротковолновой диатермии. Курорт. и физиот., 5, 20 (1934).

М а л о в Н. Н. К вопросу о селективном нагревании тканей ультракороткими лучами. Курорт. и физиот., 1, 114 (1934).

М а л о в Н. Н. и Р ж е в к и н Н. Р. Сопротивление человеческого тела электрическим токам высокой частоты. Журн. прикл. физики, 6, 39 (1929).

М а н д е л ь ш т а м и Б р о в к и н. Об отражении коротких электромагнитных волн человеческим организмом. Физиотер., 5, 610 (1929).

П и о н т к о в с к и й И. А. и О р л о в а Б. Г. Наблюдение над влиянием поля коротких электромагнитных волн на металлы и электролиты. Труды Моск. обл. инст. физиотер. и физиопроф., 1, 108 (1934).

П л о т н и к о в Л. М. и Э ф р о с А. Б. К вопросу о животном организме как вибраторе в электромагнитном поле коротковолнового передатчика. Физиотер., 5, 622 (1929).

Р а е в с к и й А. С. К вопросу о привыкании коллоидов. Журн. эксп. биол. и мед., 12, 5 (1931).

Р о ж а н с к и й Д. Возбуждение коротковолновых незатухающих колебаний в катодной лампе. Докл. Акад. наук СССР, стр. 403 (1927).

Р о м а н о в В. И. К теории измерения диэлектрических постоянных и коэффициентов абсорбции в области коротких электрических волн. I. Журн. эксп. и теор. физики, 6, 144 (1936).

Р о м а н о в В. И. О влиянии высокой частоты на молекулярную среду. Труды Всесоюзн. акад. сельскохоз. наук им. В. И. Ленина, серия XV, вып. 3, стр. 46 (1935).

Т а т а р и н о в В. В. Об измерении диэлектрических постоянных и проводимостей электролитов при ультравысоких частотах. Журн. эксп. и теор. физики, 5, 533 (1935).

Т о т а р и н о в В. В. О селективном тепловом эффекте электрических полей УВЧ. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Т а т а р и н о в В. В. и Б е л и ц к а я Ф. С. Замечания о дозировке УВЧ. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Т и м к о в с к и й В. П. Применение УКВ в разных областях науки, техники и сельского хозяйства. УКВ и их применение в сельском хозяйстве Днепропетровщины, Сборник I, стр. 8 (1935).

Т у р л ы г и н С. Живой организм и переменные токи. Электрификация сельского хов-ва, 11, 12 (1934).

У ш и н с к а я О. Ф. Некоторые вопросы технического обеспечения биологических работ с УВЧ. Бюлл. ВИЭМ, № 2 (1936).

Ушнинская О. Ф. Наши генераторы УВЧ. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля Изд. ВИЭМ (1936).

Федосеев А. Воздействие УКВ на растительные и животные организмы. Техника соц. землед., № 1 (1932).

Циклянский Н. Ультракороткие волны. Наука и техника, № 18 (1934).

Шевченко Е. П. Влияние ультракоротких волн на коксуюемость углей. СОРЕНА, вып. 3, 101 (1936).

Шмидт М. С. О комбинированной аппаратуре для диатермии и так называемых ультракоротких волн. Бюлл. Инст. им. Сеченова, вып. 6/7, 221 (1933).

Шмидт М. С. К технике терапевтического применения коротких волн. Бюлл. Инст. им. Сеченова, вып. 6/7, 243 (1933).

Птоие К. Животные и растения в коротковолновом поле. Успехи совр. биол., 3, 276 (1934).

В. Биология и медицина

Айзикович Е. А. Влияние электрического поля УВЧ на основной обмен у мелких животных. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Айзикович Е. А. и Братковский Р. Е. Влияние электрического поля УВЧ на соотношение зольных элементов у потомства животных. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

А. Л. и Д. Г. Влияние ультракоротких волн на животный организм. Техника радио и слаб. тока, 12 (1932).

Алтабашева В. П. и Ильяшевич М. И. Влияние общего воздействия коротких волн на морфологические и физико-химические свойства крови кролика. Бюлл. Инст. им. Сеченова, вып. 4/5, 273 (1934).

Андряшева Н. М. О профвредности УВЧ и защитных мероприятиях. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Астанин П. П. Биохимический анализ действия УКВ на животный организм. Вводная часть (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 8/9, 8 (1934).

Астанин П. П. Биохимический анализ действия электрического поля УВЧ на животный организм. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Астанин П. П., Айзикович Е. А. и Усиевич М. А. Биохимический анализ действия УКВ на животный организм. VI. Холерез при аппликации диатермии и УКВ (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 8/9, 10 (1934).

Астанин П. П., Усиевич М. А. и Лялина О. В. Биохимический анализ действия УКВ на животный организм. Диурез (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 8—9, 10 (1934).

Братковский Р. Е. Биохимический анализ действия УКВ на животный организм. II. Отношение окислительного синтеза к диссимиляторным процессам (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 8/9, 9 (1934).

Братковский Р. Е. О влиянии электрического поля ультравысокой частоты на окислительные процессы и азотистый обмен. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Братковский Р. Е. и Алексеева А. А. Биохимический анализ действия УКВ на животный организм. III. Каталаза и глутатион крови (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 8/9, 9 (1934).

Братковский Р. Е. и Алексеева А. А. Влияние электрического поля УВЧ на содержание глутатиона и каталазы в крови кроликов. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Бруштейн С. Ультракороткие волны. Большая мед. энциклопедия, т. 33, 326 (1936).

Васильевский И. Еще о влиянии высокочастотных токов на живой организм (научное обозрение). Вест. знания, 278 (1933).

Воскресенский С. П., Малашенко Е. Н., Сухарева З. И. и Шипилин С. П. Биохимические изменения крови под влиянием общего воздействия коротких волн. Бюлл. Инст. им. Сеченова, вып. 4/5, 287 (1934).

Гиллерсон А. Б. Применение коротких и ультракоротких волн в медицине (Литература). Центр. мед. журнал, 15, 5 (1935).

Глаголева Н. Новые опыты стоками высокой частоты. Физиотер., 4, 488 (1929).

Голышева К. П. Влияние токов высокой частоты на дрожжевую культуру (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 3—4, 9 (1934).

Голышева К. П. Влияние электрического поля УВЧ на рост дрожжевой культуры. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Голышева К. П. О влиянии УВЧ на рН сыворотки крови при воздействии *in vitro*. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Голышева К. П. Действие ультракоротких волн на эмбриональное развитие мышей (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 3/4, 16 (1934).

Голышева К. П. и Андрияшева Н. М. Действие токов высокой частоты на потомство белых мышей (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 3/4, 15 (1934).

Голышева К. П. и Андрияшева Н. М. Влияние УВЧ на эмбриональное развитие и потомство белых мышей. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Голышева К. П. и Андрияшева Н. М. Влияние ультракоротких волн на рост белых мышей (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 3—4, 17 (1934).

Голышева К. П. и Андрияшева Н. М. Влияние УВЧ на рост белых мышей. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Голышева К. П. и Линникова М. А. Влияние ультракоротких волн на туберкулезную палочку (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 3—4, 10 (1934).

Голышева К. П. и Линникова М. А. Влияние электрического поля УВЧ на туберкулезную палочку. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Гроссе В. Ф., Орлова Б. Г. и Пионтковский И. А. К вопросу о действии коротких волн на микробы. Труды Моск. обл. инст. физиотер. и физиопротил., 1, 104 (1934).

Демская В. Применение коротких радиоволн в медицине. Врач. газ., стр. 1532 (1931).

Елисеева М. И. Биохимический анализ действия УКВ на животный организм. 1. Гликемическая реакция (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 8—9, 9 (1934).

Елисеева, М. И. Гликемическая реакция у кроликов на действие электрического поля УВЧ (УКВ). Бюлл. ВИЭМ, № 5, 39 (1936).

Елисеева М. И. Действие электрического поля ультравысокой частоты на гликемическую реакцию у кроликов. В сборнике «Биолог.

действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Зубенко П. М., Кочерга Д. И., Мациый П. Е. и Соч Г. О действии короткометражных (ультракоротких) волн на нервную систему. Материалы VI Кавк. съезда физиот., фармакологов и биохимиков, Эривань, стр. 3 (1934).

Календаров Г. С. Ультракороткие волны в биологии и медицине. Арх. биол. наук, 35 (А), 113 (1934).

Канунникова З. А. Действие токов ультравысокой частоты (УВЧ) на некоторые микроорганизмы. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Коваршик И. Действие переменных токов очень высокой частоты (ультракоротких волн). В книге «Диатермия», пер. с нем., 218—220 (1931).

Крылов Н. Итоги III Всесоюзного съезда физиотерапевтов. Фронт науки и техники, вып. 3, 85 (1936).

Купалов П. С. Краткий обзор работ физико-физиологического отдела ВИЭМ. Бюлл. ВИЭМ, № 1 (1935).

Лаврентьев Б. И. и Федоров Б. Г. Наблюдения над живыми синапсами при действии ультракоротких волн на сердце лягушки (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 8/9, 6 (1934).

Лаврентьев Б. И. и Федоров Б. Г. Наблюдения над живыми синапсами при действии УКВ на сердце лягушки. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Лебединский А. В. Влияние ультракоротких электрических волн на животный организм. Природа, № 5/6, 78 (1935).

Лихтерман Б. Влияние работы у высокочастотных установок на обслуживающий персонал. Бюлл. Инст. им. Сеченова, вып. 8/10, 421 (1933).

Малов Н. Влияние токов ультравысокой частоты на живые организмы. Физиотерап., III, 4 (9), 497 (1929).

Милицин В. А. Короткие и ультракороткие волны в медицине. Курорт. и физиот., 5, 14 (1934).

Милицин В. Л. и Гиллерсон Л. Б. Применение коротких и ультракоротких волн в гинекологии. Гинек. и акуш., 6, 2 (1934).

Мортимер Б. Согревание тканей посредством коротковолновой диатермии. Некоторые биологические наблюдения. XV междунар. конгресс физиол., Тезисы сообщений, Биомедгиз (1935).

Н. В. Новые данные о стимуляции роста. Успехи современной биологии, 100 (1933).

Обвин И. А. и Лауфер М. В. О природе, биологическом и терапевтическом действии ультракоротких волн (высокочастотного поля). Derm. и вен. сб. Одесск. гос. Краснозн. мед. инст. и Одесск. гос. инст. гиг. и патол. труда, 1, 186 (1933).

Очаковская С. Г. О действии УКВ на животный организм. Бюлл. Моск. филиала ВИЭМ, № 1/2, 23 (1934).

Очаковская С. Г. Влияние ультракоротких волн на рост прививочной опухоли. Бюлл. Моск. фил. ВИЭМ, № 5/6, 21 (1934).

Пахомов А. Н. Ультракороткие волны в медицине. Труды Лен. военно-морск. госпиталя, сб. 2 (1935).

Пионтковский И. А. Терапевтическое применение коротких и ультракоротких электромагнитных волн. Труды 1 Моск. обл. конф. по физиотер. и физиопротил., стр. 76 (1934).

Пионтковский И. А. К вопросу о влиянии коротких электромагнитных волн на человеческий организм (автонаблюдение). Труды Моск. обл. инст. физиотер. и физиопротил., 1, 350 (1934).

Пионтковский И. А., Духанин З. Д. и Жердин И. В. Библиографический указатель литературы по вопросу применения корот-

ких и ультракоротких волн в медицине с 1924 до 1934 г. Курортол. и физиот., № 5, 103 (1935).

Плотников Л. М. О биологическом влиянии поля высокой частоты порядка миллионов периодов в секунду. Физиотер., 2, 145 (1931).

Пономарев А. В. и Камбарова О. И. Воздействие УКВ на нервную систему и реакции иммунитета. Бюлл. ВИЭМ, вып. 8—9, 10 (1934).

Пономарев А. В. и Камбарова О. И. Воздействие УВЧ на нервную систему и реакцию иммунитета. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Посвянский П. Б. К вопросу о новейших методах лечения прогрессивного паралича. Сов. невропат., психиатр. и психогиг., 7, 88 (1935).

Рапопорт А. И. О влиянии УКВ на резистентность эритроцитов *in vitro* (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 3/4, 13 (1934).

Рапопорт А. И. Влияние УКВ на амилолиз *in vitro*. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Рапопорт А. И. О влиянии УКВ на объем эритроцитов *in vitro* (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 3/4, 14 (1934).

Резникова Л. О. Влияние УКВ на хронаксию изолированной мышцы лягушки (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 8/9, 7 (1934).

Резникова Л. О. Влияние УВЧ на хронаксию поперечно-полосатой мышцы лягушки. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Рожанский Н. и Смирнова Е. Влияние ультракоротких волн на ферменты. Физиолог. журн., 19, 602 (1935).

Рыблин Л. С. Опыт лечебного применения УВЧ. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Саркисова С. С. Биохимический анализ действия УВЧ на животный организм. IV. Отдельные азотистые ингредиенты мочи. Бюлл. ВИЭМ, вып. 8/9, 10 (1934).

Скипин Г. В. Влияние ультракоротковолнового (УКВ) поля на изолированное сердце холоднокровного (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 3/4, 11 (1934).

Скипин Г. В. и Баранов Н. П. Влияние ультракоротких волн на кровяное давление у животных (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 3/4, 12 (1934).

Скипин Г. В. и Баранов Н. П. Влияние ультракоротких волн (УКВ) на рост теплокровных животных (предварит. сообщение). Бюлл. ВИЭМ, вып. 3/4, 19 (1934).

Скрипичный Н. Л. и Лермонтов. О реакции тела наблюдателя на радиопередатчиках и приемниках при коротких волнах. Тел. и тел. без проводов, 34, 12 (1926).

Скублевский И. А. и Науменко Я. А. Влияние волн различной длины на изолированное сердце лягушки. Матер. VI Кавк. съезда физиот., фармакологов и биохимиков, Эривань, стр. 119 (1934).

Славский Г. М. и Бурназ Л. С. К вопросу о патолого-анатомических изменениях в органах и тканях при общем воздействии коротких волн. Бюлл. Инст. им. Сеченова, вып. 6/7, 294 (1933).

Славский Г. М., Гуляев П. И. и Бурназ Л. С. К вопросу о методике использования местного теплового действия коротких волн. Бюлл. Инст. им. Сеченова, вып. 4/5, 304 (1934).

Славский Г. М., Шмидт М. С., Бурназ Л. С. К вопросу о физиологическом действии коротких электрических волн. Бюлл. Инст. им. Сеченова, вып. 6/7, 251 (1933).

С у п о и ц к а я Ф. М. Некоторые предварительные исследования физиологического воздействия ультракоротких волн. Бюлл. Инст. им. Сеченова, вып. 6/7, 244 (1933).

Т а р у с о в Б. Н. Биологическое действие ультракоротких волн. Успехи соврем. биолог., 3, 356 (1934).

Ф р е н к е л ь Г. Л. О ближайших задачах изучения УКВ. Бюлл. ВИЭМ, вып. 3/4, 7 (1934).

Ф р е н к е л ь Г. Л. Наши работы по УВЧ (УКВ) за 1934—1935 гг. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Ф р е н к е л ь Г. Л. О некоторых особенностях биологического действия электрического поля УВЧ. В сборнике «Биолог. действие УВЧ», под ред. П. С. Купалова и Г. Л. Френкеля. Изд. ВИЭМ (1936).

Ф р е н к е л ь Г. Л. Про особливості біодіяння ультракоротких хвиль. Експериментальна Медиц., Харьков, № 2, 15 (1935).

Ф р е н к е л ь Г. Л. Радио на службе медицины. Лен. Правда, 27. VI (1934).

Ф р е н к е л ь Г. Л. Применение ультракоротких радиоволн в биологии и медицине. Сов. врач. газ., стр. 767 (1935).

Ф р е н к е л ь Г. Л. Об особенностях биодействия УВЧ. (Доклад на научной конференции физико-технического отдела ВИЭМ). Бюлл. ВИЭМ, № 4, 24 (1935).

Ф р е н к е л ь Г. Л. Пути развития изучения биодействия УВЧ (УКВ) и наши работы в этом направлении. Бюлл. ВИЭМ, № 2, 28 (1936).

Ф р е н к е л ь Г. Л. Некоторые данные о биологическом действии УВЧ (УКВ) в свете их практической значимости. Курортол. и физиотер., № 5, 1936.

Ф р е н к е л ь Г. Л., М у х и н а Н. А. и Н е д л е р Е. А. Библиография по УКВ. Експериментальна Медиц., № 1 (1935).

Ш м и д т М. С. Влияние электромагнитных волн и электрических и магнитных полей на диффузию иодионов в живой мышце. Извест. Гос. центр. науч.-исследов. инст. им. И. М. Сеченова, т. 3, кн. 1.

ЧАСТЬ II

ЛИТЕРАТУРА НА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКАХ

А. Физика и техника

Adlanco ultratherm acceptable. Journ. Amer. Med. Assoc., 104, 1705 (1935).

Adlanco portable ultratherm acceptable; report of Council on Physical Therapy. Journ. Amer. Med. Assoc., 105, 437 (1935).

*A i m è P. Verh. IV Intern. Kongr. Radiologie, Zürich, S. 510, (1934).

A l b r e c h t W. Entwicklung und Gestalt von Kurzwellen Wärmebändern in einem Agar-Modellkörper. Ztschr. f. d. ges. exp. Med., 93, 816 (1934).

A l l c h i n F. M. D'Arsonval high frequency currents and their application, Brit. Journ. of Phys. Med., 7, 195 (1933).

A l l e n R. B., C. B. P r a t t a. Ch. S h e a r d. High frequency electric fields and roentgen rays; effect on compensatory hypertrophy of kidney. Arch. of Pathol., 19, 502 (1935).

A m o i t. De l'influence de la position des électrodes sur l'échauffement par les ondes courtes. Bull. Soc. Fr. El. et Rad. Juillet (1934).

d' A r s o n v a l A. L'autoconduction ou nouvelle méthode d'électrification des êtres vivants; mesure des champs magnétiques de grande fréquence. C. r. Ac. Sci., 117, 34 (1893).

- A s t r a l d i A. Nuevos electrodos para el tratamiento de los tumores de la vejiga a cielo abierto. Bol. Inst. de Med. Exper., 10, 766 (1933).
- B a r n e t t A. a. S. B a g n o. The physiological mechanisms involved in the clinical measure of phase angle. Amer. Journ. Physiol., 114, 365 (1936).
- B e h n F. Der Kurzwellensender. Berlin, 1933.
- B e n z F. Ueber die Erfordernisse eines Kurzwellengerätes für medizinische Zwecke. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1134.
- B e n z F. Schlusswort auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1137.
- B e r g a m i G. e F. Schutz. Le applicazioni del campo di forze da onde corte quale generatore di calore. II. Ricerche sulla inattivazione da calore della pepsina. Boll. Soc. ital. Biol. sper., 7, 1530 (1932).
- B e r g m a n n L. Versuche mit hochfrequenten ungedämpften elektrischen Schwingungen. Berlin, 1932.
- B i s h o p F. An apparatus for the production of local heat in body tissue. Physiother. Rev., 14, 79 (1934).
- B i s h o p F. Apparatus for production of local heat in body tissue by means of high frequency electric fields. Radiology, 21, 487 (1933).
- B l a k e. Ultra-short waves. Electrician, 111, 279 (1932).
- B ö h m G. Unterschiede der Sender für Kurzwellentherapie. Münch. med. Wschr., 1936, S. 698.
- B o r d i e r H. Sur la chaleur dégagée par la d'arsonvalisation diathermique au moyen d'électrodes spongieux; graves inconvénients de ces électrodes. C. r. Ac. Sci., 186, 540 (1928).
- B o r d i e r H. Expériences sur certains effets thermiques de la d'arsonvalisation à ondes courtes. Journ. de Radiol. et d'Électrol., 16, 261 (1932).
- B o r d i e r H. Echauffement des corps poreux par les ondes courtes. Journ. de Radiol. et d'Électrol., 17, 283 (1933).
- B o u c h e t M. L. Détection d'ondes hertziennes amorties par une pile sèche à électrolyte solide radioactif et air ionisé. C. r. Ac. Sci., 198, 1982 (1934).
- B o u l e s t r e a u. Les ondes courtes en diathermie. Présentation d'appareil. Bull. Soc. Electrothér. et Radiol., № 5, 450 (1931).
- B o u l e s t r e a u. Mesure de la puissance utilisable et de la longueur d'ondes en ondes courtes. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., fevr., 107 (1934).
- B o u r s i n A. Sur un électro-vibrateur à haute fréquence combinée. C. r. Ac. Sci., 202, 95 (1936).
- B r e i t w e i s e r C. J. Physics of high frequency heating. Arch. Phys. Ther., 15, 616 (1934).
- B r e i t w e i s e r C. J. a. J. S. H i b b e n. Comparative analysis of heat production. Physical analysis of high-frequency, radiofrequency and conductive heat. Arch. Phys. Ther., 16, 228 (1935).
- B r e m e r B. Vergleichende Untersuchungen über Erwärmungen von einzelnen Körperstoffen von Gliedmassen und Körperhöhlen bei subaqualer Diathermie und im Ultrakurzwellen-Kondensatorfeld. Freiburg, 1933, S. 23.
- B r i n c h O. u. J. K i l l e r i c h. Ueber Temperaturmessungen mit dem Thermolement im Kurzwellenfeld. Deut. med. Wschr., 1933, S. 288.
- B r ü n n e r - O r n s t e i n M. Assuprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1936, S. 443.
- Burdick short-wave diathermy machine (S.W.D-5) acceptable; report of Council on Physical Therapy. Journ. Amer. Med. Assoc., 105, 281 (1935).
- * B r u n o r i N. Arch. di Radiol., 4, 383 (1928).
- B r u n o r i e t T o r r i s i. Le corps humain considéré comme un résonateur et générateur d'énergie oscillante de haute fréquence. Côte d'Azur Méd., avril (1930).

- Burstyn, McLennan u. Burton. Die Wärmewirkung kurzer Wellen. Funk, 13, 230 (1930).
- Cahen. Les principes de l'appareillage médical à ondes courtes. Ann. Inst. Actinol., 7, 22 (1932).
- Capaldi B. Beitrag zum Studium von Bestrahlungsbedingungen im Ultrakurzwellen Kondensatorfeld. Radiol. Rundsch., 2, 197 (1933).
- Ceccaldi A. Présentation d'un appareil à ondes hertziennes courtes. Ann. Inst. Actinol., 7, 231 (1932).
- Ceccaldi. Présentation d'un nouveau type d'appareil à ondes hertziennes courtes. Lyon méd., 150, 41 (1932).
- Chanoz M. a. P. Ponthus. Quelques considérations sur les applications des courants de haute fréquence et de haute tension au moyen d'une électrode condensatrice de verre. C. r. Soc. Biol., 112, 472 (1933).
- Chaffee E. Physics of high frequency currents as used in medicine-diathermy, radiothermy and electric knife. New Engl. Journ. Med., 213, 505 (1935).
- Chapman W. B. Physics and uses of high frequency currents. Arch. Phys. Ther., 8, 53 (1927).
- Chenaille M. Présentation des appareils à ondes courtes. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 8, 442 (1933).
- Chenaille M. Présentation des appareils à ondes courtes «Lasem» (Доклад в Soc. Fr. d'électrothérapie et de radiologie). Presse méd., 1933, p. 1914.
- Chenaille M. Nouvelle méthode d'application d'ondes courtes. Soc. Fr. d'électrothérapie et de radiologie. Presse méd., 1935, p. 28.
- Chenaille M. Appareils à ondes courtes «Lasem». Rev. d'Actinol. et d. Physioth., 9, 508 (1934).
- Chrétien L. Ondes courtes et ondes très courtes. Paris, E. Chiron, 236 стр., 115 рис. (1933).
- Claus B. Versuche an unter Einwirkung von elektrischen Wechsel-feldern schwingenden Flüssigkeiten. Ztsch. f. Phys., 77, 553 (1932).
- Cluzet J. et P. Ponthus. Sur l'étude oscillographique des courants de haute fréquence redressés et capables de produire des phénomènes d'excitation. Arch. d'électr. méd., 39, 66 (1931).
- Cluzet J. et P. Ponthus. Sur l'examen et le traitement au moyen des ondes de haute fréquence entretenues et redressées. Arch. d'électr. méd., 39, 301 (1931).
- Cluzet J. et P. Ponthus. Sur l'étude oscillographique des courants de haute fréquence redressés et capables de produire des phénomènes d'excitation. C. r. Soc. Biol., 105, 645 (1930).
- Cluzet J. et P. Ponthus. Action diathermique et excito-motrice, produites au moyen des postes d'émission de télégraphie sans fil. C. r. Soc. Biol., 106, 655 (1931).
- Cluzet J. et P. Ponthus. Sur l'influence de la longueur d'onde, dans les actions excito-motrices produites par les courants de haute fréquence redressés. C. r. Soc. Biol., 107, 155 (1931).
- Cluzet J. et P. Ponthus. Sur l'action excito-motrice des courants de haute fréquence redressés. Bull. Acad. de méd. (Paris), 109, 86 (1933).
- Cornelio F. Le onde corte in medicina. Basi fisiche. Riv. d'idroclimat., talassol. e terap. fis., 46, 308 (1935).
- Cottenot P. Oudin et les courants de haute fréquence. Journ. de Radiol. et d'Electrol., 17, 586 (1933).
- Daan A. Spark gap or lamp transmitter in short wave therapy? Nederl. tijdschr. v. geneesk., 79, 4622 (1935).
- Darmstädter. Ueber die Verluste von Kondensatoren bei sehr schnellen elektrischen Schwingungen. Dissert., Jena, 1929.

- D a u s s e t H. Sur l'état actuel de la thérapeutique par les ondes courtes. Presse méd., 1933, p. 2040.
- D a u s s e t. Présentation d'un appareil à ondes courtes à éclateurs (Soc. Fr. d'électrothérapie et de radiologie). Presse méd., 1935, p. 28.
- D e c a u x M. B. et J. B. G a l l é. Fluctuations dans la durée de propagation des ondes radioélectriques courtes. C. r. Ac. Sci., 198, 2239 (1934).
- D e l h e r m L. et V. C r e m e r. Les différentes conceptions des ondes courtes et ultra-courtes. Prat. méd. franç., 16, 437 (1935).
- D e l h e r m et F a i n s i l b e r. Electrode pour applications intra-vaginales et intra-rectales des ondes courtes. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 4, 183 (1934).
- D e l h e r m et F a i n s i l b e r. Les ondes courtes en application intra-vaginale et intra-rectale. Presse méd., 1934, p. 772.
- D e l h e r m et F i s c h g o l d. Définition des ondes courtes. Journ. de Radiol. et d'Electrol., 18, 580 (1934).
- D e l h e r m L. et H. F i s c h g o l d. A propos des ondes ultra-courtes. Journ. de Radiol. et d'Electrol., 19, 280 (1935).
- D e l h e r m, S t u h l et D u f l o t. Présentation d'un appareil à ondes courtes de moyenne puissance. Journ. de Radiol. et d'Electrol., 18, 331 (1934).
- D e l h e r m L., S t u h l et G. D u f l o t. Présentation d'un appareil à ondes courtes de moyenne puissance. Presse méd., 1933, p. 1756.
- D i e t e r i c h O. Tiefenstrahlung und Ultrakurzwellenapparate. Med. Welt, 1933, S. 1012.
- D o b i n s k i S. Ueber den Einfluss eines elektrischen Feldes auf die Viskosität von Flüssigkeiten. Phys. Ztschr., 36, 509 (1935).
- D o g n o n. Les ondes courtes en physique et en médecine. Siècle Médical, 15 Janv. (1932).
- D o h n a l F. Beitrag zum Problem der Dosierung von Kurzwellen. Wien. med. Wschr., 1935, S. 145.
- D u b o s t J. Etude comparée de la conductibilité électrique de l'homme et du chien en courants alternatifs de diverses fréquences. C. r. Soc. Biol., 112, 243 (1933).
- E c k e r t. Bericht über neue Modelle von Kurzwellenapparaten. Strahlerther., 53, 352 (1935).
- *E h r e n w a l d H. Jahrb. d. Heil- und Naturw. Vereins in Bratislava, 1933.
- E s a u A. Versuche mit kurzen elektrischen Wellen. Elektrotechn. Ztschr., 47, 321 (1926).
- E s a u A. u. E. B u s s e. Ueber die Erwärmung von festen und flüssigen Isolatoren in Wechselfeldern sehr hoher Frequenz. Ztschr. f. Hochfrequenztechn., 35, 9 (1930).
- *E s a u A. u. K l a p p E. Pflanzenbau, 9 (1932).
- E s a u A. u. L. R o h d e. Ztschr. f. Hochfrequenztechn., 28, 59 (1931).
- E s t e r m a n n J. Elektrische Dipolmomente von Molekülen. Erg. d. exp. Naturw., 1929, 8, 258.
- F a l k e n h a g e n H. Elektrolyte. Leipzig, 1932.
- F i s c h e r short-wave high frequency apparatus acceptable; report of Council on Phys. Ther. Journ. Amer. Med. Assoc., 105, 118 (1935).
- F r i t s c h E. u. M. S c h u b a r t. Einführung in die Kurzwellen-therapie. Behandlungstechnik und Indikationen. Berlin-Jena, 1935.
- F u c h s G. Ueber Vereinigung weit auseinander liegender elektromagnetischer, beziehungsweise mechanischer Schwingungsbereiche, im besonderen von Ultrakurzwellen und der Radium- γ -Strahlen. Wien. med. Wschr., 1936, S. 129.
- F u r n i e r. Le «Novaflux» générateur de courants pour électrothérapie fonctionnant sur secteur alternatif. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., Juin (1932).

G a l l C. Penetrative and selective heat effects of short and ultra-short waves. Arch. Phys. Ther., 16, 271 (1935).

G e b b e r t A. Générateur à ondes courtes Beaudouin. Ann. Inst. Actinol., 7, 225 (1932).

G e b b e r t A. Générateur d'ondes courtes Drapier «L'infracalor». Ann. Inst. Actinol., 7, 228 (1932).

G e b b e r t A. Die Bedeutung verschiedener U. K. W. Generatorsysteme für die medizinische Anwendung. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. (Kongressheft), 50, 46 (1934).

G e b b e r t A. Ueber die Abhängigkeit der Oberflächen- und Tiefenwirkung der Ultrakurzwellenströme von Elektrodenart und Elektrodenabstand. Klin. Wschr., 1934, S. 905.

G e b b e r t A. Der Einfluss der Wellenlänge auf die Wärmeverteilung im Körper bei Ultrakurzwellentherapie. Klin. Wschr., 1934, S. 1563.

Générateur à ondes courtes Beaudouin. Ann. Inst. Actinol., 7, 225 (1932).

Générateur à ondes courtes à éclateurs. (Ces appareils sont construits par M. Carpentier, 37, rue de Roche, Paris ,8-e). Presse méd., 1935, p. 237.

G l a g o l e w a - A r k a d i e w a A. Eine neue Strahlungsquelle der kurzen elektromagnetischen Wellen von ultrahertzscher Frequenz. Ztschr. f. Phys., 24, 153 (1924).

G o e t z e H. a. S a i n t P a s t o u s. Presentation of new apparatus for application of electrical diathermy with short and ultra-short waves. Indications for use. Rev. radiol. Clin., 2, 589 (1933).

G o n d e t. Remarques sur les bases physiques de l'utilisation des ondes courtes. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 41, 221 (1932).

G r o v e r B. B. High frequency practice. Kansas City, Electron Press, 1931.

G r o v e r B. B. High-frequency machine. Clin. Med. Surg., 38, 187 (1931).

* G r o v e r B. B. Rapport sur les courants de haute fréquence. Congrès Indianapolis Phys. Ther., déc. (1929).

G r o v e r B. B. Searching for truth in field of high frequency currents. Phys. Ther., 45, 513 (1927).

G r o v e r B. B. High-frequency currents. Phys. Ther., 47, 651 (1929).

* G u t o n. Les ondes électriques de très courtes longueur d'onde et leurs applications. Librairie scientifique, Hermann (1930).

H a a s e W. Dosierung im Esauschen Kondensatorfeld eines Kurzwellensenders. Strahlentherapie, 43, 589 (1932).

H a l p h e n e t A u c l a i r. Technique, contre-indications et accidents de la fièvre artificielle. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., № 2 (1932).

H e i n r i c h R. Dosimeter zum Bestimmen der Leistung in sehr schnell schwingenden Stromkreisen. Elektrot. u. Masch., 49 (1931).

H e i n r i c h R. Ueber neue Erscheinungen im Kondensatorfelde sehr schnell schwingender Stromkreise. Elektrotechn. Ztschr., 50, 1656 (1929).

H e l l e r R. Lokalisierte Durchwärmung mittels Kurzwellen. Klin. Wschr., 1931, S. 2398.

H e m a r d i n q u e r P. e t H. P e r a u x. Les ondes courtes et ultra-courtes. 300 pp.

H e m i n g w a y H. The change of the electric resistance of the human body with frequency and its significance in the thermal dose in diathermy. Amer. Journ. Physiol., 105, 48 (1933).

H e m i n g w a y A. Quantitative measurement of diathermy dosage. Radiology, 17, 136 (1931).

H e m i n g w a y A. a. D. C o l l i n s. Temperature distribution with different diathermy electrodes. Arch. Phys. Ther., 12, 517 (1931).

- H e m i n g w a y A. a. J. M c C l e n d o n. High frequency resistance of human tissue. Amer. Journ. Physiol., 102, 56 (1932).
- H e m i n g w a y A. a. J. M c C l e n d o n. Electrical conductivity of human tissues for alternating currents of one million cycles per second. Journ. of Biol. Chem., 97 (1932).
- H e m i n g w a y A. a. K. S t e n s t r o m. Physical characteristics of high frequency currents. Journ. Amer. Med. Assoc., 98, 1446 (1932).
- H e m i n g w a y A. a. K. S t e n s t r o m. Physical characteristics of diathermy and short wave diathermy machines. Journ. Amer. Med. Assoc., 105, 1424 (1935).
- H o l l m a n n. Erzeugung und Anwendung kürzester ungedämpfter elektrischer Wellen. Hochfrequenztechn. u. Elektroakust., 44, 37 (1934).
- H o l z e r W. Ein räumliches Modell für die thermischen Wirkungen elektrischer Schwingungen in der Therapie. Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934). Bologna, Cappelli, 1, 367 (1935).
- H o l z e r W. Aussprache auf der Sitzung der Biophysik. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1134.
- H o l z e r W. Ueber Abschirmungsfragen im Kurzwellenbereich. (Sitz. der Biophysik. Ges. f. Kurzwellenforschung in Wien vom 22 V 1935). Wien. med. Wschr., 1936, S. 162.
- H o l z e r W. (Schlusswort). Sitzungsbericht der Wiener Biophysik. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1936, S. 163.
- H o l z e r W. Abschirmung. Wien. klin. Wschr., 1936, S. 242.
- H o l z e r W. u. E. W e i s s e n b e r g. Grundriss der Kurzwellentherapie, Physik-Technik-Indikationen. Einführung in die physikalisch-technischen und medizinischen Grundlagen der Anwendung kurzer elektrischer Wellen für Aerzte und Biologen. Wien, Wilhelm Maudrich, 1935. Peф.: Wien. klin. Wschr., 1935, S. 538.
- H o s m e r. Heating effects observed in a high frequency static field. Science, 68, 325 (1928).
- Inductotherm acceptable. Journ. Amer. med. Assoc., 104, 1706 (1935).
- I o n e s c u Th. V. Ondes hertziennes. Fonctionnement du radiomètre de Crookes dans la décharge à haute fréquence. C. r. Acad. Sci., 197, 1103 (1933).
- I s l e r L. Ein Beitrag zur Prüfung des elektrischen Feldes von Funke H Apparaten zur Kurzwellenbehandlung. Wien. med. Wschr., 1936, S. 349.
- J e a n S. Le onde corte; nozioni di fisica in genere. Boll. Soc. piemontese di ostetr. e ginec., 2, 1107 (1934).
- J u s s i e u D. Les ondes ultra-courtes. La Nature (1932).
- K i m b l e H. E. New high-frequency cutting electrode for treatment of cervicitis. Arch. Phys. Ther., 15, 46 (1934).
- K i m b l e H. a. H. H o l m q u e s t. Electropyraxia by means of new type of diathermy electrode. Physiother. Rev., 13, 233 (1933).
- K i m b l e H., H. H o l m q u e s t a. J. M a r s h a l l. Electropyraxia with the inductotherm. Physiother. Rev., 15, 14 (1935).
- K ö h l e r E. Quelques considérations sur les ondes courtes hertziennes. Rev. méd. de la Suisse Rom., 54, 551 (1934).
- K ö h l e r. Quelques considérations sur l'état en thérapeutique humaine. Verh. IV. Int. Radiologenkongr., 1934, S. 494.
- K ö n i g e r A. Die physikalisch-chemischen Grundlagen athermischer Kurzwellenbehandlung. Wien. med. Wschr., 1936, № 11.
- K o v a c s R. Instruction model of high frequency apparatus. Phys. Ther., 47, 398 (1929).
- K o w a r s c h i k. Was der Praktiker von der Physik und Technik der Kurzwellenbehandlung wissen soll. Ärztl. Praxis, 1934, № 12.
- K o w a r s c h i k J. Physikalisches und Technisches zur Kurzwellenbehandlung. Der Balneologe, 1934, S. 57.

K o w a r s c h i k J. Aussprache auf der Sitzung der Biophysikal. Ges. d. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1137.

K o w a r s c h i k J. Ueber selektive Kurzwellenwirkungen. (Sitz. der Biophysik. Ges. f. Kurzwellenforschung in Wien von 22 V 1935). Wien. med. Wschr., 1936, S. 163.

K o w a r s c h i k J. Diathermieapparate mit Elektronenröhren. Ztschr. physik. Therapie, 38, 111 (1927).

K o w a r s c h i k. Die physikalische Heilkräfte im Lichte der modernen Physik. Ztschr. physik. Therapie, 44, 45 (1933).

K o w a r s c h i k J. Physikalische Randbemerkungen zur Elektrophysik. Ztschr. f. phys. u. diätet. Therapie, Leipzig, 1919, S. 477.

K r a f t F. What not to do with high frequency currents. Brit. Journ. Actinotherapy, 3, 251 (1929).

K r a f t F. Efficient types of high-frequency apparatus. Report of Committee of high-frequency currents. Phys. Ther., 45, 520 (1927).

K r a s n y-E r g e n W. Temperaturerhöhung kleiner Körper im Hochfrequenzfeld. Hochfrequenztechn. u. Elektroakust., 46, 85 (1935).

K r a u s e. Anormale Absorption und Dispersion von Primäralkoholen im UKW Gebiet. Phys. Ztschr., 35, 684 (1934).

L a b o r d e r i e et G. D u f l o t. Présentation d'un générateur à ondes courtes 650 watts. Bull. et mém. Soc. de radiol. méd. France, 22, 442 (1934).

*L a k h o w s k y G. Radio-Revue, novembre (1933).

L a q u e r r i e r e A. Les anciens modèles d'appareils pour courants de d'Arsonval. Rev. d'Actinol., 8, 50 (1933).

L a q u e r r i e r e A. et L. P a r i s e a u. A propos des mesures des courants de haute fréquence dans les applications médicales. Journ. de Radiol. et d'Électr., 17, 581 (1933).

L a q u e r A. Physikalische Therapie. I. Elektrophysikalische Methoden (Sammelreferat). Med. Klin., 1934, S. 445.

L a R o c h e (Paris). Les appareils à ondes courtes de la Compagnie Générale de Radiologie. Presse méd., 1934, p. 74.

Le générateur à ondes courtes Drapier l'«Infracalor». Ann. Inst. Actinol., 7, 228 (1932).

L e i s t n e r u. H. S c h a e f e r. Ueber ein Kurzwellen-Applikationsverfahren zur Erzielung extrem hoher Temperaturen. Klin. Wschr., 1935, S. 899.

L e i s t n e r K. u. H. S c h a e f e r. Untersuchungen an Kurzwellen-Funkenstreckenapparaten. Strahlenther., 52, 676 (1935).

Lepel ultra-short wave mashine acceptable; report of Council on Physical Therapy. Journ. Amer. Med. Assoc., 105, 1606 (1935).

L e r o y M. Les nouvelles dispositions d'électrodes pour la fièvre artificielle. Bull. ondes courtes, 1933, p. 4.

L i e b e l-Flarsheim (SW2-C) short-wave generator acceptable; report of Council on Physical Therapy. Journ. Amer. Med. Assoc., 105, 1682 (1935).

L i e b e s n y P. Physikalisch-medizinische Gesichtspunkte der Kurzwellentherapie. Wien. med. Wschr., 1932, S. 1499.

L i e b e s n y P. Aussprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 494.

L i u S z u-C h i n a. H s i e n W u. A method for measuring the true electrical resistance of the skin. Chinese Journ. Phys., 6, 64 (1932).

M c K i n l e y I. a. G. M c K i n l e y. Highfrequency equipment for biological experimentation. Science, 71, 508 (1930).

M c L e n n a n I. The heating effect of short radio-waves. Arch. of Phys. Ther., 12, 143 (1931).

M c L e n n a n I. et H. B u r t o n. The heating effect of short radio-waves. Arch. Phys. Ther., 12, № 3 (1931).

- McLennan J. a. H. Burton. The heating of electrolytes in highfrequency fields. Canadian Journ. of Research, 3, 224 (1930).
- Malov N. N. Einige Bemerkungen zur Frage der Körperwiderstandes bei Hochfrequenz. Hochfrequenztechn. u. Elektroakust., 41, 138 (1933).
- Malov N. N. Messung der Erwärmung von Flüssigkeiten im hochfrequenten Kondensatorfeld. Hochfrequenztechn. u. Elektroakust., 42, 190 (1933).
- Malov N. N. Zur Frage der selektiven Erwärmung der Gewebe bei Ultrakurzwellen. Phys. Ztschr., 34, 880 (1933).
- Malov N. N. Ueber den Wärmeeffekt der kurzen und ultrakurzen elektrischen Wellen und ihre spezifische Wirkung. Strahlentherapie, 53, 326 (1935).
- Malov N. N. Die Berechnung der Erwärmung von zylindrischen Körpern im Kondensatorfeld. Ztschr. f. Phys., 90, 802 (1934).
- Malov N. N. u. S. N. Rschewkin. Widerstand des menschlichen Körpers bei hochfrequenten elektrischen Strömen. Ztschr. f. Hochfrequenztechn., 35, 177 (1930).
- Malov N. N. u. S. N. Rschewkin. Ueber die Frequenzabhängigkeit des Widerstandes des menschlichen Körpers im Frequenzgebiet von 365 bis 8—10⁵ Hertz. Hochfrequenztechn. u. Elektroakust., 39, 93 (1932).
- Malsch u. Keutner. Ueber die Messung der Absorption kurzer elektrischer Wellen in Dipolflüssigkeiten. Phys. Ztschr., № 8, S. 288; (1935).
- Marshall. Heating of simple solution and emulsions exposed to high frequency, high potential electrostatic fields. Journ. Gener. Physiol., 13, 637 (1930).
- May u. H. Schaefer. Dispersionsmessungen an Flüssigkeiten, insbesondere biologischen Lösungen mit ungedämpften Wellen im Bereich von 1—4 m. Wellenlänge. Ztschr. f. Phys., 73, 452 (1931).
- Mayr P. Die bipolare Behandlung mit hochgespanntem Hochfrequenzstrom. Schweiz. med. Wschr., 61, 163 (1931).
- Merriamann J. Treatment technique with the inductotherm. Physiother. Rev., 14, 107 (1934).
- Merriamann J., H. Holmquest a. S. Osborne. A new method of production heat in tissues. The inductotherm. Amer. Journ. Med. Sci., 187, 677 (1934).
- Mesnny R. Les ondes électriques courtes. Paris. Les presses universitaires de France, 1927.
- Metschl E. Schwingungserzeugung im Dezimeterwellengebiet. Naturwissenschaften, 24, 97 (1936).
- Mirk D. u. B. Axten. Ultrakurzwellen-Diathermie. Elektr. Nachrichtenwesen, 13, 251 (1935).
- Moeckel K. Die Antennenfunktion des lebenden Organismus. Strahlentherapie, 48, 595 (1933).
- Morel-Kahn. L'exposition d'appareillage électroradiologique en 43-e congrès français de chirurgie. Paris, Octobre 1930. Journ. de Radiol. et d'Electrol., 19, 170 (1935).
- Müller I. Demonstration of highe-frequency apparatus. Journ. Laryng. Otol., 48, 563 (1933).
- Nagelschmidt F. Condenser field; improved method of application. Arch. Phys. Ther., 16, 457 (1935).
- Nagelschmidt F. Deep effect and localisation in short-wave condenser field. Brit. Journ. Radiol., 8, 449 (1935).
- Nagelschmidt F. Eine neue Methode der Wärmewendung durch Diathermie. Deut. med. Wschr., 1928, S. 2102.
- Oberhauser A. Neuerungen der Elektrizitätsgesellschaft «Sanitas», Berlin: «Coolifero», «Securanto», «Undala-Ultra». Fortschr. auf d. Geb. Röntg., 50 (Kongressheft), 54 (1934).

O v e r g a a r d K. Method for measurement of temperature in short-wave diathermy. Hospitalstid, 76, 983 (1933).

O v e r g a a r d K. Ueber eine Anordnung für Temperaturmessung bei Kurzwellendiathermie. Strahlentherapie, 53, 337 (1935).

P a r i s e a u L. La spectre diathermique. Recherches sur la distribution en profondeur de l'échauffement produit par les courants de haute fréquence. Union méd. du Canada, 57, 705 (1928).

P a s t e u r F. La mesure des ondes courtes en électrothérapie. Journ. Radiol. et Electrol., 19, 436 (1935).

P a s t e u r Influence de la haute fréquence de tension sur les corps métalliques contenus dans les tissus. Autoconduction. Presse méd., 1934, p. 79.

P a s t e u r. Quantitométrie des ondes courtes. Soc. d'électrothérapie et de radiologie. Presse méd., 1935, p. 672.

P ä t z o l d J. Un appareil pour le traitement par des ondes courtes. Communic. du 3 Congrès Intern. Rad.

P ä t z o l d J. Neues auf dem Gebiete der Ultrakurzwellenapparate. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntg., 48, 85 (1933).

P ä t z o l d J. Das Prinzip der Ultrakurzwellentherapie. Fortschr. f. ärztl. Fortbild., 29, 428 (1932).

P ä t z o l d J. Die physikalischen Grundlagen der Ultrakurzwellentherapie. Med. Klin., 1934, S. 579.

P ä t z o l d J. Eine Apparatur für Ultrakurzwellenbehandlung. Strahlentherapie 41, 329 (1931).

P ä t z o l d J. Für Physik der Ultrakurzwellentherapie. Das Wellenband der selektiven Erwärmung. Strahlentherapie, 45, 645 (1932) u. Ztschr. f. techn. Physik., 1932, S. 212.

P ä t z o l d J. Neues auf dem Gebiete der Erzeugung von Ultrakurzwellen. Strahlentherapie, 47, 789 (1933).

P ä t z o l d J. Eine neue Apparatur zur Ultrakurzwellentherapie. Strahlentherapie, 49, 345 (1934).

P ä t z o l d J. Fehlerquellen bei Temperaturmessungen in Kurzwellen-Kondensatorfeld während der Behandlung. Strahlentherapie, 54, 362 (1935).

* P ä t z o l d J. Verh. dtsh. Röntgen-Ges., 22, 39 (1930).

P ä t z o l d J. Die Wärmeverteilung im Kondensatorfeld bei der Kurzwellentherapie. Verh. IV. Intern. Radiologenkongress, 1934, S. 491.

P ä t z o l d J. Die physikalischen Grundlagen der Ultrakurzwellentherapie. Wien. med. Wschr., 1934, S. 494.

P ä t z o l d J. Schlusswort auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 497.

P ä t z o l d J. Die Erwärmung der Elektrolyte im hochfrequenten Kondensatorfeld und ihre Bedeutung für die Medizin. Ztschr. f. Hochfrequenz-techn., 36, 85 (1930).

P ä t z o l d J. u. B e t z. Der Einfluss der Elektrodenanordnung in der Ultrakurzwellentherapie auf die Wärmeverteilung im Körper. Ztschr. f. d. ges. exp. Med., 94, 696 (1934).

P ä t z o l d J. u. E. S c h l i e p h a k e. Zur Physik und Biologie der Ultrakurzwellentherapie. Radiol. Rdsch., 4, 1 (1935).

P i r r o n e F. Ricerche nel campo dell'alta frequenza. Azione biochimica delle onde elettromagnetiche ultracorte. Rend. Accad. Lincei, 19, 108 (1934).

P l a i s a n t A. Comportamento nell'organismo di determinate sostanze fotosensibili irradiate con raggi ad onde assai corte. Riforma med., 49, 1861 (1933).

P o i t t e v i n M. «Thermax», générateur à ondes courtes pour applications généralisées et localisées. Bull. Soc. Fr. El. et Radiol., 40, 454 (1931).

P o i t t e v i n M. Nouvel appareil «Thermax», générateur d'ondes courtes à très haute fréquence pour applications généralisées. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 41, 240 (1932).

P o i t t e v i n M. Générateur à ondes courte de moyennes puissance. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 42, 337 (1933).

P o i t t e v i n M. Diathermax, appareil à ondes courtes de moyenne puissance. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 42, № 6 (1933), и Rev. C-ie Gén. de Radiol., 11, № 3.

P o i t t e v i n M. Evolution des générateurs à ondes courtes «Thermax» et «Diathermax». Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 42, 523 (1933).

P o i t t e v i n M. Mesure de puissance au cours des applications de thermothérapie par ondes courtes. (Rapport à la séance de 24 IV 1934). Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 43 (1934).

P o i t t e v i n M. Résultats de mesure faite au cours d'applications d'ondes courtes à faible puissance. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 43, Mai (1934).

P o i t t e v i n M. Calcul et mesure de la puissance en thermothérapie par ondes courtes. Congr. intern. d'Electr., Paris, 10 s. Commun. № 8, C. 2.

P o i t t e v i n M. Sur les possibilités de mesure de la puissance au cours des application de thermothérapie par ondes courtes. Presse méd., 1934, p. 630.

P o i t t e v i n M. Résultats des mesures faites au cours d'applications d'ondes courtes à faible puissance. Presse méd., 1934, p. 982.

P o i t t e v i n M. Nouvel appareil «Thermax». Rev. de la S. G. R., 10, № 2 (1932).

P o n t h u s P. Sur le pouvoir thermogène des courants de haute fréquence et de haute fréquence redressée. C. r. Soc. Biol., 107, 1140 (1931).

P o r t h e i m u. R i e d. Ueber den Einfluss von Ultrakurzwellen auf Salzlösungen, die mit ultraviolettem Licht bestrahlt werden (vorl. Mitt.): Wien. Anz., № 24, 292 (1934).

R a a b E. Die praktische Anwendung der Kurzwellentherapie mit gedämpften oder ungedämpften Wellen. Fortschr. Ther., 10, 234 (1934).

Radiothermy, a new term for short wave therapy. Arch. Phys. Ther., 15, 493 (1934).

R a j e w s k i. Physikalische Untersuchung zur Kurzwellentherapie (Vortrag auf der 26. Tagung der Deut. Röntgenes. vom 28—30 April zu Berlin). Klin. Wschr., 1935, S. 940.

R a j e w s k i. Die Kurzwellendiathermie vom physikalischen Standpunkt betrachtet. Klin. Wschr., 1933, S. 154.

R é c h o u et W a n g e r m e t z. L'échauffement des tissus organiques dans les champs alternatifs de très haute fréquence. Bull. et mém. Soc. de Radiol. méd. de France, 22, 74 (1934).

R e i t e r T. Recherches sur les ondes ultra-courtes. Ann. Inst. Actinol., 7, 195 (1932).

R e i t e r T. Some investigations of properties of short waves. Brit. Journ. Phys. Med., 8, 119 (1933).

R e i t e r T. Einige Untersuchungen der Kurzwelleneigenschaften. Deut. med. Wschr., 1932, S. 1241.

R e n a t u s. Der stetig veränderliche Ultrakurzwellensender ohne Drosseln. Hochfrequenztechn. u. Elektroakust., 43, 12 (1934).

R e v i g l i o G. A proposito di generatori diatermici a onde corte. Atti del I Congr. Intern. di Elettro-Radio-Biologia, 1, 387 (1935).

R h e i n b o l d t u. H e s s e l. Untersuchungen im Hochfrequenzfeld. Ber. d. Deut. chem. Ges., 63, 8 (1930).

R h e n i s c h. Die Wirkungsweise der Kurzwellenapparatur gegenüber der Diathermiapparatur. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntg., 44, № 2 (Kongressheft) (1931).

R i c h a r d s W. a. A. L o o m i s. Dielectric losses in electrolyte solutions in high frequency field. Proc. Nat. Acad. Sci., 15, 587 (1929).

R i e d O. Das Verhalten von bestrahlten Elektrolyten im Kurzwellen-kondensatorfeld. Wien. med. Wschr., 1934, S. 497.

R o f f o A. E. jr. La producción de las ondas cortas; su medición y su aplicación. Bol. Inst. de Med. Exper., 11, 919 (1934).

R o n d e u. S c h l e g e m i l c h. Verlustwinkelmessung mit Hochfrequenz an Kondensatoren. Elektrotechn. Ztschr., 54, 581 (1933).

S a i d m a n J. À propos des ondes courtes. Quelques indications et quelques techniques. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 10, 547 (1933).

S a i d m a n J. À propos des ondes courtes. Quelques indications et quelques techniques. Journ. de méd. de Paris, 54, 260 (1934).

S c h a e f e r H. Hochfrequenzleitfähigkeit des Blutes bei Kurzwellen von 3—6 M. Klin. Wschr., 1933, S. 102.

S c h a e f e r H. Messung der Dielektrizitätskonstante und Absorption der biologischen Substanzen bei Hochfrequenz. Strahlentherapie, 44, 585 (1932).

S c h a e f e r H. Messung der Hochfrequenzabsorption des Blutes und seiner Komponenten im Bereich kurzer elektrischer Wellen von 3—6 M Wellenlänge. Ztschr. f. d. ges. exp. Med., 92, 341 (1933).

S c h a e f e r H. Absolutmessung der Hochfrequenzleitfähigkeit von Flüssigkeiten bei 30 M. Wellenlänge. Ztschr. f. Phys., 73, 452 (1931); 77, 117 (1932).

S c h a f f l e r J. u. R. L á s z l ó. Der heutige Stand der Kurzwellenforschungen. Orv. Hetil., 78, 251 (1934).

S c h e m i n z k y F. Elektronen- und Ionenröhren. Handb. d. biol. Arbeitsmeth., III, A. I Hälfte, Lief. 261.

S c h e m i n z k y F. Aussprache auf der Sitzung der (Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1137.

S c h i l e r. Aussprache über den Vortrag von Gebbert. Fortschr. auf d. Geb. Röntgenstr., 50 (Kongressheft), 52 (1934).

S c h i r m a n n M. A. Die physikalisch-technischen Methoden der Elektromedizin und ihre Apparaturen. Berlin-Wien, Urban u. Schwarzenberg, 1934.

S c h l i e p h a k e E. Die Methoden der elektrischen Kurzwellenanwendung. Abderh. Handb. d. biol. Arbeitsmeth. Abt. V, Teil 2, Lief. 341, S. 1765. (1930).

S c h l i e p h a k e E. Tiefenwirkungen im Organismus durch kurze elektrische Wellen. I Teil: Wesen, Erzeugung und Anwendungsweise der Kurzwellen vom medizinischen Standpunkt. Ztschr. f. d. ges. exp. Med., 66, 212 (1929).

S c h m i d t W. Der Widerstand des menschlichen Körpers gegen Hochfrequenzströme bei Diathermiebehandlung. Arch. f. El., 24, 202 (1930).

S c h m i d t O. Ueber die Stromverteilung im Körper des Hundes beim Elektrisieren. Arch. f. Tierheilk., 55, 53 (1926).

S c h ü t z E. Le applicazioni del campo di forze da onde corte quale generatore di calore. I. Boll. Soc. ital. Biol. sper., 7, 1525 (1932).

S e e b e r g e r. Dispersionsuntersuchungen mit ungedämpften Ultrakurzwellen. Ann. d. Phys., 16, 77 (1933).

Selectivity and penetration in radiotherapy. Arch. Phys. Ther., 16, 39 (1935).

S h e a r d Ch. a. C. P r a t t. Changes in temperatures of tissues after systemic applications of short wave electric fields. Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med., 32, 763 (1935).

S t i e b ö c k L. Demonstration eines Kurzwellensenders als therapeutisches Instrument auf der Sitzung der Gesellschaft der Aerzte in Wien vom 27 I 1928. Wien. klin. Wschr., 1928, S. 179.

S t i e b ö c k L. Erwiderung auf die vorstehende Arbeit von Fuchs, G. Wien. med. Wschr., 1936, S. 129.

S t r a u b e l. Direkte Kristallsteuerung für ultrakurze Wellen (bis 1,2 M., Turmalin). Phys. Ztschr., 32, 937 (1931).

- Strohl A. Calcul de la quantité de chaleur dégagée par la d'arsonvalisation diathermique. C. r. Soc. Biol., 100, 632 (1929).
- Telemann u. Fritsch. Zur Elektrodenfrage in der Kurzwellentherapie. Med. Klin., № 2, 54 (1935).
- Tomberg V. Aussprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1134.
- Tomberg V. Bemerkung zur Arbeit von G. Dohnal: Beitrag zum Problem der Dosierung von Kurzwellen. Wien. med. Wschr., 1935, S. 1142.
- Tomberg V. Aussprache auf der Sitzungsber. Wiener Biophys. Gesellsch. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1936, S. 162.
- Tomberg V. Aussprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1936, S. 163.
- Tomberg V. Aussprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1936, S. 443.
- Wagner u. Hollmann. Die Erzeugung von elektrischen Wellen unterhalb von 1 M. Länge. Elektr. Nachricht. Techn., 11, 418 (1934).
- Wagner R. Thermonadeln der Temperaturmessung tieferliegender Organe. Ztschr. f. Biol., 84, 557 (1926).
- Waldmann. De l'emploi combiné des rayons U. V. et de la haute fréquence par les électrodes en quartz, à vapeur du mercure. Ann. Inst. Actinol., 6, 58 (1932).
- Walt K. The Radiotherm: its construction and principles of operation. Arch. Phys. Ther., 12, 127 (1931).
- Walter A. Appareils à ondes courtes. Ann. Inst. Actinol., 7, 234 (1934).
- Walter A. Présentation d'un appareil O. C. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 40, 8 (1931).
- Walter A. Présentation d'appareil à ondes courtes. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 42, 294 (1933).
- Walter A. Mesure de la puissance en ondes courtes. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 43, 339 (1934).
- Walter A. Présentation d'appareils à ondes courtes de petites puissances. Presse méd., 1935, p. 106.
- Watters B. Production of high frequency currents by mercury arc. Brit. Journ. Radiol., 5, 498 (1932).
- Weigle J. et R. Luthi. La dispersion anormale de l'alcool amylique dans les ondes courtes. Arch. sci. phys. et nat., 5, 14 (1932), u C. r. Soc. Ac. phys., 49, 34 (1932).
- Weisz H. Die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochfrequenzbehandlung. Diathermie, Arsonvalisation, Kurzwellen. Wien, Julius Springer, 76 S. mit 36 Abb., 1935.
- Weisz H. Physikalisches zur Kurzwellenbehandlung im Spulenfeld nach Kowarschik. Balneologe, 1935, S. 154.
- Weisz H. Aussprache auf der Sitzung der Wiener Biophys. Gesellsch. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1936, S. 163.
- Weisz H. Aussprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1137.
- Weisz H. Neues zur Frage der Punktwärme im Kurzwellenfeld. Wien. med. Wschr., 1936, S. 251.
- Weisz H. Zur Frage der selektiven Erwärmung in fein verteilten Substanzen. (Aussprache auf d. Sitz. d. Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung) Wien. med. Wschr., 1936, S. 443.
- Weisz H. Schlusswort auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1936, S. 443.
- Whitmore B. Messungen der Leitfähigkeit einiger schwachen Elektrolyten und Glycerinlösungen mit 75 cm. Wellen. Phys. Ztschr., 34, 649 (1933).

W y b a u w. Présentation de l'appareil à O. C. Chénaille. Rev. d'Actinol. et de Physic., 7 260 (1932).

Z o l l n e r E. Ein Beitrag zur Behandlung mit Hochfrequenzströmen. Wien. med. Wschr., 1934, S. 57.

Z i e g l e r. Die Dispersion und Absorption elektrischer Wellen. Phys. Ztschr., 35, 476 (1934).

В. Биология и медицина

A d l e r K. Die biologische Wirkung der kurzwelligen Strahlen auf den Stoffwechsel der Zelle. Strahlentherapie, 36, 1 (1930).

A l l e n R., C. P r a t t a. C. S c h e a r d. High frequency electric fields and roentgen rays; effects on compensatory hypertrophy of kidney. Arch. Path., 19, 502 (1935).

A n c e l m e P. Applications médicales des ondes ultra-courtes. Onde El., 10, 221 (1931).

A n d e r s o n J. Investigation into effects of high frequency currents on living tissue and their application in general surgery. Newcastle Med. Journ., 12, 81 (1932).

A n d e r s o n C. Some lesser known applications of electro-magnetic radiations in medicine. New Zealand Med. Journ., 32, 197 (1933).

A r s o n v a l A. Action physiologique et thérapeutique des courants à haute fréquence. Ann. Inst Actinol., 8, 80 (1933).

A r s o n v a l A. Action biologique des courants de haute fréquence. Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934). Bologna, Cappelli, 1, 111 (1935).

A r s o n v a l A. Influence de la fréquence sur les effets physiologiques des courants alternatifs. C. r. Ac. Sci., 116, 630 (1893).

* A t t i l j S. Atti VIII Congr. Radiologia medica, Firenze, 307, (1928).

* A t t i l j S. Quaderni Radiologici, № 3 (1930).

* A t t i l j S. R. Accad. Lancisiana, Roma, 14 Nov. (1929).

A u c l a i r. Propriétés biologique des O. C. Soc. Rad. Méd. Fr., 1932, p. 587.

A u c l a i r et D r o u e t. A propos des applications thérapeutiques de la fièvre artificielle provoquée par les O. C. Bull. Mém. Soc. Rad. Méd. Fr., Juillet (1932).

A u d i a t J. Action des ondes hertziennes sur l'excitabilité du nerf. Rev. d'Actinologie et de Physiothér., 7, 227 (1932).

A u d i a t J. Action des ondes hertziennes sur l'excitabilité électrique des nerfs. C. r. Soc. Biol., 110, 877 (1932).

B a b i n - C h e v a y e. Applications thérapeutiques des ondes courtes. I Thèse de Paris (1933).

B a c h e m A. Selective heat production by ultrashort (hertzian) waves, Arch. Phys. Ther., 16, 645 (1935).

* B a l c a r, S a n s u m a. W o o d y a t t. Arch. Inf. Med., 24, 116 (1919).

B a l d w i n W. a. M. D o n d a l e. High frequency current burns in rats. Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med., 27, 65 (1929).

B a l d w i n W. a. W. N e l s o n. Histologic effects produced in albino rats by high frequency currents. Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med., 26, 588 (1929).

Barr ultra-short wave radiothermy unit model SW-5 acceptable; report of Council on Physical Therapy. Journ. Amer. Med. Assoc., 105, 1345 (1935).

B a u e r. Experimentelle und histologische Untersuchungen über die Blutstillung durch Hochfrequenz. Elektrotechn. Ztschr., 51, 1017 (1930).

* B a u w e n s P. Brit. Journ. Actinother., Aug. (1930).

B e e r e n s J. et L. R e m o u c h a m p s. Action de radiations à ondes courtes sur l'évolution de la tuberculose expérimentale du cobaye

et sur la résistance à cette affection des animaux immunisés par le BCG. C. r. Soc. Biol., 119, 85 (1935).

Bell W. a. D. Ferguson. Effects of super-high frequencies radio-current on health of men exposed under service condition. Arch. Phys. Ther., 12, 477 (1931).

* Belot J. et Mouelle. Verh. d. IV Intern. Kongr. Radiologie, Zürich, 506 (1934).

* Bender X. et Leydler M. La haute fréquence en gynécologie. Exp. Sc. franç., Paris, 1933.

Benedetti E. Intorno all'azione del campo elettromagnetico oscillante ad alta frequenza su alcuni germi vegetali. Rend. Accad. Lincei, 4, 324 (1926).

Benedetti E. Su alcune modificazioni del decorso della fermentazione alcoolica per effetto del campo elettromagnetico oscillante sul lievito. Rend. Accad. Lincei, 5, 1029 (1927); 6, 331 (1927).

* Benedetti E. Boll. Soc. It. Biol. sperim., 2, 127 (1927).

* Benedetti E. Boll. Soc. It. Biol. sperim., 2, 448 (1927).

* Benedetti E. Boll. Soc. It. Biol. sperim., 3, 336 (1928).

* Benedetti E. Boll. Soc. It. Biol. sperim., 4, 1238 (1929).

Beniec V. a. S. Radkevich. Leucocytic reaction of blood after irradiation of normal and diseased liver with high frequency currents. Clin. Med., 1932, S. 137.

Benza E. e V. Picasso. Sull'azione biologica delle onde ultra-corte, velocità di sedimentazione. Morgagni, 76, 935 (1934).

Bergami G. Ricerche sull'azione biologica delle onde corte. Azione sui muscoli striati di elettrotermi. Boll. Soc. It. Biol. sperim., 8, 1629 (1933).

Bergman G. Use of short waves in medicine. Nord. med. tidskr., 8, 1450 (1934).

Berry M. Short-wave therapy: some clinical experiences. Brit. Journ. Phys. Med., 9, 137 (1934).

Berry M. Short-wave therapy: further clinical experiences. Brit. Journ. Phys. Med., 10, 16 (1935).

Besse. Discussion. Journ. Radiol. et Electr., 18, 314 (1934).

Besuch H. Das Wesen der Ultrakurzwellen und ihre therapeutische Ausnutzung in der Stomatologie. Ztschr. Stomat., 31, 957 (1933).

Beyer W. Aussprache auf der Sitz. d. Berl. Med. Gesell., 15 VI 1932. Deut. med. Wschr., 1932, S. 1269.

Biancani E. et H. Biancani. Revue générale. La fièvre provoquée par les agents physiques. Rev. Actinol. et Physiothér., 7, 136 (1932).

Bierman W. The effect of hyperpyrexia induced by radiation upon the leukocyte count. Amer. Journ. Med. Sci., 187, 545 (1934).

Bierman W. Radiothermy fever induced by short radio waves. Arch. Phys. Ther., 13, 389 (1932).

Bierman W. Radiothermy fever induced by short radio waves. Brit. Journ. Med., 7, 155 (1932).

Bierman W. a. M. Schwarzschild. Therapeutic use of short-wave currents. New England Journ. Med., 213, 509 (1935).

Bierman W. a. M. Schwarzschild. General hyperthermia with heat localisation by radiothermy. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 29, 439 (1932).

Bierring E. Theoretical and experimental basis for short wave therapy in clinical practice. Nord. med. tidskr., 6, 883 (1933).

Binet L., M. Laudat et J. Auclair. Abaissement de la réserve alcaline et mouvement du chlore dans le sang au cours de l'hyperthermie provoquée par les ondes courtes. C. r. Ac. Sci., 199, 442 (1934).

Binet L., M. Laudat et J. Auclair. L'hyperthermie provoquée par les ondes courtes (Réactions biochimiques). Presse méd., 1934, p. 1917.

- Binger C. General and local heat developed in living animal body by passage of high frequency currents. *Phys. Ther.*, 46, 95 (1928).
- Bishop F., Ch. Carpenter a. S. Warren. Studies on the physiological effects of fever temperatures. I. A description of a series of constant temperature water bath for the determination of the thermal death time of bacteria. *Journ. Exper. Med.*, 56, 719 (1932).
- Bishop F., W. Horton a. S. Warren. The clinical study of artificial fever induced by the high frequency currents. *Amer Journ. Med. Sci.*, 184, 515 (1932).
- Bishop F., M. Long a. E. Hill. Studies on hyperthermia produced by high frequency currents. *Journ. Biol. Chem.*, 85, № 3 (1930).
- Bishop F., M. Long a. E. Hill. Studies on hyperthermia. II. The acid base equilibrium in hyperthermia induced by short radio waves. *Journ. Biol. Chem.*, 90, 321 (1931).
- Bishop F., L. Maxwell a. E. Hill. Studies in hyperthermia. III. Phosphorus equilibrium. *Journ. Biol. Chem.*, 90, 331 (1931).
- Bishop F., H. Ullmann, E. Hill a. M. Long. Studies in hyperthermia induced by the high-frequency electric currents. *Journ. Biol. Chem.*, 85, 675 (1930).
- Bistriceanu I. Craniomaxillofacial deep radiotherapy with short or ultrashort rays. *Romania med.*, 12, 294 (1934).
- Bistriceanu I. Therapy of diseases of nervous system with short and ultrashort waves. *Spitalul*, 54, 496 (1934).
- Blackader. On the production of a condition of pyrexia in man by short radio waves. *Canad. med. Assoc. Journ.*, 22, 85 (1930).
- Blessing G. u. G. Weissenfels. Strahlen-, Licht- und Elektrotherapie. *Fortschr. Zahnheilk.*, 9, 599 (1933).
- Blondeau, Miramond de Laroquette et Coste. Un cas d'épiphysite tibiale antérieure guérie par les ondes courtes. *Bull. d. l. Soc. d. Radiol. Méd. de France*, № 217 (1935).
- Bluther R. Physico-chemical basis of physical therapy. *Arch. Phys. Ther.*, 15, 654 (1934).
- Boak R. a. C. Carpenter. Effect of fever temperatures on *Treponema pallidum*. *Journ. Bacter.*, 23, 106 (1932).
- Boak R., C. Carpenter a. S. Warren. Studies on the physiological effects of fever temperatures. II. The effect of repeated short wave (30 m) fevers on growth and fertility of rabbits. *Journ. Exp. Med.*, 56, 725 (1930).
- Boak R., C. Carpenter a. S. Warren. Studies on the physiological effects of fever temperatures. III. The thermal death time of *Treponema pallidum* in vitro with special reference to fever temperatures. *Journ. Exp. Med.*, 56, 74 (1932).
- * Bondioli M. *Natura*, 24, 27 (1933).
- * Bonuzzi S. Il Fracastoro. *Boll. Scient. delle Tre Venezie*, 21, 473 (1926).
- Bordier H. Biologic effects of short wave d'arsonvalisation. *Amer. Journ. Physiol.*, 9, 92 (1932).
- Bordier H. Expériences sur les effets biologiques de la d'arsonvalisation à ondes courtes. *Arch. de l'électr. méd.* 40,, 21 (1932).
- Bordier H. Les ondes courtes et le phénomène de Merget. *Arch. d'électr. méd.*, 40, 408 (1932).
- Bordier H. Expériences sur les effets biologiques de la d'arsonvalisation à ondes courtes. *C. r. Ac. Sci.*, 194, 1191 (1932).
- Bordier H. Produit du phénomène de Merget par la d'arsonvalisation à ondes courtes. *C. r. Ac. Sci.*, 196, 255 (1933).
- Boulestreaux. Les ondes courtes en diathermie. *Électrographie*, № 9, 450 (1931).
- * Bourrué. *Brit. Journ. Anesthesia*, 4, 87 (1926).

Breitweiser C. Analysis of selective effects of short wave therapy. Arch. Phys. Ther., 16, 594 (1935).

Brown a. R. King. The action of high frequency currents on tissue cells. Brit. Journ. Actinother., 3, 133 3 (1928).

Brünnner - Ornstein M. Diathermiebehandlung der Paralyse. Jahrb. f. Psych., 49, 226 (1933).

Brünnner - Ornstein M. Aussprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1936, S. 443.

Brunori N. Les radio-ondes dans le traitement des maladies. La Côte d'Azur médicale. Toulon, Juillet (1928).

* Brunori N. Riv. di Biol., 10, 464 (1928).

Brunori N. a. S. Torrisi. Ultra-high frequency electromagnetic vibrations. Their effects upon living organism. Amer. Journ. Phys. Ther., 7, 102 (1930).

Buchgraber J. Researches on bactericidal and therapeutic effect of ultra short waves. Gyógyászat, 75 (1935).

Bugini F. Esperimenti elettrogenetici su Papaver somniferum. Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934). Bologna, Cappeli, 1, 145 (1935).

Bürkman n. Behandlung von Erfrierungen mit Kurzwellen. Dermatol. Wschr., 1, 622 (1933).

Cady et Ewerhardt. La fièvre thérapeutique comme traitement d'appoint des Wassermann rebelles. Amer. Journ. of Syph., 13, 313 (1929).

Cameron A. Hyperpyrexia, means of production and its uses in medicine. Brit. Journ. Phys. Med., 83 (1932).

Capaldi B. Contributo allo studio per l'esatta riproduzione delle condizioni di irradiazione con micro-onde. Arch. di sc. biol., 20, 430 (1934).

Capaldi. Beitrag zur Kurzwellentherapie der Hydroadenitis. Zbl. f. Chir., 1932, S. 2926.

* Carpenter C. Artificial fever. Phys. Ther., 48, 264.

Carpenter C., R. Boak, L. Mucci a. S. Warren. Physiologic effects of fever temperatures; thermal death time of Neisseria onorrhoeae in vitro with special reference to fever temperatures. Journ. Lab. and Clin. Med., 18, 981 (1933).

Carpenter C., R. Boak, S. Warren. Studies on the physiological effects of fever temperatures. IV. The healing of experimental syphilis lesions in rabbits by short wave fever. Journ. Exper. Med., 56, 751 (1932).

Carpenter C. a. A. Page. The production of fever in man by short radio-waves. Gen. El. Comp. Research Labor., № 528, May (1930).

Carpenter C. a. A. Page. The production of fever in man by short radio waves. Science, 71, 450 (1936).

Caso G. La terapia con le onde corte ed ultra corte. Folia med., 21, 85 (1935).

Cassuto A. Le onde corte nella cura delle prostatiti; progressi di terapia. Forze san., 4, 1007 (1935).

Cassuto A. Onde corte e strumentario semplificato nella terapia incruenta dell'ipertrofia della prostata. Riforma med., 51, 523 (1935).

Castaldi L. Effetti biologici delle onde di Hertz. Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934). Bologna, Cappelli, 1, 277 (1935).

Castaldi L. Effetti biologici e terapeutici delle onde hertziane. Rassegna internaz. di clin. terap., 16, 3 u 64 (1935).

Castaldi L. Gli effetti biologici delle onde di Hertz. Studium Riv. Sci. Med., 24, 286 (1934).

* Castaldi L., A. Agostini e M. Baldino. Atti II Convegno Soc. It. Anat., 1930. p. 182.

- * Castaldi L., A. Agostini e M. Baldino. Scritti biologici, 6, 139 (1931).
- * Castaldi L. e C. Maxia. Atti I Convengo soc. It. Anat., 1929, p. 418.
- * Castaldi L. e C. Maxia. Atti Soc. Cultori Sc. med. e nat., Cagliari, 31, 106 (1929).
- * Castaldi L. e C. Maxia. Scritti biologici, 7, 411 (1932).
- * Cavallaro L. Costante dielettrica e biologia. I. Arch. di Sci. Biol., 19, 144 (1933).
- Cavallaro L. Costante dielettrica e biologia. II. Ricerche sperimentali. Arch. di Sci. Biol., 19, 327 (1934).
- Cavallaro L. Costante dielettrica e biologia. Nota IV. Misura della costante di soluzioni acquose di polipeptidi. Nota V. Dispersione delle onde hertziane in soluzioni di gelatina. Nota VI. Dispersione delle onde hertziane in soluzioni di gliadina. Arch. Sc. Biol., 20, 567 (1934).
- Cavallaro L. Dispersione delle radio-onde nei sistemi proteici. Atti del I Congr. Intern. di Elettro-Radio Biologia (Venezia, 1934), Bologna, Cappelli, 1, 341 (1935).
- Cazzamalli F. Phénomènes électromagnétiques du cerveau humain en activité psychosensorielle intense et leur démonstration par les complexes oscillateurs révélateurs à triodes pour ondes ultra courtes. Arch. Intern. de Neurol., 54, 113 (1935).
- Chaulard L. A propos de la propagation des ondes très courtes dans les tissus vivants. Onde El., 2, 153 (1925).
- Christie R. An experimental study of diathermy. VI. Conduction of high frequency currents through the living cell. Journ. Exper. Med., 48, 235 (1928).
- Christie R. a. C. Ringer. Evidence for the penetration of H. F. currents through the living body. Journ. Exp. Med., 46, 715 (1927).
- Christie R. a. A. Loomis. Relation of frequency to the physiological effect of ultra-high frequency currents. Journ. Exp. Med., 49, 303 (1929).
- Cignolini P. Expériences et observations cliniques sur la thérapie avec ondes courtes. Ann. Inst. Actinol., 9, 115 (1935).
- Cirera Salsa, Balta Elias u. Cirera Ferre. Kurzwellen in der Medizin. Rev. Diagn. y Trat. fisic., 2, 161 (1932).
- Clamann H. Die magnetischen Eigenschaften einiger tierischen Faserstoffe. Ztschr. Biol., 95, 639 (1934).
- Clarence A., Neymann, S. Feinberg, D. Markson a. S. Osborne. Arch. Phys. Ther., 13, № 12 (1932).
- Clément et Liautard. Ondes courtes en thérapeutique. Fièvre artificielle. Electropyrexie. Sud Médical et Chirurgical, 61, 15 X (1932).
- Cluzet J. et P. Ponthus. Action des courants de haute fréquence redressée sur le coeur de grenouille. C. r. Soc. Biol., 107, 1133 (1931).
- Cluzet J. et P. Ponthus. Sur l'utilisation clinique des ondes hertziennes courtes et redressées. Lyon méd., 151, 357 (1933).
- Cluzet J. et P. Ponthus. Sur l'utilisation clinique des ondes hertziennes courtes. (Доклад в Soc. Nat. de Méd. et de Sci. méd. de Lyon.) Presse méd., 1933, p. 57.
- Cobet R. Elektrotherapie (Kurzwellentherapie). Из книги: «Physikalische Therapie», Jena, Grober, 1934, 129—133.
- Codet P., L. Delherm et T. Fainsilber. Verh. IV. Intern. Kongr. Radiologie, Zürich, 507, 8, (1934).
- Cohen P. a. S. Warren. Study of leucocytosis, produced in man by artificial fever, Journ. Clin. Invest., 14, 423 (1935).
- Cola G. Nuove indicazioni della diatermia e primi risultati terapeutici delle onde herziane corte. Riv. san. siciliana, 21, 1710 (1933).

Colarizi. Wirkung der Hertzschen Kurzwellen auf Wachstum und Virulenz von Diphtheriebazillen. Wien. med. Wschr., № 42/43 (1935).

Cole R. Electric conductance of biological systems. Cold Spring Harbor Symposia on quant. Biol., 1, 107 (1933).

Colonien, Miramond de Laroquette et A. Blondeau. Du traitement de la blennorrhagie par les ondes courtes. Bull. Soc. Rad. méd. d. France, № 217, 212 (1935).

Compere A. Shortwave therapy. Brit. Journ. Phys. Med., 8, 101 (1933).

Copin H. Actions biologiques des ondes électriques très courtes et celles qui s'y rattachent. Paris, A. Legrand, 1933.

* Copin H. Côte d'Azur méd., mai (1931).

Copin H. Les radio-ondes entretenues en biologie. Côte d'Azur méd., août (1931).

* Corbino O. Atti Soc. It. Progresso Sc. XVIII Riun., Firenze, I, 157 (1929); Roma (1930).

Cortesi T. e G. Fattovich. Ricerche sul fenomeno Donaggio nella piressie provocata con particolare riguardo alla piressie diatermica. Meccanismo fisico-chimico e significato biologico del fenomeno. Riv. sper. di freniat., 58, 1056 (1934).

Cottenot P. et Thi-Ledinh. La thérapeutique par les ondes courtes. Journ. de méd. et chir. prat., 106, 86 (1935).

Cottle M. Short wave therapy in acute inflammations about the head and neck. Illinois Med. Journ., 68, 354 (1936).

Coulter J. G. Local applications of high frequency currents. Med. Rec., 140, 256 (1934).

Couperus M. a. F. Moor. The effect of diathermy upon the secretion of bile. Arch. Phys. Ther., 15 (1934).

Courdonan. Considérations sur les résultats obtenus par l'emploi des R. U. V. et de l'H. F. Rev. gén. de Clin. et de Thérap., 48, 119 (1934).

Crile, Hosmer a. Rowland. Amer. Journ. Physiol., 60, 59 (1922).

Cumberbatch E. P. Essentials of medical electricity. 7 edit., London, 1933.

Cumberbatch E. High frequency and diathermy. Brit. Journ. Phys. Med., 6, 117 (1931).

Daan A. Short-wave therapie. Nederl. tijdschr. v. geneesk., 79, 1921 (1935).

Dalchau. Kurzwellentherapie in der Gynäkologie. Deut. med. Wschr., 1934, S. 1765.

Dalchau K. Nachweis erhöhter Temperaturen in der Blase bei Kurzwellenbehandlung. Deut. med. Wschr., 1935, S. 960.

Danilewsky B. u. A. Worobiew. Ueber die Fernwirkung elektrischer Hochfrequenzströme auf die Nerven. Pflügers Arch., 236, 440 (1935).

Dänzer H. Ueber das Verhalten biologischer Körper im Hochfrequenzfeld. Ann. d. Phys., 20, 364 (1934).

Dänzer H. Ueber das Verhalten biologischer Körper bei Hochfrequenz. Ann. d. Phys., 21, 783 (1935).

Dausset H. Note sur les résultats de mon expérience actuelle des ondes courtes en thérapeutique. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 42, № 1 (1933).

Dausset H. Sur la thérapeutique par la d'arsonvalisation à ondes courtes. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 42 (1933).

Dausset H. Therapeutic action of short wave irradiation. Gaz. méd. de France (suppl. Radiol.), 1 mai, 67 (1933).

Dausset H. Thérapeutique par les ondes courtes. Rev. d'Actinol. et de Physiothér., 9, 216 (1933).

- Dausset H. Les ondes courtes. Verh. IV. Intern. Kongr. Radiol., Zurich, 2, 144, (1934).
- Dausset H. a. A. Dognon. Les ondes courtes en biologie et en médecine. Paris méd., 5, 99 (1934).
- Dausset H., Ferrier et Simard. Influence des ondes courtes sur le système endocrinien. Verh. IV, Intern. Kongr. Radiol., Zürich 499, (1934)
- Davis M. R. Cases treated by short wave apparatus for production of local heat in body. Physiotherapy Rev., 13, 110 (1933).
- Day R. V. New visualising bladder neck punch with high frequency coagulation electrode attachment. Journ. Amer. Med. Assoc., 94, 1658 (1930).
- Delherm L. et Amiot. Action thérapeutiques des courants de haute fréquence variable. Presse méd., 1933, p. 1756.
- Delherm L. et Amiot. Les possibilités thérapeutiques des courants de haute fréquence variables. Journ. de Radiol. et d'Electr., 18, 319 (1934).
- Delherm L. et A. Devois. Electroradiologie en 1932. Le Monde médical, 1933, p. 805.
- Delherm L. et A. Devois. Les courants de haute fréquence dans les maladies de la nutrition. Nutrition, 4, 253 (1934).
- Delherm L. et A. Devois. Ondes courtes et hémiplegies. Verh. IV. Intern. Kongr. Radiol., Zürich, 509 (1934).
- Delherm L. et Fainsilber. Ondes courtes intrarectales dans les affections anorectales. Paris, Bull. Soc. Fr. El. et Rad., mars (1935).
- Delherm L. et Fainsilber. Note sur les applications directes intracavitaires des ondes courtes (vagin-rectum). Notes de médecine pratique. Presse méd., 1935 p., 51.
- Delherm L. et Fainsilber. Ondes courtes en application intracavitaires (vagin, rectum). Rev. d'Actinol. et Phys., 11, 115 (1935).
- Delherm L. et H. Fischgold. Les courants de d'Arsonval diminuent l'excitabilité neuromusculaire. C. r. Ac. Sci., 199, 1688 (1934).
- Delherm L. et S. Loubier. L'électrologie en 1932. Gazette des Hôpitaux, 29 mars (1933).
- Delherm L. a. Morel-Kahn. Electroradiologie. Revue de 1931 littérature. Prat. méd. franç., 13, 23 (1932).
- Delherm L., Morel-Kahn et A. Devois. Sur quelques résultats obtenus par l'emploi des ondes courtes en applications locales. Journ. de Radiol., 18, 318 (1934).
- Delherm L. et Stuhl. Note sur l'action des ondes hertziennes courtes. Rev. méd. franç., 13, 19 (1932).
- Denier. Action biologique des ondes hertziennes ultra-courtes de 80 cm. Arch. Electr. méd., 41, 273 (1933).
- Denier A. Action biologique des ondes hertziennes ultra-courtes de 80 cm. Côte d'Azur méd., 1932.
- Denier A. Essai d'étude des ondes courtes par les spectres à l'encre de Chine. Arch. Electr. méd., mars-avril (1935).
- Denier A. Les ondes hertziennes ultra-courtes de 80 cm ou microondes de Marconi. Journ. de Radiol. et d'Electr., 20, 193 (1936).
- Denier. Actions biologiques des ondes hertziennes de 80 cm. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 41, 191 (1932).
- Denier. Heureux effets des ondes courtes sur une sclérodémie généralisée progressive. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 41, 384 (1932).
- Denier. Ondes courtes et otosclérose. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 41, 386 (1932).
- * Denier. Verh. IV. Intern. Kongr. Radiol., Zürich, 497, (1934).
- Denier et Dustin. Radiothérapie des amygdales suivant la technique de Dustin. Presse méd., 1934, p. 900.

- Desplats. L'action thérapeutique des ondes courtes. Journ. Sci. Méd. de Lille, 51, № 45 (1933).
- Dessaue F. Zehn Jahre Forschungen auf dem physikalisch-medizinischen Grenzgebiete. Leipzig, 1931, S. 176.
- Dessaue F. Referat über elektrische Wellen und biologische Phänomene. Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934), Bologna, Cappelli, 1, 336 (1935).
- Dejardin et Wisser. La pyrétothérapie au cours de la syphilis. Le Scalpel, 1928, p. 845.
- Dide et Drouet. L'électropyrexie en psychiatrie. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., 41, 607 (1932).
- Dide, Drouet, Barrère et Aujaleu. L'électropyrexie en psychiatrie. Bull. Soc. Rad. méd. de Fr., 20, 607 (1932).
- Dieffenbach W. Ultra short wave therapy. Journ. Amer. Inst. Homeop., 28, 679 (1935).
- Döderlein G. Sitz. der Berlin. mediz. Gesellsch., 15 VI 1932 (Aussprache). Deut. med. Wschr., 1932, S. 1269.
- Dognon A. Les ondes électriques courtes en biologie. Bull. Assoc. pour l'avancement des sciences, 61, 653 (1932).
- Dognon A. Les ondes courtes électriques. Rev. méd. franç., 13, 13 (1932).
- * Dognon A. Siècle méd., nov. (1930).
- Dognon A. et C. Piffault. Les ondes courtes en biologie et en médecine. Presse méd., 1933, p. 1991.
- Dognon A. et C. Piffault. Des ondes courtes en biologie et en médecine. Rev. d'Actinol., 9, 452 (1933).
- Donaggio A. Azione della diatermia generale nell'organismo umano in rapporto al «fenomeno d'ostacolo». Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934), Bologna, Cappelli 1, 351 (1935).
- Donnelly J. L. On the physiological effects of radio waves. Science, (1933), p. 290.
- Drouet M. Propriétés biologiques des ondes hertziennes courtes. Bull. Soc. de Radiol. et El. France, 20, 587 (1932).
- Drouet M. Discussion. Journ. de Radiol. et d'Electrol., 18, 314 (1934)
- Drouet. Sur l'électropyrexie. IV. Applications thérapeutiques des ondes courtes sans fièvre. Presse méd., 1933, p. 1338.
- Drouet. Sur l'électropyrexie. Action biologique des ondes hertziennes courtes chez l'homme. (Доклад в Soc. de méd., chir. et pharm. de Toulouse). Presse méd., 1933, p. 466.
- Drouet et Auclair. A propos des applications thérapeutiques de la fièvre artificiellement provoquée par les ondes courtes. Bull. et mém. Soc. radiol., 20, 462 (1932).
- Drouet et Auclair. Propriétés biologiques des ondes hertziennes courtes. Bull. et mém. Soc. radiol., 20, 587 (1932).
- Drouet M., Vérain, Grandpierre et Pierquin. Un cas de diabète insipide avec glucosurie. Traitement par les ondes courtes sur la région hypophyso-tubérienne. Bull. mém. Soc. méd., 1936, p. 115.
- Dublineau et Dolérieux. Trois observations d'états schizophréniques traités par l'association des sels d'or à la pyrétothérapie (Soc. méd. psychologique). Presse méd., 1935, p. 810.
- Dubois-Trépagne. Effets biologiques et applications thérapeutiques des ondes hertziennes courtes. Ann. de méd. phys., 26, 145 (1933).
- Dubois-Trépagne. Effets biologiques et applications thérapeutiques des ondes courtes. Ann. Soc. méd.-chir. de Liège, 2, 73 (1933).
- * Dubois-Trépagne. Liège méd., 26, 1061 (1933).
- Dubois-Trépagne. Sur les ondes électriques courtes (physique, physiobiologie, thérapeutique). Soc. Belge de Physiothér., Séance du 28 mai, 1934. Bruxelles Méd., 32, 893 (1933).

- D u h e m P. Utilisation des courants de haute fréquence dans la thérapeutique infantile. Journ. de Radiol. et d'Electr., 17, 572 (1933).
- D u p e y r a c G. Les ondes courtes: leurs applications en médecine. Marseille méd., 2, 669 (1934).
- D u r a n c e a u. Les ondes hertziennes courtes en médecine. I thèse, Lyon (1933).
- E i d i n o w. Action of ultra short waves on tumours. Brit. Med. Journ., 1934, p. 332.
- E i d i n o w A. Discussion on short-wave diathermy. Proc. Roy. Soc. Med., 28, 307 (1935).
- E r n s t G. Stand, Erfahrungen und Fortschritte der modernen Strahlentherapie unter besondere Berücksichtigung der malignen Tumoren. Deuts. med. Wschr., 1934, S. 1008.
- E r w i n. Therapeutische Versuche im elektrischen Kurzwellenfeld. Klin. Wschr., 1930, S. 2333.
- F a b i a n F. a. H. G r a h a m. Influence of high frequency displacement currents on bacteria. Journ. Inf. Dis., 53, 76 (1933).
- F e i n b e r g S., S. O s b o r n e a. M. S t e i n b e r g. Sustained artificial fever in the treatment of intractable asthma. Physiological and therapeutic considerations. Journ. Amer. Med. Assoc., 99, 801 (1932).
- * F i a n d a c a S. Riforma med., 50, 323 (1934).
- F i a n d a c a S. Applicazioni biologiche e terapeutiche delle onde ultra-corte. Riv. san. siciliana, 22, 1564 (1934).
- F i n a l y F. Aussprache. Zbl. f. Gynäkologie, 1934, S. 1058.
- F i s c h e r R. Ueber den Einfluss hochgespannter Hochfrequenzströme auf den menschlichen Blutdruck. Schweiz. med. Wschr., 64, 1013, (1934).
- F l e i s c h h a n s B. Therapeutic applications of short waves. Časop. Lek. Česk., 73, 811 (1934).
- * F o a C. Boll. Soc. med.-chir. Bresciana, 8, 51 (1934).
- F o r m i g e l L u z e s F. As ondas curtas em terapeutica indicações e contradicações; arsonvalização propriamente dita, ultradiatermia local e febre artificial. Lisboa med., 11, 185 (1934).
- * F o u r n i e r - O r m o n d e P. Цит. по Lakhowsky, «L'oscillation cellulaire», Paris, Doin (1931).
- F r a n k, H a m m o n d, M. D. K r u s e n Short wave diathermy. Journ. Am. Med. Assoc., 104, 1237 (1935).
- F r a n k, T h o m a s, W o o d b u r y. Rationalization of physical medicine on a basis of biochemical and biophysical effects. Arch. Phys. Ther., 15 (1934).
- F r e d r i k s o n H. Kurzwellendiathermie in der Gynäkologie. St. Läkertidn., 1934, S. 937.
- F r i e d r i c h. Diathermie mit Ultrakurzwellen. Umschau, 35, 698 (1931).
- F r o l o w P. Th., B. Z. M a l k o w a - R i a b o w a u. B. Z. A l t - m a n n - P a r g m a n i c. Die Anwendung der lokalen Diathermie bei essentieller Hypertonie. Wien. klin. Wschr., 1934, S. 1121.
- F u c h s G. Zur Sensibilisierung strahlenrefraktärer Carzinome durch Kurzwellen. Klin. Wschr., 1935, S. 1582.
- F u c h s G. Zur Frage der Sensibilisierung röntgenrefraktärer Neoplasmen durch Kurzwellen. Wien. med. Wschr., 1936, S. 443.
- F u c h s G. Schlusswort auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1936, S. 443.
- F u k e T. Effects of diathermy to the healing of wounds. Jap. Journ. Obstetr. Imp. Univ. Kyoto; Balneologie, 1934, S. 129.
- G a l e C. Penetrative and selective heat effects of short and ultra-short waves; experimental study with unicellular organisms and with electrolytes. Arch. Phys. Th., 16, 271 (1935).

- Gale C. Moot aspects of short and ultrashort wave therapy. Arch. Phys. Ther., 16, 80 (1935).
- Gale C. a. D. Miller. Bactericidal action of short and ultrashort waves. Journ. Lab. Clin. Med., 21, 31 (1935).
- Gally L. et Rousseau R. Électricité et radiologie médicales. Paris 1931.
- Garcia D. La diatermia de onda corta. Cron. med. Valencia, 38, 83 (1934).
- * Geckhorn J. Protoplasma, 1, 124 (1926).
- Gedda L. e A. Robecchi. La nefrodiatermia applicata allo studio della funzionalità renale in corso di nefropatia. Arch. per le sc. med., 59, 665 (1935).
- Gelineos. Sur l'adaptation de la thermogénèse provoquant l'hyperthermie. C. r. Soc. Biol., 119, 643 (1935).
- Gemelli A. Ricerche sperimentali sulla influenza esercitata dalle onde corte sulle funzioni cerebrali e cerebellari. Atti Pont. Accad. Nuovi Lincei, 86, 21 (1932).
- Gentile N. Radiazioni umane provocate. Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934) Bologna, Cappelli, 1, 356 (1935).
- Genz G. Die Veränderungen des Blut-Calciumspiegels durch ultrakurze elektrische Wellen. Jena, Diss., 31, 1933.
- Gheorgiu N. Le cancer expérimental des plantes et la théorie. C. r. Soc. Biol., 106, 754 (1931).
- Ghetti B. Relazione sulle prove di controllo onde accertare l'eventuale influenza di onde elettromagnetiche ultracorte (2—3 m) sulla germinazione dei semi e sullo sviluppo delle piante. Atti d. I Congr. Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934), Bologna, Cappelli, 1, 360 (1935).
- Gianferrari L. e E. Pugno Vanoni. Sull'azione di campi elettrici ad alta frequenza nello sviluppo embrionale. I. Esperienze su Salmolacustris. Rendiconti Accad. Lincei, 32, 576 (1923).
- * Gianferrari L. e E. Pugno Vanoni. Boll. Soc. It. Biol. sperim., 1, 252 (1926).
- * Gianferrari L. e E. Pugno Vanoni. Giorn. Biol. e Med. sperim., 2, № 9—10 (1925).
- * Gicklhorn. Protoplasma, 1, 124 (1926).
- Gilde O. Short waves in physiotherapy. Medicina (Kaunas), 16, 153 (1935).
- Gildemeister. Ueber die im tierischen Körper bei elektrischer Durchströmung entstehenden Gegenkräfte. Pflügers Arch., 149, 389 (1913); 176, 84; 195, 112.
- Ginsberg A. Ultrashort radio waves as therapeutic agent. Med. Rec., 140, 651 (1934).
- Giroud P. et P. Haber. Action de l'électropyrexie par les radiations à ondes courtes sur le cobaye infecté par un virus de typhus exanthématique. C. r. Soc. Biol., 117, 407 (1934).
- Giroud P. et P. Haber. Non-adaptation du virus typhique historique à la souris blanche après électropyrexie par ondes courtes. C. r. Soc. Biol., 119, 135 (1935).
- Giroux L. et Dausset N. Le traitement de l'angine de poitrine par les ondes courtes. Bull. Acad. de Méd., janv. (1934).
- Giroux L., N. Dausset, Laubry, Meyer et Zimmer. Traitement de l'angine de poitrine par les ondes courtes. Presse méd., 1934, p. 90.
- Givélet. Прения по докладу Nehru. Atti de I. Congr. Intern. di Elettro-Radio-Biologia, 1, 135 (1935).
- Goldfeder A. Effect of radiotherapy on oxygen content and capacity in human blood, saturation point of hemoglobin with oxygen. Arch. Phys. Ther., 14, 339 (1933).

- G o n d e t. Quelques indications concernant les effets de contraction et de faradisation de H. F. Bull. Soc. Fr. El. et Rad. (1923).
- G o s s e t A., A. G u t m a n, G. L a k h o w s k y et S. M a g r o u. Essai de thérapeutique. du cancer expérimental des plantes. C. r. Soc. Biol., 91, 626 (1924).
- G o u v e r n e u r R. Le bistouri à haute fréquence. Journ. d'urolog., 29, 57 (1930).
- G r a d e n w i t z. Les ondes ultra-courtes en médecine. La Nature, 1931, p. 237.
- G r a f H. Kurzwellentherapie bei arthritidis gonorrhoeica. Derm. Wschr., 14, 470 (1933).
- G r a h a m N. Treatment of general paresis by hyperpyrexia produced by diathermy. Brit. Journ. phys. Med., 8, 157 (1934).
- * G r a h a m N. Journ. ment. Sc. (1933).
- G r a n d a u e r R. Der hochgespannte Hochfrequenzstrom als therapeutisches Hilfsmittel bei Behandlung gewisser innerer Krankheiten. Fortschr. d. Ther., № 22 (1929).
- G r a s s o. Прення по докладу. Weissenberg. Atti del I Congr. Intern. Elettro-Radio-Biologia, 1, 452 (1935).
- * G r i m a l d i A. Atti Soc. Cultori Sc. med. e. nat. Cagliari, 34, 214 (1932).
- * G r i m a l d i A. Scritti biologici, 9, 333 (1934).
- G r o a g P. Ueber das Verhalten des Leukozyten- und sonstigen Blutbildes bei einem Fall von Mikulicz-Erkrankung nach Kurzwellenbehandlung. Wien. Klin. Wschr., 1934, S. 1165.
- G r o a g P. Erwiderung auf vorstehende Bemerkung Stieböcks zu meinem Artikel: «Ueber das Verhalten des Leukozyten- und sonstigen Blutbildes bei einem Fall von Mikulicz-Erkrankung nach Kurzwellenbehandlung». Wien. klin. Wschr., 1934, S. 1425.
- G r o a g P. Bemerkung zum Artikel: «Kurzwellentherapie» von Dr. E. Last in № 46 и 48 Wien. med. Wschr., 1933. Wien. med. Wschr., 1934, S. 43.
- G r o a g P. Aussprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1134.
- G r o a g P. Aussprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1132.
- G r o a g P. u. V. T o m b e r g. Zur Kurzwellentherapie. Wien. klin. Wschr., 1933, S. 926.
- G r o a g P. u. V. T o m b e r g. Zur Kurzwellentherapie. Wien. klin. Wschr., 1933, S. 964.
- G r o a g P. u. V. T o m b e r g. Zur biologischen Wirkung kurzer elektrischer Wellen. Wien. klin. Wschr., 1934, S. 267.
- G r o t h R. u. B. J e g o r o w. Eine neue Behandlungsmethode des Magengeschwürs mit Diathermie bzw. Kurzwellendiathermie der sympathischen und parasympathischen Nerven des Halses. Münch. med. Wschr., 1933, S. 343.
- G r ü n s f e l d M. Diathermie bei Erkrankungen des Zirkulationsapparates. Ztschr. f. d. ges. physik. Therapie, 27, № 1/2 (1923).
- G u m p e r t. Behandlung der Gonorrhoe mit Kurzwellen. Med. Welt, 1933, S. 558.
- G u n s e t t, B o t o n, M e t z g e r et S i c h e l. Un cas d'affection infectieuse du poumon (abcès), guéri par les ondes courtes. Bull. d. l. Soc. d. Radiol. méd. France, 1935, p. 227.
- G ü n t h e r H. Die Wirkung ultrakurzer Wellen auf Lebewesen. Radio-Bildfunk.-Fernsehen für alle, 9, 420 (1930).
- H. G. Vermögen die kurzen Wellen Insekten zu töten? Radio-Bildfunk., 9, 238 (1930).
- H a a s M. u. A. L o b. Die Kurzwellendiathermie und ihre Anwendung in der Chirurgie. Deut. Ztschr. f. Chir., 243, 318 (1934).

H a a s M. u. A. L o b. Die sogenannten spezifischen Effekte der Kurzwellen bei der Behandlung bösartiger Geschwülste. *Strahlentherapie*, 50, 345 (1934).

H a a s e W. u. E. S c h l i e p h a k e. Versuche über den Einfluss kurzer elektrischer Wellen auf das Wachstum von Bakterien. *Strahlentherapie*, 40, 133 (1931).

H a b e r P. Action des ondes courtes sur les propriétés alexiques du sérum de cobayes irradiés, le facteur actif de ces ondes. *C. r. Soc. Biol.*, 115, 1501 (1934).

H a b i c h t F. P. Physikalisch-biologische Zusammenhänge bei der Ultrakurzwellenbehandlung. *Strahlentherapie*, 51, 532 (1934).

H a d j i n i c o l a u J. The effect of radiowaves upon the insects. *New York Entomological Soc.*, 39, 195 (1931).

H a f n e r A. Biologie und Dielektrizitätskonstante. *Ergebnisse d. Phys.*, 24, 566 (1926).

H a g u e n a u J., L. G a l l y et D. L i c h t e n b e r g. Sur le traitement radiothérapique des algies. *Presse méd.*, № 27, 1934, p. 531.

*H a l p h e n A. Ondes courtes et électropyrexie. *Bull. Soc. méd., Elysée*, 2 avril (1934).

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Les ondes courtes en pyrétothérapie. *Ann. Inst. Actinol.*, 7, 199 (1932).

*H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. *Arch. Hosp.*, März (1931).

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Une nouvelle forme de la d'arsonvalisation: les ondes courtes. *Arch. Phys. Ther.*, 14, 69 (1933).

H a l p h e n A. a. J. A u c l a i r. Some problems of electro-pyrexia. *Arch. Phys. Ther.*, 5, 16 (1934).

H a l p h e n A. a. J. A u c l a i r. A new form of d'arsonvalisation—the shortwaves. *Arch. Phys. Ther.*, 14, 69 (1933).

H a l p h e n A. a. J. A u c l a i r. Diathermie à ondes courtes et fièvre artificielle. *Bull. Soc. Fr. El. et Rad.*, 40, 485 (1931).

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Technique, contre-indications et accidents de la fièvre artificielle. *Bull. Soc. Fr. El. et Rad.*, 1932, № 2.

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Notes sur la diathermie à ondes courtes. *Bull. Soc. Fr. El. et Rad.*, 41, 107 (1932).

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. A propos de la d'arsonvalisation à ondes courtes. *Bull. Soc. Fr. El. et Rad.*, 42, 539 (1933).

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Electropyrexie du rhumatisme. *Commun. Congr. de Rhumatisme, Paris*, 1932.

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Pyrethérapie par moyens physiques thermiques. *XXIII Session du Congrès Franç. de Méd., Quebec* (1934).

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Applications thérapeutiques de l'électropyrexie. *Echos de la Médecine*, № 19, oct. (1932).

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. L'utilisation des O. C. thérapeutiques. *Gazette méd. Limousin*, 26, № 6 (1933).

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Discussion. *Journ. Radiol. et Electr.*, 18, 312 (1934).

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Les ondes courtes en gynécologie. *La Médecine*, 14, 446 (1933).

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Note sur la diathermie à ondes courtes. *Presse méd.*, 1933, p. 78.

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Les ondes courtes, quelques problèmes biologiques et thérapeutiques. *Presse méd.*, 1933, p. 1756.

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Applications thérapeutiques de la fièvre artificielle par ondes courtes. *Rev. Actin. et Physioth.*, 7, 154 (1932).

H a l p h e n A. et J. A u c l a i r. Electropyrexie du rhumatisme. *Rev. Actinol. et Physioth.*, 7, 473 (1932).

- * Halphen A. a. J. Auclair. Electropyrexia, indications and contraindications. Rev. española de med. y cir., 16, 271 (1933).
- Halphen A. et J. Auclair. Verh. IV. Intern. Kongr. Radiologie, Zurich, 505 (1934).
- Halphen A., J. Auclair, Poittevin et Heusard. Contribution à l'étude physique et biologique de la diathermie à ondes courtes. Arch. électr. méd., 40, 345 u 472 (1932).
- Halphen A., J. Auclair, Poittevin, Levaditi, Crozon, Emery, Brauzet, Baillart, Weil. Rapports et communications sur l'électropyrexie. Château de la Muette, juin (1932).
- Halphen A., J. Auclair et Rossain. Traitement de l'insuffisance ovarienne par les ondes courtes. Rev. Franç. de gynécologie et d'obstetr., № 7 (1934).
- Hartleb H. O., Kurzwellen in der Medizin. Funk Bastler, 1933, S. 782.
- Hasche E. u. W. Collier. Ueber die Beeinflussung bösartiger Geschwülste durch Ultrakurzwellen. Strahlentherapie, 51, 309 (1934).
- Hasche u. Leunig. Ueber die Wirkung von Ultrakurzwellen auf Bakterien. Deut. med. Wschr., 1935, S. 1193.
- Hasche E. u. H. Leunig. Zur Dosierungsfrage in der Ultrakurzwellentherapie. Einfluss von Feldstärke und Frequenz auf Staphylokokken und Streptokokken in vitro. Strahlentherapie, 50, 351 (1934).
- Hasche E. u. H. Leunig. Ueber Einwirkung von Kurz- und Ultrakurzwellen auf anorganische und organische Verbindungen. Strahlentherapie, 52, 179 (1935).
- Hasche E. u. T. Triantaphyllides. Zur Wirkung kurzer elektrischer Wellen. Med. Klin, 1935, S. 1239.
- Hayer. Ueber Kurzwellentherapie. Klin. Wschr., 1933, № 12.
- Hayer E. Klinische Erfahrungen mit der Kurzwellentherapie. Münch. med. Wschr., 1934, S. 1467.
- * Headlee T. Journ. Econ. Entom., 1931, p. 24.
- Headlee Th. The effect of radio waves upon the inner temperature of some insects. Journ. of Econ. Entom., № 2 (1933).
- Headlee Th. G. Some observations on the effect of radio waves on insects and plant hosts. New Jersey U. S. A. Bulletin, apr., 568 (1934).
- * Headlee T. a. R. Burdette. Journ. N. Y. Ent. Soc., 37, 59 (1929).
- Hefke H. Artificial fever therapy. Physiother. Rev., 15, 211 (1935).
- Heinle R. a. R. Phelps. The effect of short radio waves and heat on the elasticity of the aorta. Amer. Journ. Physiol., 104, 347 (1933).
- Heinle R. a. R. Phelps. The effect of short radio waves on perfused cats hearts. Amer. Journ. Physiol., 104, 349 (1933).
- Heinrich R. Ueber die Beeinflussung des menschlichen Organismus beim Arbeiten am Kurzwellensender. Elektrotechn. Ztschr., 50, 1088 (1929).
- Heise. Erfahrungen über Kurzwellentherapie in der Zahnheilkunde. Deut. Zahnartz. Wschr., № 33 (1935).
- Heller R. Kurzwellenbestrahlung des Rattensarkoms (Bemerkungen zu dem Aufsatz von E. Pflomm in № 43). Münch. med. Wschr., 1930, S. 2117.
- Heller R. Zur Frage der spezifisch elektrischen Wirkung ultrakurzer Wellen. Wien. klin. Wschr. 1931, S. 795
- Heller R. Aussprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 498.
- Heller R. Lokalisierte Durchwärmung und Gewebszerstörung mittels Ultrakurzwellen. Ztschr. f. d. ges. exp. Med., 83, 299 (1932).
- Hemardinquer. Le traitement des maladies par les ondes courtes. La Nature, 1931, p. 234.

- H e n r a r d E. Les ondes courtes et leurs applications en médecine. (Manusc.) Diplôme radiol. F. M. P. (1932).
- H e r z f e l d E. La d'arsonvalisation par ondes courtes dans certains syndromes circulatoires. Ann. Inst. Actinol., 8, № 4 (1934).
- H i c k s R. a. W. S z y m a n o w s k i. The biologic action of ultra-high frequency currents. Journ. Inf. Dis., 50, 466 (1932).
- H i n s i e L. Treatment of general paralysis by radiotherapy. Psych. Quart., 6, 191 (1932).
- H i n s i e L. Radiothermische Behandlung der progressiven Paralyse. Wien. klin. Wschr., 1931, S. 696.
- H i n s i e L. E. a. J. B l a l o c k. Treatment of general paralysis by radiotherapy. Psychiatr. Quart., 6, 206 (1932).
- H i n s i e L. a. C. C a r p e n t e r. Radiothermie treatment of general paresis. Psychiatr. Quart., 5, 215 (1931).
- H i r a n a n d a n i. Diseases amenable to high frequency currents. Indian Med. Rec., 54, 136 (1934).
- H i r s c h R. Schmerz und Schmerzbehandlung mit hochfrequenten Strömen. Ztschr. klin. Med., 108, 408 (1928).
- H o e f f e r H. Erste Erfahrungen mit der Ultrakurzwellentherapie im Kindesalter. Kinderärztl. Prak., 2, 282 (1935).
- H o f f H. u. E. W e i s s e n b e r g. Experimentelle Beeinflussung der Kleinhirnfunktion durch Kurzwellenbesendung. Wien. klin. Wschr., 1932, S. 425.
- H o f f H. u. E. W e i s s e n b e r g. Experimentelle Beeinflussung von Hirnfunktionen durch Kurzwellenbesendung beim Menschen. Z. f. Neur. u. Psych., 141, 460 (1932).
- H o f f m a n n u. E. S c h l i p h a k e. Klinische Erfahrungen bei der Kurzwellentherapie (Vortrag auf der Sitzung der Med. Ges. Giessen am 20 XI 1934). Klin. Wschr., 1935, S. 358.
- H o l z e r W. Ueber die Wirkung schneller elektrischer Schwingungen auf Elektrolytlösungen im Hinblick auf biologische Kurzwelleneffekte. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien. Math.-naturwiss. Kl., 7 XII 1933. Akad. Anz., № 26 (1934).
- H o l z e r W. Die Anwendung schnellster elektrischer Schwingungen in der Heilkunde. Elektrot. u. Maschinenbau, 52, № 11 (1934).
- H o l z e r W. Modelltheorie über die Stromdichte im Körper von Lebewesen bei galvanischer Durchströmung in Flüssigkeit. Pflügers Arch., 232, 821 (1933).
- H o l z e r W. Hilfsmittel für die therapeutische Anwendung von Ultrakurzwellen. Ztschr. f. d. ges. exp. Med., 93, 296 (1934).
- H o l z e r W. Demonstration eines räumlichen Modells über die thermischen Diathermie- und Kurzwellenwirkungen. Wien. med. Wschr., 1934, S. 497.
- *H o l z k n e c h t u. P o r d e s. Wien. klin. Wschr. (1921).
- H o p e n s t a d t S. Krótkie fale w medycynie. Warszawskie czasopismo lekarskie, 49, 1042 (1933).
- H o r n L., O. K a u d e r s u. P. L i e b e s n y. Klinische und experimentelle Erfahrungen mit dem Kurzwellenbehandlung des Gehirnes. Wien. klin. Wschr., 1934, S. 936.
- H ü b n e r H. Die Methodik der wissenschaftlichen Hochfrequenzbehandlung. Strahlentherapie, 38, 785 (1928).
- H u g u e t. Premiers essais de pyrétothérapie du cancer. Bulletins et Mémoires de la Société de Radiologie Méd. de France (Paris), janvier (1933).
- H ü n e k e W. Ueber eine neue «kurzzeitliche» Anwendungsart der Kurzwellen in der ärztlichen Praxis. Deut. med. Wschr., 1935, S. 1514.
- H ü n e r m a n n Th. Kurzwellenbehandlung in der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde. Fortschr. d. Med., 52, 165 (1934).

H ü n e r m a n n Th. Ueber die Anwendung der medizinischen und der chirurgischen Diathermie in der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde. Zbl. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk., 20, 417 (1933).

H u t t e r K. u. P. L i e b e s n y. Kurzwellenbehandlung von Fisteln nach Nephrektomie wegen Tuberkulose (Vortrag). Wien. klin. Wschr., 1933, S. 665.

H u v e r u. G ü n t h e r. Die chirurgische Diathermie im Dienste der Behandlung von Genitalcarcinomen. Zugleich ein Beitrag zur Kurzwellenbestrahlung von Carcinomen. Ztschr. Geburt., 104, 244 (1933).

*H u x f o r d W. Physical Rev., 25, 686 (1925).

I s l e r L. Klinische Untersuchungen über Hochfrequenz und Frank-
linisation. Med. Klin., 1932, S. 1528.

*I z a r G. Riv. sanit. siciliana, 22, 1191 (1934).

I z a r G. e G. C a i z z o n e. Sull'azione biologica delle onde corte. Nota II. Azione sul contenuto in glucosio del sangue circolante. Biochimica e Ter. sper., 20, 424, (1933).

I z a r G., G. C a i z z o n e e A. C a l d e r o n e. Sull'azione biologica delle onde corte; azione sul contenuto in urea del sangue circolante. Riforma med., 49, 1273 (1933).

I z a r G., G. C a i z z o n e e A. C a l d e r o n e. Sobre la acción de las ondas cortas; acción sobre el contenido en urea de la sangre circulante. Clin. y lab., 23, 913 (1933).

I z a r G., G. C a i z z o n e, S. P r e s t o p i n o y S. F a m u l a r i. Sobre la acción de las ondas cortas; acción sobre el contenido en glucosa de la sangre circulante. Clin. y lab., 25, 93 (1934).

I z a r G. e S. F a m u l a r i. Sull'azione biologica delle onde corte. Nota V. Azione sul potere agglutinante dei sieri in vitro. Giorn. batteriol., 11, 986 (1933).

I z a r G. e S. F a m u l a r i. Sull'azione biologica delle onde corte. Nota VI. Azione delle onde corte sul valore complementare del siero di cavia. Giorn. batteriol., 11, 989 (1933).

I z a r G. e S. F a m u l a r i. Sull'azione biologica delle onde corte. Nota IV. Azione su alcuni germi. Riforma med., 49, 1489 (1933).

I z a r G. u. P. M o r e t t i. Ueber die biologische Wirkung der kurzen Wellen. Die Wirkung auf die anorganische Kolloide. Klin. Wschr., 1934, S. 771.

I z a r G. u. P. M o r e t t i. Die Wirkung der kurzen Wellen auf den Verlauf des Maltafiebers. Klin. Wschr., 1935, S. 46.

I z a r G. e P. M o r e t t i. Sull'azione biologica delle onde corte. Nota VII. Azione sui fermenti. Riforma med., 49, 1611 (1933).

I z a r G. e P. M o r e t t i. Sull'azione biologica delle onde corte. Nota VIII. Azione sulla formazione delle agglutinine e delle precipitine. Riforma med., 49, 1771 (1933).

I z a r G. e M o r e t t i P. Sull'azione biologica delle onde corte. Nota IX. Azione sui colloidi inorganici. Nota X. Azione sulla anafilassi. Azione sulla emolisine. Riforma med., 50, 83 (1934).

I z a r G. a P. M o r e t t i. Sull'azione biologica delle onde corte. Nota XI. Azione sulla resistenza globulare; azione sulla velocità di sedimentazione. Riforma med., 50, 283 (1934).

I z a r G. e P. M o r e t t i. Sull'azione biologica delle onde corte. Riforma méd., 51, 199 (1935).

I z a r G. e S. P r e s t o p i n o. Sull'azione biologica delle onde corte. Nota III. Azione sugli elementi morfologici del sangue. Bioch. Ter. sper., 20, 426 (1933).

J a c o b s o n. Pyrétothérapie de la syphilis. Etiologic. a ' 1932, p. 650.

J a c o b s e n V. a. K. H o s o i. The morphologic changes due to heating by an ultra-high frequency oscillation. 744 (1931).

- J a m e, T o u r n i a i r e, P a s s a. A propos du traitement radiothérapique des arthrites gonococciques. Presse méd., 1934, p. 423.
- J e a n G., Le onde corte in ginecologia. Boll. d. Soc. piemontese di ostetr. ginec., 2, 1152 (1934).
- J e l l i n e k. Rôle de la structure des tissus dans leur échauffement par ondes courtes. C. r. Ac. Sci., 198, 1723 (1934).
- J e l l i n e k S. Mesures de la température à l'intérieur de l'oeuf se trouvant dans le champ électrique des ondes ultracourtes. C. r. Ac. Sci., 196, 1149 (1933).
- J e l l i n e c k S. Etres vivants dans les champs électriques de très haute fréquence. C. r. Ac. Sci., 191, 1030, (1930).
- J e l l i n e k S. Les accidents dus à l'électricité. (Electropathologie.) Journ. Belge de Radiol., 32, 93 (1933).
- J e l l i n e k S. Zur Biopshyik der ultrakurzen Wellen. Med. Klin., 1934, S. 799.
- J e l l i n e k S. Colloquium medicum über Kurzwellen. Med. Klin., S. 756.
- J e l l i n e k S. Biologische Wirkungen der ultrakurzen Wellen. Wien. klin. Wschr., 1933, S. 646.
- J e l l i n e k S. Aussprache. Wien. klin. Wschr., 1931, S. 1422.
- J e l l i n e k S. Die Entdeckung der biologischen Fernwirkung der Elektrizität. Wien. klin. Wschr., 1931, S. 1343.
- J e l l i n e k S. Biologische Wirkungen ultrakurzer Wellen. Wien. klin. Wschr., 1930, S. 1594.
- J o b i n A. Traitement de la chorée par la pyrétothérapie. Acta med. lat., 6, 29 (1933).
- J o h n s o n M. Effect of short radio waves on biologic activities of some bacterial species. Journ. Lab. Clin. Med., 18, 806 (1933).
- * J o l t r a i n E. et D. M o r a t. Verh. IV. Intern. Kongr. Radiol., Zürich, 497 (1934).
- J o l y M. Théorie personnelle de l'action des radiations de courte longueur d'onde sur les cellules vivantes. Bull. Soc. Radiol. Méd. Fr., 21, 103 (1933).
- J o n a t a R. La elettroterapia ad onde corte. Giorn. di clin. med., 15, 519 (1934).
- J o r n s G. Ueber die biologische Wirkung kurzer elektrischer Wellen. Bruns' Beitr., 152, 31 (1931).
- J o r n s G. Weitere Untersuchungen über die biologische Wirkung kurzer elektrischer Wellen. Bruns' Beitr., 159, 1 (1934).
- J o r n s G. Ueber den Einfluss kurzer elektrischer Wellen auf die Leukocytenoxydasen. Strahlentherapie, 46, 384 (1933).
- * J o r n s G. Verh. Mittel. Gesellsch., Januar (1931).
- J o r n s G. Ueber die Wirkung der Kurzwellenstrahlung auf die Schilddrüsenfunktion. Ztschr. f. d. ges. exp. Med., 80, 458 (1931).
- * J u n k i n H. Radiotherapy and surgery in treatment of malignancy. Illinois M. Journ., 65, 264 (1934).
- K o h l e r H., H. C h a l k l e y a. C. V o e g t l i n. The nature of the effect of high-frequency electric field upon Paramaecium. Publ. Helath Rep., 44, 339 (1929).
- K a h r H. Aussprache. Zentralbl. f. Gynäkologie 1934, S. 1059.
- K a r r J. a. E. N a s s e t. Physiological effects of high frequency current; non-protein nitrogen partition and secretion of urine in anesthetized dogs. Amer. Journ. Physiol., 107, 170 (1934).
- * K a r s i s. Rev. de path. comparée, 31, 137 (1931).
- K a r s t e n A. Significance of medical electrology. Svenske läk.-tidning, 29, 430 (1932).
- K a u d e r s. Vorläufige Mitteilung über die Anwendung physikalischer Heilverfahren bei progressiver Paralyse. Klin. Wschr., 1932, S. 1975.

K a u d e r s O., P. L i e b e s n y u. F. F i n a l y. Kurzwellenbestrahlung des Gehirns bei progressiver Paralyse. Wien. klin. Wschr., 1932, S. 935.

K e l e n B. Therapy with ultrashort waves. Orvosi hetil., 77, 1171 (1933).

K e l l e r C. Ueber die Wirkung hochfrequenter Wechselströme, München. med. Wschr., 1931, S. 237.

* K e l l e r R. Protoplasma, 19, 52 (1933).

K e l l n e r D. Experiments for determination of biologic effects of short waves on degenerative neuritic cases, among them 30 cases of peripheral neuritis. Gyógyászat, 72, 274 (1932).

K e l l n e r D. Beobachtungen über die Wirkung der hochfrequenten elektromagnetischen Wellen auf degenerative Nervenlähmungen. Med. Klin., № 21 (1932).

K e l l n e r D. a. A. H e r z u m. Effect of electromagnetic short waves on estrus and growth of young female mice. Orvosi hetil., 78, 906 (1934).

K i n g J. Relative value of radiotherapy, physical therapie and hyperpyrexia in treatment of arthritic disturbances. Radiology, 24, 411 (1935).

* K i n g u. C o c k e. South. med. Journ., 23, 222 (1930).

K l i n g D. H. Results of short wave and ultrashort wave therapy (radiathermy). Arch. Phys. Ther., 16, 88 (1935).

K l i n g D. a. G. B e r g. Burns, produced by radio short-wave and ultrashort wave therapy and their prevention. Journ. Amer. Med. Assoc., 104, 1981 (1935).

K l i n k e. Aussprache über den Vortrag von Haas und Lob. Fortschr. auf d. Geb. Röntg., 50 (Kongressheft), 52 (1934).

K u o p f m a c h e r S. Ueber die Wirkung elektrischer Schwingungen hoher Frequenz auf Entzündungen der Gallenblase. Wien. med. Wschr., 1931, S. 1187.

K n o p f m a c h e r S. Ueber die Wirkung elektrischer Schwingungen hoher Frequenz auf Geschwüre des Magens und Zwölffingerdarmes. Wien. med. Wschr., 1931, S. 417.

K n o t t s D. E. High frequency currents in general practice. Arch. Phys. Ther., 9, 65 (1928).

K n u d s o n A. a. S c h a i b l e Ph. Effect of exposure to ultra-high frequency field on growth and on reproduction in white rat. Arch. Path., 11, 723 (1931).

K n u d s o n A. a. Ph. S c h a i b l e. Physiologic and biochemical changes resulting from exposure to an ultra-high frequency field. Arch. of Pathol., 11, 728 (1931).

K o b a k D. Radiathermy in medicine. Arch. Phys. Ther., 16, 5 (1935).

K o b a k D. Radiathermy. An important advance in short wave therapy. Arch. Phys. Ther., 15, 469 (1934).

K ö g e l. Aussprache über die Vorträge von Wittenbeck, Gebbert, Haas und Lob. Fortschr. auf d. Geb. Röntg., 50 (Kongressheft), 52 (1934).

K o h l. Ultrakurzwellen und Medizin. Conférence à la Soc. Henri Herz. École supérieure technique de Berlin (1929).

K o p a c z e w s k i. Прения по докладу Pirovano, Atti d. I Congr. Intern. di Elettro-Radio-Biologia, 1, 140, 1935.

K o p a c z e w s k i W. Ondes électromagnétiques et néoplasmes. C. r. Soc. Biol., 107, 1252 (1931).

K o r b H. Ueber Kurzwellentherapie. Radio Rundsch., 2, 169 (1933).

K o t z a r e f f A. Traitement des cancers dits inopérables, incurables et abandonnés par les ondes hertziennes ultracourtes. Paris, Vigot-frères, Thèse de Paris, 1931.

K o v a c s R. Electrotherapy and light therapy, 696 p., 263 ingrav., 1935.

- K o v a c s R. Therapeutic hyperpyrexia with special reference to high frequency methods. *Med. Rec.*, 240, 245 (1934).
- K o v a c s R. *Electrotherapy*. Philadelphia, Lea a. Febiger, 1931.
- K o w a r s c h i k J. *Die Diathermie*. VI Aufl., Wien-Berlin, Julius Springer 1928.
- K o w a r s c h i k J. *Elektrotherapie*. Berlin, Julius Springer 1923.
- K o w a r s c h i k J. *Kurzwellentherapie*. Wien, J. Springer. 1936.
- K o w a r s c h i k J. *Neue Wege der Kurzwellentherapie (Spulensfeldbehandlung)*. *Klin. Wschr.*, 1934, S. 1493.
- K o w a r s c h i k J. *Eine neue Methode der Kurzwellenbehandlung*. *Med. Klin.* 1934, S. 1661 1698.
- K o w a r s c h i k J. *Ueber die selektive Wirkung der Kurzwellen*. *Münc. med. Wschr.*, 1935, S. 1158.
- K o w a r s c h i k J. *Ueber den derzeitigen Stand der Hochfrequenztherapie*. *Wien. klin. Wschr.*, 1931, S. 245.
- K o w a r s c h i k J. *Die elektrischen Kurzwellen und ihre Bedeutung für die Medizin*. *Wien. klin. Wschr.*, 1931, S. 685.
- K o w a r s c h i k J. *Die elektrischen Kurzwellen und ihre Bedeutung für die Heilkunde*. *Wien. klin. Wschr.*, 1931, S. 957.
- K o w a r s c h i k J. *Aussprache*. *Wien. klin. Wschr.*, 1931, S. 1422.
- K o w a r s c h i k J. *Mitteilung über Kurzwellenbehandlung*. (Доклад в Ges. d. Aerzte in Wien.) *Wien. klin. Wschr.*, 1933, S. 1371.
- K o w a r s c h i k J. *Vergleiche zwischen Lang- und Kurzwellentherapie*. *Wien. klin. Wschr.*, 1934, S. 806.
- K o w a r s c h i k J. *Kurzwellenbehandlung*. (Berichte auf dem wissenschaftlichen Verein der Gesellschaft der Aerzte in Wien.) *Wien. med. Wschr.*, 1933, S. 1324.
- K o w a r s c h i k J. *Versuche mit Kurzwellendiathermie*. *Klin. Wschr.*, 1933, S. 1757.
- K o w a r s c h i k J. *Aussprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung*. *Wien. med. Wschr.*, 1934, S. 1133.
- K o w a r s c h i k J. *Ueber Kurzwellendiathermie*. *Zt. Aerztl. Fortbild.*, 1934, S. 628.
- K o w a r s c h i k J. *Aussprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung*. *Wien. med. Wschr.*, 1936, S. 443.
- K o w a r s c h i k J. *Aussprache*. *Ztbl. f. Gynäkologie*, № 18, 1934, S. 1060.
- K o w a r s c h i k J. *Die physikalischen Heilkräfte im Lichte der modernen Physik*. *Ztschr. f. d. ges. phys. Ther.*, 44, 193 (1933).
- K r a f t F. *Physiological effects of static and high-frequency currents*. *Med. Journ. Res.*, 118, 347 (1923).
- K r a f t F. *High frequency and induced currents. Short résumé of some of the most important literature of past year*. *Physical Therap.*, 47, 643 (1929).
- K r a i n i k R. *Traitement des névralgies et des névrites par les ondes courtes*. *Ann. Inst. Actinol.*, 7, 208 (1932).
- K r a i n i k R. *Les ondes courtes et le système nerveux*. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, 18, 92 (1934).
- K r a i n i k R. *Les ondes courtes et le système nerveux*. *Presse méd.*, 1933, p. 1930.
- K r a u s e. *Kurzwellen zur lokalisierten Wärmebehandlung der Leber bei Typhusbazillenträgern*. *Med. Klin.*, 1934, S. 481.
- K r o l l F. u. G. B e c k e r. *Kurzwellenbehandlung in der Neurologie*. *Münc. med. Wschr.*, 1935, S. 908.
- K r u s e n F. *Short wave diathermy; preliminary report*. *Journ. Amer. Med. Assoc.*, 104, 1237 (1935).
- K r u s e n F. *Therapeutic fever with high-frequency current in treatment of syphilis*. *Physiotherapy Rev.*, 12, 288 (1932).

- K u h n s R. The treatment of general paresis by electropyræxia. Arch. Phys. Ther., 15, 725 (1934).
- K u l k a D. Vortrag in der Biophysikalischen Gesellschaft für Kurzwellenforsch. Wien. med. Wschr., 1935, S. 210.
- Kurzwellenbehandlung bei chronischen Empyem (Memoranda). Deut. med. Wschr., 1936, S. 609.
- L a b e r g e r i e. Action des circuits oscillants sur la dégénérescence de pomme de terre. C. r. Ac. Sci., 192, 1408 (1931).
- L a d a m e Ch., F. M o r e l et R. de M o n t m o l l e n. Traitement de la paralysie générale par l'électropyræxie. Rev. méd. Suisse rom., 54, 429 (1934).
- L a k h o w s k y G. L'origine de la vie. La radiation et les êtres vivants. Paris, Gauthier-Villars, 1925.
- L a k h o w s k y. La formation néoplastique et le déséquilibre oscillatoire cellulaire. Traitement du cancer par l'oscillateur à longueurs d'ondes multiples. Paris, Doin 1932.
- L a k h o w s k y G. L'oscillation cellulaire. Ensemble des recherches expérimentales. Paris, Doins 1931.
- L a k h o w s k y G. L'action sur les êtres vivants des circuits oscillants, captant les ondes courtes. C. r. As. Sci., 186, 1019 (1928).
- L a k h o w s k y G. Explications des effets thérapeutiques des circuits oscillants ouverts sur l'organisme des êtres vivants. C. r. Ac. Sci., 188, 657 (1929).
- * L a k h o w s k y G. Conférence à l'Ecole Supér. des P. T. T., 2 VI (1924).
- L a q u e r r i è r e et L é o n a r o. Les courants de haute fréquence en gynécologie. Preface de d'Arsonval, Paris, Masson et Cie, 1932.
- L a q u e u r A. Elektrotherapeutische Indikationsgrenzen. Fortschr. d. Ther., 8, 264 (1932).
- L a q u e u r A. Ueber Kurzwellenbehandlung. Jahresk. f. ärztl. Fortbild., 24, 33 (1933).
- L a q u e u r A. Fortschritte der physikalischen Therapie. Med. Klin., 1935, S. 84.
- L a q u e u r A. u. R. R e m z i. Klinische Erfahrungen mit der Kurzwellenbehandlung. Med. Welt, 1933, S. 767.
- L a s t E. Kurzwellentherapie der Gelenkerkrankungen. Med. Klin., 1935, S. 342.
- L a s t E. Kurzwellentherapie. Wien. med. Wschr., 1933, S. 1288.
- L a s t E. Kurzwellentherapie. Wien. med. Wschr., 1933, S. 1346.
- L a s t E. Entgegnung zu den vorstehenden Bemerkungen von Dr. Paul Groag. Wien. med. Wschr., 1934, S. 44.
- L a s t E. Ueber die Wirkung kurzer Wellen auf die experimentelle Basedowschilddrüse. Wien. med. Wschr., 1936, S. 332.
- L a s z l o u. W e i s e l. Ueber einige weniger bekannte Anwendungsmöglichkeiten der Diathermie. Klin. Wschr., № 34 (1930).
- L a t k o w s k i J. O działaniu t. zw. fal krótkich na ustrój ludzki i zwierzęcy a w szczególności o ich działaniu na krew. Polska gaz. lek., 39, 709 (1934).
- L a u b r y C., J. M e y e r et J. W a l s e r. Traitement de l'angine de poitrine par la d'arsonvalisation à ondes courtes. Bull. Soc. méd. exp. de Paris, 49, 1920 (1933).
- L a u b r y Ch., J. M e y e r et J. W a l s e r. Traitement de l'angine de poitrine par la d'arsonvalisation à ondes courtes. Presse méd., 1933, p. 1738.
- L a u b r y Ch., J. T o u r n i e r, J. W a l s e r et L. D e g l a n d e. Action des ondes courtes sur le coeur isolé. Bull. Acad. méd., 112, 160 (1934).
- L e h m a n n M. P. Physiothérapie de l'insuffisance ovarienne. 3 Congrès franç. de gynéc., 7—9 mai (1934).

- Le Mée, Saidman et Goulland. Action des ondes courtes en O. R. L. Ann. Inst. Actinol., 7, 189 (1933).
- Lentze F. Gibt es eine elektrische Schädigung von Bakterien durch Ultrakurzwellen? Ztbl. f. Bakteriolog., 126, 508 (1932).
- Leroy M. Discussion. Journ. Radiol. et Electr., 18, 315 (1934).
- Levaditi C., A. Auclair et A. Vaisman. Influence de la pyrétotherapie (ondes courtes) sur l'évolution de l'infection récurrentielle du rat. C. r. Soc. Biol., 109, 84 (1932).
- Levaditi C., H. Rothschild, A. Auclair, P. Haber, A. Vaisman et R. Schoen. Étude expérimentale de la thermothérapie générale par les radiations à ondes courtes. Ann. Inst. Pasteur, 52, 23 (1934).
- Levaditi C., H. Rothschild, A. Auclair, P. Haber. Étude expérimentale de la thermothérapie par les radiations à ondes courtes. Rev. d'Actinol., 9, 462 (1933).
- * Levent R. Gazette des Hôpitaux, 104, 1844 (1931).
- Levrant A. Les ondes courtes en oto-rhino-laryngologie. Journ. Soc. méd. de Lille, 31, 109 (1934).
- Levy D. La thérapie par les ondes courtes. Bruxelles méd., 14, 1540 (1934).
- Liebesny P. Kurz- und Ultrakurzwellen. Biologie und Therapie. Berlin u. Wien, Urban u. Schwarzenberg, 1935.
- Liebesny P. Biologische Wirkungen der Hertzschon Kurzwellen. Atti d. l. Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934). Bologna, Cappelli, 1, 369 (1935).
- Liebesny P. Biopositive und bionegative Strahlenwirkungen von Kurzwellen verschiedener Wellenlänge. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntg., 47, 223 (1933).
- Liebesny P. Ueber wellenspezifische Wirkung der Kurzwellen. Fortschr. auf d. Geb. d. Röntg., 48, 252 (1933).
- Liebesny P. Ueber wellenspezifische Wirkung der Kurzwellen. Münch. med. Wschr., 1933, S. 832.
- Liebesny P. Besondere Indikationen und Anwendungstechnik der Hertzschon Kurzwellen. Verh. IV. Intern. Kongr. Radiologie, Zürich, 502 (1934).
- Liebesny P. Kritik über den heutigen Stand der Kurzwellentherapie (Erwiderung auf gleichnamige Arbeit von Raab). Deut. med. Wschr., 1935, S. 728.
- Liebesny P. Ueber Kurzwellentherapie. Klin. Wschr., 1931, S. 1692.
- Liebesny P. Physikalisch-medizinische Gesichtspunkte der Kurzwellentherapie. Klin. Wschr., 1932, S. 1734.
- Liebesny P. Kurzwellenbestrahlung bei tuberkulösen Erkrankungen. Mitt. Ges. inn. Med., 32, 33 (1923).
- Liebesny P. Strahlentherapie mit elektromagnetischen kurzen u. ultrakurzen Wellen. Mitt. d. Volksges., № 3 (1933).
- Liebesny P. Kurzwellentherapie in der Zahnheilkunde. Der prakt. Zahnarzt, 1, № 1 (1933).
- Liebesny P. Physikalisch-medizinische Gesichtspunkte der Kurzwellentherapie. Strahlentherapie, Bd. 45, 329 (1932).
- Liebesny P. Ueber Kurzwellentherapie (Vortrag). Wien. klin. Wschr., 1931, S. 653.
- Liebesny P. Aussprache. Wien. klin. Wschr., 1931, S. 1422.
- Liebesny P. Kurzwellentherapie. Wien. klin. Wschr., 1932, S. 787.
- Liebesny P. Ueber wellenspezifische Wirkung der Kurzwellen. Wien. klin. Wschr., 1933, S. 570.
- Liebesny P. Beruht die therapeutische Wirkung der Kurzwellenbestrahlung wie bei der Diathermie auf einer Erwärmung der behandel-

ten Gewebe oder auf einer spezifisch-biologischen Wirkung der verwendeten Strahlenart? Wien. klin. Wschr., 1933, S. 799.

L i e b e s n y P. Ist die Kurzwellenbestrahlung für Patienten oder Arzt und Bedienungspersonal mit irgend welchen Gefahren verbunden? Wien. klin. Wschr., 1933, S. 800.

L i e b e s n y P. Aussprache auf der Sitzung Ges. d. Aerzte in Wien. Wien. klin. Wschr., 1933, S. 1371.

L i e b e s n y P. Welche sind die Indikationen und Kontraindikationen der Kurzwellentherapie und muss man je nach Art der Erkrankung mit Kurzwellen verschiedener Wellenlänge bestrahlen? Wien. klin. Wschr., 1934, S. 55.

L i e b e s n y P. Kurzwellentherapie. Wien. med. Wschr., 1932, S. 791.

L i e b e s n y P. Erfolge und Misserfolge der Kurzwellentherapie. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1132.

L i e b e s n y P. Schlusswort auf der Sitzung der Biophysik. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1133.

L i e b e s n y P. Eine klinische Demonstration auf der Sitzung der Biophysik. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1133.

L i e b e s n y P. Schlusswort auf der Sitzung der Biophysik. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1134.

L i e b e s n y P. Aussprache auf der Sitzung d. Wiener Biophysik. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1936, S. 163.

L i e b e s n y P. Mikrobiologische Grundlagen der Kurzwellentherapie und ihre Anwendung und spezielle Technik in der Urologie. Ztschr. f. Urol. u. Chir., 38, 732 (1933).

L i e b e s n y P. u. F i n a l y. Therapeutische Verwendung von Kurzwellen. Münch. med. Wschr., 1932, S. 493.

L i e b e s n y P. u. F i n a l y. Kurzwellentherapie. Wien. klin. Wschr., 1932, S. 249.

* L i e b e s n y P. u. H. W e r t h e i m. III Congr. Intern. techn. et chim., Paris, 1934.

L i e b e s n y P., H. W e r t h e i m u. H. S c h o l z. Ueber Beeinflussung des Wachstums von Mikroorganismen durch Kurzwellenbestrahlung. Klin. Wschr., 1933, S. 141.

L i p i n e r J. Aussprache. Wien. klin. Wschr., 1931, S. 1422.

L i p p e l t H. u. C. H e l l e r. Die Einwirkung der Kurzwellen auf Bakterien. Klin. Wschr., 1934, S. 1745.

L o b A. Lässt sich eine erfolgversprechende Kurzwellenbehandlung bösartiger Geschwülste durchführen? Monatsschr. f. Krebsbekämpf., 3, 74 (1935).

* L o b A. Aussprache über die Vorträge von Wittenbeck, Gebbert, Haas und Lob. Fortschr. auf d. Geb. Röntg., 50 (Kongressheft), 51 (1934).

L o b. Anzeigestellungen und Ergebnisse der Kurzwellenbehandlung in der Chirurgie. Münch. med. Wschr., 1934, S. 1842.

L ö w e n s t e i n W. u. L. S t i e b ö c k. Kurzwellenbehandlung eines Oberlippenfurunkels bei einem 75-jährigen Diabetiker. Wien. klin. Wschr., 1931, S. 1502.

L u d w i g F. u. J. R i e s. Wachstumsvorgänge und Hochfrequenz (Versuche an Pflanzen und Tumoren). Ztschr. f. Krebsforschung, 40, 117 (1933).

L u m i è r e A. et S. S o n n e r y. Vitesse de sédimentation et hyperthermie. C. r. Soc. Biol., 112, 1414 (1933).

L u x A. Erwiderung auf Ing. V. Tomber's Aufsatz «Die Kurzwellentherapie». Ars med., 24, 269 (1934).

L u x A. Ueber den derzeitigen Stand der Kurzwellentherapie. Ars med., 24, 1501 (1934).

Lux A. Ueber den heutigen Stand der Kurzwellentherapie. Wien. klin. Wschr., 1935, S. 772.

Luzes F. Die Kurzwellentherapie, ihre Anzeigen und Gegenanzeigen. Lisboa Médica, 11, 185 (1934).

Maciel P. As ondas hertzianas curtas en terapeutica. Rev. radiol. e clin., 3, 855 (1934).

McClen don J. Colloid properties of the surface of the living cell. III. Electric impedance and reactance of blood and muscle to alternating currents of 0—1 500 000 cycles per second. Amer. Journ. Physiol., 82, 525 (1927).

McClen don J. Colloidal properties of the surface of the living cell. II. Electric conductivity and capacity of blood to a. c. of long duration and varying in frequency from 260—2 000 000 cycles per second. Journ. Biol. Chem., 69, 733 (1926).

McGreight I. a. G. McKinley. Biological effects of temperature variations with high frequency oscillations. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 27, 841 (1930).

MacKee G. Physical therapeutic methods in modern dermatology (exclusive of X-rays and radium). Arch. Phys. Ther., 15, 543 (1934).

MacKee G. Physical therapy in dermatology: a brief general outline. Journ. Amer. Med. Assoc., 99, 521 (1932).

MacKee G. M. Treatment of skin diseases by physical therapeutic methods. Journ. Amer. Med. Assoc., 98, 1646 (1932).

* McKinley. Proc. Pennsylvania Acad. Sci., 4, 362 (1930).

McKinley. a. D. Charles. Certain biological effects of high frequency fields. Science, 71, 490 (1930).

* McKinley G. a. J. McKinley. Quarterly Review of Biology, 6, 322 (1931).

* McLennan. Journ. Mariland Acad. of Sci., 11, № 1 (1931).

McLennan J. a. A. Burton. Selective heating by short radio waves and its application to electrotherapy. Canad. Journ. Res., 5, 550 (1931).

* Maggiore G. Riv. sanit. siciliana, 20, 665 (1932).

Mahlo. Ist Kurzwellenbehandlung beim Ulcus ventriculi angezeigt? Deut. med. Wschr., 1934, S. 403.

Maragliano V. Perché la terapia ad onde corte deve essere chiamata Marconi-terapia. Giorn. d. r. Accad. di med. di Torino (p. II), 98, 69 (1935).

Marchese E. La diathermocoagulazione «senza fili» nella cura delle cerviciti. Clin. ostetr., 37, 91 (1935).

Marie et Medakovich. Le traitement de la paralysie générale par la haute fréquence à ondes courtes. Arch. internat. Neur., 52, 57 (1933).

Marinesco N. Influence des facteurs électriques sur la végétation. Pp. 27, figs 9, 1933.

Marinesco N. L'action diathermique du champ de haute fréquence sur les plantes. C. r. Soc. Biol., 108, 950 (1931).

Marinesco N. Influence du champ électrique atmosphérique sur l'ascension de la sève dans les plantes. C. r. Soc. Biol., 109, 1353 (1932).

* Markson a. Osborne. Illinois Med. Journ., 60, № 5 (1931).

Martini E. Azione delle onde elettromagnetiche corte sul cuore isolato. Boll. Soc. Biol. sperim., 9, 384 (1934).

Mascherpa P. Comportamento delle cobalto ed arseno-proteine nel campo elettrico. Arch. Sc. Biol., 20, 386 (1935).

Massion, Vernory et Cornil. La pyrétothérapie dans le traitement des syphilis nerveux. Bruxelles médical, 1933, p. 280.

Mathey-Cornat. Sur 3 cas de syndrome basedow traités par la radiothérapie. Presse méd., 1934 521.

- * Maxia C. Atti Soc. Cultori Sc. med. e nat. Cagliari, 31, 211 (1932).
- * Maxia C. Scritti biologici, 5, 429 (1930).
- * Maxia C. e A. Grimaldi. Atti V Convegno Soc. It. Anat., 1933, p. 61.
- * Maxia C. e A. Grimaldi. Atti Soc. Cultori Sc. med. e nat. Cagliari, 35, 72 (1933).
- * Maxia C. e A. Grimaldi. Boll. Soc. It. Biol. Sperim., 8, 505 (1933).
- Maxia C. e A. Grimaldi. Primi risultati di esperimenti con onde elettromagnetiche di $\lambda = 1$ metro su uova di riccio di mare. Monit. zool. ital., 44, suppl. 61 (1933).
- May E. u. H. Schaefer. Untersuchung des dielektrischen Verhaltens einfacher biologischer Stoffe im Bereich ungedämpfter Ultrakurzwellen von 1 bis 10 Meter Wellenlänge. Ztschr. d. ges. exp. Med., 84, 240 (1932).
- Mayoux R. et P. Ponthus. Un nouveau procédé d'exploration du nerf vestibulaire: les courants de haute fréquence redressés. Lyon méd., 152, 110 (1933).
- Mellon P., W. Szymanski a. R. Hicks. An effect of short electric waves on diphtheria toxin independent of the heat factor. Science, 72, 174 (1930).
- Merriman J. a. S. Osborne. Hyperpyrexia. Physiother. Rev., 13, 215 (1933).
- * Métalnikoff N. V. Congrès internat. d'Entomologie, Paris, séance 21 VII (1932).
- Meyer J. Les ondes courtes en chirurgie. Ann. Inst. Actinol., 7, 220 (1932).
- Meyer J. Traitement de l'angine de poitrine par les ondes courtes. Ann. Inst. Actinol., 7, 215 (1932).
- Meyer J. Les ondes courtes à Vienne; visite au laboratoire du Dozent-Doktor Liebesny. Ann. Inst. Actinol., 10, 6 (1935).
- Meyer J. Traitement des syndromes artériels par les ondes courtes. Journ. Radiol. et Electr., 18, 92 (1934).
- Meyer J. Traitement des syndromes artériels par les ondes courtes. Presse méd., 1933, p. 1930.
- Meyer J. et G. Dreyfus. Syndrome basedowien survenu après application de haute fréquence sur la région cervicale antérieure. Bull. Soc. Fr. El. et Rad., juin (1933).
- Mezzadroli G. Azione delle onde elettro-magnetiche ultracorte sul seme dei bachi irradiato prima della incubazione. Rend. Acad. Lincei, 14, 441 (1931).
- * Mezzadroli G. e E. Varetton. VIII Congrès de Chimie industrielle. Strasbourg, juillet (1928).
- * Mezzadroli G. e E. Varetton. IX Congrès de Chimie industrielle. Barcelona, oct. (1929).
- * Mezzadroli G. e E. Varetton. X Congrès de Chimie industrielle. Liège (1930).
- * Mezzadroli G. e E. Varetton. Confronto fra l'azione esercitata sullo sviluppo dei bachi di seta da anello aperto e da anello metallico chiuso. Giorn. Biol. applicata all'industria chimica, 1, 3 (1931).
- * Mezzadroli G. e E. Varetton. Giorn. Biol. applicata all'industria chimica, N. 4 (1931).
- * Mezzadroli G. e E. Varetton. Giorn. Biol. applicata all'industria chimica, N. 5/6 (1931).
- * Mezzadroli G. e E. Varetton. Il Coltivatore (Casale Monferrato), N. 16 (1930).
- * Mezzadroli G. e E. Varetton. L'industria saccarifera italiana, N. 23, 6 (1930).

- * Mezzadroli G. e E. Varetton. L'Italia vinicola ed agraria, № 5, 73 (1931).
- * Mezzadroli G. e E. Varetton. Radio, 12, № 3 (1930).
Mezzadroli G. e E. Varetton. Azione esercitata da un circuito metallico oscillante sulla germinazione dei semi. Rend. Accad. Lincei, 9, 350 (1929).
- Mezzadroli G. e E. Varetton. Prove di confronto fra l'azione esercitata dalle onde elettromagnetiche ultracorte (2—3 m) e dal circuito oscillante Lakhovsky sulla germinazione dei semi e sull'accrescimento delle piante. Rend. Accad. Lincei, 10, 289 (1929).
- Mezzadroli G. e E. Varetton. Ulteriori ricerche sull'azione esercitata da un radiooscillatore per onde ultracorte di $\lambda=2-3$ m. sulla germinazione dei semi e sull'accrescimento delle piante. Rend. Accad. Lincei, 11, 93 u 219 (1930).
- Mezzadroli G. e E. Varetton. Azione esercitata delle onde elettromagnetiche ultracorte sul potere catalasico dei semi. Rend. Accad. Lincei, 11, 429 (1930).
- Mezzadroli G. e E. Varetton. Azione delle onde elettromagnetiche ultracorte $\lambda=2-3$ m. sui bachi da seta. Rend. Accad. Lincei, 12, 173 (1930).
- Mezzadroli G. e E. Varetton. Azione delle onde elettromagnetiche ultracorte $\lambda=2-3$ m. sui bachi da seta. Rend. Accad. Lincei, 12, 242 (1930).
- Mezzadroli G. e E. Varetton. Azione delle onde elettromagnetiche ultracorte $\lambda=2-3$ m. sui bachi da seta. P. III. Irraggiamento del seme dei bachi prima della schiusura. Rend. Accad. Lincei, 12, 461 (1930).
- Mezzadroli G. e E. Varetton. Azione delle onde elettromagnetiche ultracorte $\lambda=2-3$ m. sull'amilasi. Rend. Accad. Lincei, 12, 594 (1930).
- Mezzadroli G. e E. Varetton. Azione esercitata sullo sviluppo dei bachi da seta da circuito aperto oscillante di rame e di zinco, funzionanti in prossimità di radio-oscillatore per onde ultracorte. Rend. Accad. Lincei, 14, 52 (1931).
- Mezzadroli G. e E. Varetton. Confronto fra l'azione esercitata sullo sviluppo dei bachi da seta da un semplice circuito oscillante aperto e da uno in sintonia con radio-oscillatore per onde ultracorte. Rend. Accad. Lincei, 14, 313 (1931).
- * Mezzadroli G. e E. Varetton. Rev. Industr. y Agric. Tucuman, 19, 216 (1929).
- * Mezzadroli G. e E. Varetton. Risanamento medico, 3, № 2 (1932).
- * Mezzadroli G. e E. Varetton. Zymologica, 3, 172 (1928).
- Mignot. Coup d'oeil physique, physiologique et thérapeutique sur la gamme des ondes diathermiques. Arch. méd. et pharm. mil., 102, 239 (1935).
- Miller H. a. G. Piness. Hyperthermia produced by high frequency electric current in the treatment of intractable asthma. Journ. Allergy, 2, 436 (1931).
- Mirahorian L. La possibilité du diagnostic clinique différentiel par la mutation de l'énergie électromagnétique. Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934). Bologna, Cappelli, I, 383 (1935).
- Mirk u. A x t e n. Ultrakurzwellendiathermie. El. Communication, 13, 240 (1935).
- Morat M. La haute fréquence thérapeutique de choc. Abaissement du métabolisme basal per action des courants de haute fréquence chez les déséquilibrés endocrino-neurotoniques. Presse méd., 1933, p. 2040.
- Morisi G. Le onde corte in medicina. Forze san., 4, 164 (1935).

- Mortimer B. Experimental hyperthermia induced by the high frequency current. *Radiology*, 16, 705 (1931).
- Mortimer B. a. G. Beard. Tissue heating by short wave diathermy. *Journ. Amer. Med. Assoc.*, 105, 510 (1935).
- Mortimer B. a. S. Osborne. Tissue heating by short wave diathermy; some biologic observations. *Journ. Amer. Med. Assoc.*, 104, 1413 (1935).
- * Mottola N. *Liguria medica*, 24, 152 (1934).
- * Mottola N. *Morgagni*, 76, 430 (1934).
- Mouille G. A propos de quelques dermatoses traités par des ondes courtes. *Rev. d'Actinol. et de Phys.*, 5, 477 (1934).
- Müller R. u. L. Stieböck. Neuritis und ihre Behandlung mit kontinuierlichen Hochfrequenzströmen kurzer Wellenlänge. *Ztschr. f. d. ges. Phys. Ther.*, 35, 39 (1928).
- Nagell H. u. P. Berggreen. Behandlung der Gonorrhöe mit Kurzwellen. Bemerkung zu der Arbeit von Martin Gumpert (№ 16, 1933). *Med. Welt*, 1933, S. 692.
- Nagell H. u. P. Berggreen. Ueber Kurzwellentherapie bei Gonorrhöe. *Dermat. Ztschr.*, 67, 151 (1933).
- Nagelschmidt F. Diathermy, short-diathermy and ultra-diathermy. *Brit. Journ. Phys. Med.*, 8, 117 (1933).
- Nagelschmidt Fr. Die Diathermie. *Handb. d. Biol. Arbeitsmeth.*, Abt. II, Teil 2, Hälfte 1, 1291.
- Nagelschmidt. Ueber Diathermie mit kurzen Wellen und Hyperthermie. *International. Kongress für Physiotherapie*, Lüttich, 14—18 Sept. (1930).
- Nasset E. Physiological effects of high frequency currents. II. Further studies of respiratory metabolism of anesthetized dogs. *Amer. Journ. Physiol.*, 101, 194 (1932).
- Nasset E. Physiological effects of high frequent currents. III. The carbon dioxide and oxygen content and capacity and the concentration of blood of anesthetized dogs. *Amer. Journ. Physiol.*, 101, 203 (1932).
- Nasset E., F. Bishop a. S. Warren. Physiological effects of high frequency current. I. Respiratory metabolism and certain changes in the blood of anesthetized dogs. *Amer. Journ. Physiol.*, 96, 439 (1931).
- Nasset E. a. S. Peters. Physiological effects of high frequency current. IV. An estimate of the energy requirement of pulmonary hyper-ventilation. *Amer. Journ. Physiol.*, 106, 291 (1933).
- Nasset E. a. S. Warren. Some metabolic changes occurring in prolonged diathermy treatments. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 27, 943 (1930).
- Nehru S. La radiazione e l'accrescimento delle piante. Studi con metodi nuovi nell'elettrocultura. *Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934)*. Bologna, Cappelli, 1, 121 (1935).
- Neumann H. Diskussionsbemerkungen in der Ges. der Aerzte. *Wien. klin. Wschr.*, 1931, S. 1422.
- Neymann C. Hyperpyrexia. A new field for physical therapy. *Brit. Journ. of Phys. Med.*, 6, № 7 (1931).
- Neymann C. Hyperpyrexia produced by physical agents. *Principles and Prac. of Phys. Ther.*, 1, 17 (1932).
- Neymann C. Erzeugung künstlichen Fiebers und die Behandlung der Dementia paralytica mit Kurzströmen. *Ztschr. d. ges. Neurol. u. Psych.*, 15 Sept. (1930).
- Neymann C. Modalités d'application et valeur clinique de l'électro-pyrexie. *Bruxelles méd.*, 15, 241 (1934).
- Neymann C., M. Feinberg, D. Markson a. S. Osborne. The present status of electropyraxia. *Arch. Phys. Ther.*, 13, 749 (1932).

N e y m a n n C. a. M. K o e n i g. Treatment of dementia paralytica. Comparative therapeutic results with malaria, rat-bite-fever and diathermy. Journ. Amer. Med. Assoc., 96, 1858 (1931).

N e y m a n n C. a. S. O s b o r n e. The development of hyperpyrexia. Arch. Phys. Ther., 15, 149 (1934).

N e y m a n n C. a. S. O s b o r n e. Artificial fever produced by high frequency currents. Med. Journ., 56, 199 (1929).

N e y m a n n C. a. S. O s b o r n e. The treatment of dementia paralytica with hyperpyrexia produced by diathermy. Journ. Amer. Med. Assoc., 96, 7 (1931).

N e y m a n n C. a. S. O s b o r n e. A new method of producing fever; the treatment of general paresis. Physiotherapy Rev., 11, 47 (1931).

N i c o l a u S., R. K r a i n i k, L. K o p c i o w s k y et G. B a l m u s. Action de l'infradiathermie à ondes courtes sur l'organisme animal. (Étude expérimentale et anatomo-pathologique.) Ann. Inst. Actinol., 9, 1 (1934).

N i c o l a u S., R. K r a i n i k, L. K o p c i o w s k a et G. B a l m u s. Influence de l'infradiathermie sur l'élaboration des anticorps agglutinants dans l'organisme des lapins soumis à l'immunisation anti-typhique. C. r. Soc. Biol., 113, 560 (1933).

N o a c k. Ultrakurze elektromagnetische Wellen eignen sich für Diathermie und Therapie? Münch. med. Wschr., 1928, S. 1763.

N o b e l e. Les ondes courtes. Ann. d. méd. phys., 28, 3 (1935); Bruxelles méd., 15, 543 (1935).

O e t t i n g e n. Ueber therapeutische Versuche mit Kurzwellen. Mschr. Geburtsh., 90, 389 (1932).

O e t t i n g e n K. Pflanzen- und tierexperimentelle Untersuchungen im elektrischen Wechselfeld eines Kurzwellensenders (Sitz. des Naturhist. Vereins zu Heidelberg). Münch. med. Wschr., 1931, S. 130.

O e t t i n g e n K., M. G u n d e l, H. H o o k u. Fr. S c h u l t z e- R h o n h o f. Pflanzen- und tierexperimentelle Untersuchungen im elektrischen Wechselfelde eines Kurzwellensenders. Strahlentherapie, 41, 251 (1931).

O e t t i n g e n K. u. H. H o o k. Einwirkung kurzer elektrischer Wellen auf die Keimdrüsen der männlichen Maus. Ztbl. f. Gynäkol., 54, 2308 (1930).

O e t t i n g e n K. u. F. S c h u l t z e- R h o n h o f. Die Einwirkung kurzer elektrischer Wellen auf das strömende Blut des Kaninchens. Ztbl. f. Gynäkologie, 54, 2245 (1930).

O g l i a s t r i. La fièvre artificielle par ondes courtes. Sciences et Monde, № 77, 700 (1932).

O p i t z G. Ueber die Toleranz für hochfrequente elektrische Reizung. Pflügers Arch., 236, 201 (1935).

O r n s t e i n F. Aussprache. Ztbl. f. Gynäkologie, 1934, S. 1059.

O s b o r n e S. a. D. M a r k s o n. Electropyrexia. A résumé of therapeutic applications and technics. Ann. int. Med., 7, 1391 (1934).

O s t e r t a g B. Die Beeinflussung vegetativer Zentren im Kurzwellenfeld. Deut. med. Wschr., 1932, S. 1240.

O s t e r t a g B. Die Beeinflussung vegetativer Zentren im Kurzwellenfeld nebst Bemerkungen über die Kurzwellenwirkung auf die Nervengewebe. Klin. Wschr., 1932, S. 1770.

O v e r g a a r d K. Short wave therapy. Hospitalstid, 76, 1044 (1933.)

P a r è s M. Guérison rapide par les ondes courtes (électropyréxie) de manifestations rhumatismales multiples chez un obèse (rhumatisme goutteux du pied, arthrite de genou, névralgie cervicobrachiale). (Доклад в Soc. des Sci. méd. et Biol. de Montpellier et de Languedoc Méditerranéen). Presse méd., 1933, p. 978.

- * Parès M. Arch. Soc. Méd. Montpellier, 14, 370 (1933).
- Pashetta V. Du traitement des entorses et arthrites traumatiques par les ondes courtes. Bull. Soc. radiol. méd. Fr., 22, 609 (1934).
- Pasteur F. Electrothérapie. Rev. Scient., 1933, p. 417.
- Pätzold J. Das Prinzip der Ultrakurzwellentherapie. Fortschr. f. ärztl. Fortbild., 29, 427 (1932).
- Pätzold J. u. F. Wittenbeck. Die Ultrakurzwellentherapie in Gynäkologie. Strahlentherapie, 47, 540 (1933).
- Pautrie L. et F. Woringer. Tumeurs multiples diffuses de presque tout le cuir chevelu à cellules jeunes indifférenciées. Deuxième présentation. Guérison par la radiothérapie; repousse complète des cheveux. Presse méd., 1934, p. 31.
- Penington R. G. Blackwater fever with hyperpyrexia in New Guinea native. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. a. Hyg., 25, 137 (1931).
- Perkins M. Hyperthermia in dementia paralytica. Arch. Phys. Ther., 14, 461 (1933).
- Perkins C. Hyperthermia in dementia paralytica. New Eng. Journ. Med., 205, 374 (1931).
- Perlow S. Local diathermy in peripheral circulatory disturbances. Physiother. Rev., 14, 25 (1934); Journ. Amer. Med. Assoc., 101, 1869 (1935).
- Pflomm E. Experimentelle und klinische Untersuchungen über die Wirkung ultrakurzer elektrischer Wellen auf die Entzündung. Arch. f. klin. Chir., 166, 251 (1931).
- Pflomm E. Kurzwellenbestrahlung des Rattensarkoms. Münch. med. Wschr., 1930, S. 1854.
- * Pflomm E. Verh. Mittel. Chir. Ver. (1930).
- Pflomm E. Zur Kurzwellentherapie. Zentralbl. f. Chir., 61, 2557 (1934).
- Pflomm E. Zur Kurzwellentherapie (Erwiderung zur Veröffentlichung von E. Raab). Ztbl. f. Chir., 62, 1534 (1935).
- Phisalix M. et F. Pasteur. Action des ondes courtes sur le venin de vipère aspic. C. r. Ac. Sci., 199, 235 (1934).
- Phisalix M. et F. Pasteur. Action des ondes courtes sur les sérums antivenimeux ainsi que sur leurs mélanges neutres avec les venins correspondants. C. r. Ac. Sci., 201, 163 (1935).
- Phisalix M. et F. Pasteur. Action destructive des ondes courtes sur les antigènes de quelques venins, de la bile et de la cholestérine. Presse méd., 1935, p. 631.
- Pierre M., P. Ravault et A. Ceccaldi. Les ondes hertziennes courtes dans le traitement de l'arthrite chronique de la hanche. Rev. Actinol. et Physiothér., 7, 470 (1932).
- Pinkston I. Experimental fever in sympathectomized animals. Amer. Journ. Physiol., 111, 539 (1935).
- Piot E. Les indications cliniques de l'électro-radiothérapie. Diathermothérapie. Radiothérapie. Photothérapie. Actinothérapie. Roentgenothérapie. Curiethérapie. Préface de R. Ledoux-Lebord, Paris, G. Doin, pp. 334, 1927.
- Pirovano A. L'induzione magneto-elettrica in biologia. Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934). Bologna, Cappelli, 1, 134 (1935).
- * Pirrone F. Ind. Chim., № 1 (1934).
- * Pirrone F. Ind. Chim., № 2 (1934).
- Pirrone F. Ricerche nel campo dell'alta frequenza. Azione biochimica delle onde elettromagnetiche ultracorte. Nota I e II. Rend. Accad. Lincei, 19, 165 (1934).
- Pitzen. Rheuma und Kurzwellen. Veröffentlichung auf dem Deutschen Orthopädenkongress 1933. Ztschr. orthop. Chir., 40, № 127 u 162 (1934).

- Podolsky E. Physical therapy in heart disease. Arch. Phys. Ther., 14, 554 (1933).
- Ponthus P. Lois d'excitation des nerfs par les courants de haute fréquence redressés. Arch. phys. biol., 10, 157 (1933).
- Porges H. Kurzwellentherapie in der Gynäkologie. Ztrbl. für Gynäkologie, 18, 1057 (1934).
- Pratt C. a. Ch. Sheard. Thermal changes produced in tissues by local applications of radiotherapy. Arch. Phys. Ther., 16, 268 (1935).
- Pratt C. a. Ch. Sheard. Thermal changes produced in tissues by local applications of radiotherapy. Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med., 32, 766 (1935).
- Pratt C. a. Ch. Sheard. Changes in tissue temperature after systemic application of short wave length electric field. Proc. Staff. Meet., Mayo Clin., 8, 310 (1933).
- * Prisco. Morgagni, 76, 552 (1934).
- Proust R., R. Moricard et I. Pulsford. Les ondes courtes en gynécologie. Presse méd., 1935, p. 1001.
- Raab E. Die Kurzwellen in der Medizin. Radionta-Verl., Berlin, 1933.
- Raab E. Die Kurzwellen in der Medizin. 2 bedeutend erweiterte Auflage. Radionta-Verlag, Berlin, 1935.
- Raab E. Kleiner Leitfaden der Kurzwellen-Praxis. Radionta-Verlag, Berlin, 1936.
- Raab E. Aussprache auf der Sitzung d. Berl. Med. Gesellsch., 15 VI, 1932. Deut. med. Wschr., 1932, S. 1269.
- Raab E. Schlusswort (Erwiderung an Liebesny). Deut. med. Wschr., 1935, S. 728.
- Raab E. Ueber die Tiefenwirkung der Kurzwellen. Deut. med. Wschr., 1936, S. 177.
- Raab E. Erfahrungen mit der Ultrakurzwellentherapie. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, 46, 101 (1932).
- Raab E. Ultrakurzwellentherapie, Kurzwellendiathermie und Langwellendiathermie. Münch. med. Wschr., 79, 1442 (1932).
- Raab E. Erfahrungen mit der Kurzwellentherapie. Verh. deut. Rönt., 24 (1932).
- * Raab E. Verh. IV Intern. Kongr. Radiologie, Zürich, 501 (1934).
- Raab E. Zur Kurzwellentherapie (Erwiderung zu der Veröffentlichung von E. Pflomm). Ztbl. f. Chir., 62, 752 (1935).
- Raab L. u. E. Raab. Die Elektrotherapie der Herzkrankheiten und ihre kymographische Kontrolle. Münch. med. Wschr., 1934, S. 209.
- Rausch Z. Therapeutische Versuche mit Pancreasdiathermie bei Zuckerkranken. Deut. med. Wschr., № 32 (1932).
- Rausch. Ueber Indikationen und Erfolge der Kurzwellendiathermie bei Erkrankungen des Kreislaufs und der Niere. Fortschr. Ther., 10, 394 (1934).
- Rausch Z. Diathermische Behandlung von kardigenen Schmerzen. Orv. Hetil., 825 (1931).
- Rausch Z. Ueber die Beeinflussung der renalen Hypertonie durch Diathermie, bzw. Kurzwellendiathermie. Ztschr. f. g. phys. Ther., 45, 209 (1933).
- Ravault P. Traitement de la Σ -nerveuse. Monde méd., 1932, p. 1013.
- Ravault P. et Ceccaldi. Les ondes hertziennes courtes dans le traitement de l'arthrite chronique de la hanche. Ann. Inst. Actinol., 7, 204 (1932).
- Ravault P., Ceccaldi et Duranceau. Utilisation thérapeutique des ondes courtes. Loyn méd., 150, 3 (1932).
- Ravault P., Ceccaldi et Duranceau. II Congr. Intern. du rhumatisme, 6 oct. (1932).

- Ravault P., Cescaldi et Durancéau. Presse méd., 1932, p. 1083.
- Ravina A. Le traitement de la blennorrhagie par les moyens physiques thermogènes. Presse méd., 1934, p. 1790.
- Réchou Les ondes courtes en médecine. Journ. de méd. de Paris, 54, 280 (1934).
- * Réchou I Réunion ann. d. méd. électroradiol. de langue franç. Rapports. Paris, oct. (1933).
- Réchou. Les ondes courtes en médecine. Production et réalisation thérapeutique. Rev. d'Actinol., 9, 387 (1933).
- Réchou, Wangermetz, Halphen, Auclair et Dausset. Les ondes courtes et ultra-courtes en thérapeutique. Arch. d'El. Méd., 41, 291 (1933).
- Réchou, Wangermetz, Halphen, Auclair et Dausset. Les ondes courtes en médecine. Production et utilisation thérapeutique. Journ. Radiol. et Electr., 17, 481 (1933).
- Réchou, Wangermetz, Halphen, Auclair et Dausset. Les ondes courtes et ultra-courtes en thérapeutique. Presse méd., 1933, p. 1734.
- Regnault J. Les ondes hertziennes courtes en thérapeutique. Côte d'Azur. Méd., août (1931).
- Regnault J. Cancer, induction mitogénétique et ondes hertziennes. Néoplasmes, 11, 158 (1932).
- Reiter T. Short Hertzian waves in medicine. Brit. Journ. Phys. Med., 9, 10 (1934).
- * Reiter T. Recherches biologiques avec les ondes ultra-courtes. C. r. du 3 Congr. Intern. de Rad.
- Reiter T. Ueber spezifische Wirkungen der Ultrakurzwellen. Deut. med. Wschr., 1933, S. 160.
- Reiter T. Tumorzerstörung durch Ultrakurzwellen. Deut. med. Wschr., 1933, S. 1497.
- Reviglio G. Fisioterapia con onde corte. Giorn. Accad. Med. Torino (p. II), 97, 317 (1934).
- Riccioni B. L'aumento di produzione del grano per mezzo del trattamento elettrico preventivo della semente. Atti d. I Congr. Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934). Bologna, Cappelli, 1, 152 (1935).
- Richet Ch. (fils) et Dublineau. La pyrétothérapie dans la syphilis expérimentale, son association à la chimiothérapie. Bull. Acad. Méd., 108, 1682 (1932).
- Richet Ch. (fils) et Faquet. La pyrétothérapie des affections gonococciques. Progrès méd., 11 mars (1933).
- * Rivera V. Boll. Stazione Patol. vegetale di Roma, № 5, 8 (1928).
- * Rivera V. II Congr. internat. d. Path. comparée (1932).
- * Rivera V. Nuovo Giorn. botanico it., 39, 1 (1932).
- * Rivera V. Riv. di Biol., 13, 324 (1931).
- Rocher H. Atrophie de la main gauche survenue après traitement radiothérapique appliqué à l'âge de 2 ans pour spina-ventosa. Presse méd., 1934, p. 522.
- * Rock. Die Ultrakurzwellen- und Kurzwellentherapie-Apparate, physiologische Wirkungen und Indikationen in der Zahnbehandlung. Deut. Ref., 1934, S. 424.
- Roethlisberger P. Généralisation de la haute fréquence en médecine. Rev. méd. de la Suisse Rom., 49, 516 (1929).
- Roffo A. E. (jr). Relation entre les ondes électriques et la multiplication cellulaire dans les cultures de tissus in vitro. Atti d. I. Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934). Bologna, Cappelli, 1, 396 (1935).

R o f f o A. E. Action des ondes électro-magnétiques sur les matières colorantes photo-dynamiques dans le coeur de batraciens. Atti d. I. Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934). Bologna, Cappelli, 1, 415 (1935).

* R o f f o A. E. Bol. del Inst. de med. exper., 4, 19 (1928).

R o f f o A. E. (jr). Las ondas cortas de Hertz en la biologia cancerosa Bol. del Inst. de med. exper., 9, 210 (1932).

R o f f o A. E. Las ondas hertzianas ultracortas y la vida celular. Bol. del Inst. de med. exper., 9, № 30 (1932).

R o f f o A. E. Acción de las ondas ultracortas sobre la malignidad del tejido neoplásico. Bol. del Inst. de med. exper., 9, 542 (1932).

R o f f o A. E. Las ondas de Hertz y su influencia sobre la eritrosinhemolisis. Bol. del Inst. med. exper., 10, 72 (1933).

R o f f o A. E. Les ondes courtes d'Hertz en biologie cancéreuse. Bull. d'Inst. d. méd. exper., 10, № 233 (1933).

R o f f o A. E. (jr). Alteraciones del pulso radial humano; la acción de las ondas cortas de Hertz. Bol. del Inst. de med. exper., 12, 117 (1935).

R o f f o A. E. (jr). Les ondes hertziennes ultra-courtes et la vie cellulaire. Recherches sur les cultures de tissus normaux et néoplasiques in vitro. Néoplasmes, 11, 257 (1932).

R o f f o A. E. (jr). L'action des ondes ultra-courtes sur la malignité de tissu néoplasique. Néoplasmes, 12, 129 (1933).

R o f f o A. E. (jr). Las ondas ultracortas de Hertz y la vida celular: estudio sobre las culturas de tejidos normales y neoplásicos «in vitro». Prensa méd. argent., 19, 751 (1932).

R o f f o A. E., Les ondes courtes d'Hertz en biologie cancéreuse. Rev. path. comp. et hyg. gén., № 454, 982 (1934).

R o f f o A. E. Action des ondes électro-magnétiques sur le coeur des batraciens. Rev. path. comp. et hyg. gén., 35, 208 (1935).

R o f f o A. E. (jr) et A. T a q u i n i. Modifications électro-cardiographiques provoquées par l'application d'ondes courtes. Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934). Bologna, Cappelli, 1, 230 (1935).

R o f f o A. E. y A. T a q u i n i. Modificaciones electrocardiograficas producidas por la aplicación de ondas cortas. Bol. del Inst. de med. exper., 11, 53 (1934).

R o f f o A. E. et A. T a q u i n i. Modifications électro-cardiographiques après application des ondes courtes. C. r. Soc. Biol., 117, 454 (1934).

R o f f o A. E. y A. T a q u i n i. Modificaciones electrocardiograficas registradas después de la aplicación de ondas cortas. Rev. Soc. Argent. de biol. 10, 190 (1934).

R o m a n o A. La condensazione elettrica nei condensatori naturali muscolari elettrici in relazione agli stessi fenomeni nei muscoli striati e nei tessuti in genere. Atti d. I Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934). Bologna, Cappelli, 1, 252 (1935).

R o n d o n i P. e G. M e z z a d r o l i. Azione delle onde elettromagnetiche ultracorte sull'adenocarcinoma trapiantabile del topo. Rend. Accad. Lincei, 14, 169 (1931).

R o q u e s K. Die Kurzwellenbestrahlung bei Keuchhusten. Münch. med. Wschr., 1936, S. 680.

R o s s J. Effect of exposure of chickens inoculated with Rous sarcoma to electromagnetic waves of high frequency. Amer. Journ. Cancer, 18, 905 (1933).

R o t h s c h i l d H. Rapports et communications sur l'électropyrexie. Paris Vaugirard, 1931.

R o t h s c h i l d H., A. H a l p h e n et J. A u c l a i r. Electropyrexia, du rhumatisme. Rev. d'Actinol. et Physiothér., 7, 473 (1932).

* R o u c a y r o l M. Syphilides psoriasiformes. Laryngite tertiaire. Intolérance au traitement avec Bordet-Wassermann résistant. Traité par

les ondes courtes de très haute fréquence. Bull. d. la Soc. franç. de dermat. et syph., 9, 1900 (1934).

* R o u c a y r o l M. Ulcères des deux jambes chez une syphilitique tolérant mal le traitement avec Bordet-Wassermann résistant, traités par les ondes courtes de très haute fréquence. Bull. d. la Soc. franç. de dermat. et syph., 9, 1902 (1934).

S a i d m a n J. À propos de l'action analgésique des ondes courtes. Ann. Inst. Actinol., 7, 185 (1932).

S a i d m a n J. Zona et ondes courtes. Ann. Inst. Actinol., 7, 218 (1933).

S a i d m a n J. Note sur les propriétés biologiques comparées des courants de haute fréquence et de très haute fréquence. C. r. Ac. Sci., 193, 783 (1931).

S a i d m a n J. Les ondes courtes en dermatologie. Journ. d. Méd. et d. Chir., 103, 105 (1932).

S a i d m a n J. Traitement des névralgies et des névrites dites rhumatismales par les ondes courtes. Rev. d'Actinol. et de Physiothér., 1932, p. 473.

S a i d m a n J. et R. C a h e n. Les ondes courtes en thérapeutique. Paris, Doin, 1931.

S a i d m a n J. et R. C a h e n. Les ondes courtes en thérapeutique. Ann. Inst. Actinol., 1, 1 (1931).

S a i d m a n J., R. C a h e n et I. F o r e s t i e r. Action des champs électriques de très haute fréquence sur les tissus organiques. C. r. Ac. Sci., 192, 452 (1931).

S a i d m a n J. et M. K r a i n i k. L'action humorale des ondes courtes et la polyradiothérapie. Nutrition, 3, 364 (1934).

S a i d m a n J., J. M e y e r et R. C a h e n. Effets locaux dus aux champs électriques de très haute fréquence chez le rat. C. r. Ac. Sci., 192, 1760 (1931).

S a i d m a n J. et L. S t u h l. À propos de l'action analgésique des ondes courtes dans le traitement de la sciatique. (Séance d. l. Soc. Fr. El. et Rad.). Presse méd., 1932, p. 264.

* S a l m o n y A. Arch. di Radiol., 8, 87 (1932).

S a l m o n y A. Ultrakurzwellen in der Medizin. Wien. med. Wschr., 1931, S. 1542.

S a l o t t i A. e O. F i o r e n z i. Risultati di ricerche sulla influenza di microonde di $\lambda=60-70$ cm sui vegetali. Atti del I Congr. Intern. di Elettro-Radio-Biologia, (Venezia, 1934), Bologna, Cappelli, 1, 440 (1935).

S c h a e f e r H. Die Kurzwellentherapie. (Bericht gegeben am 27 IV im Dresdener Electrotechn. Verein). Sächs. ingen.-Ztschr., 28 (1933).

* S c h a m b e r g et R u l e. Effets thérapeutiques de la fièvre sur la syphilis expérimentale du lapin. Arch. Derm. Syph., 14, (1926).

S c h e d t l e r O. Die Therapie mit ultrakurzen elektrischen Wellen, insbesondere bei tuberkulösen Erkrankungen. Beitr. klin. Tub., 86, 189 (1935).

S c h e m i n z k y F. Ausschaltung von Organen mit Kurzwellenwärmebändern. Wien. med. Wschr., 1934, S. 498.

S c h e m i n z k y F. Schlusswort auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, 1934, S. 498.

S c h e m i n z k y F. Bericht über medizinisch-biologische Anwendung der Kurzwellen in Russland. Wien. med. Wschr., 1936, S. 442.

S c h e r e s c h e w s k y J. The physiological effects of currents of very high frequencies (135 000 000 to 8 300 000 cycles per second). Publ. Health Rep., 41, 1939 (1926).

S c h e r e s c h e w s k y J. The action of currents of very high frequency upon tissue cells: A. Upon a transplantable mous sarcoma. Publ. Health Rep., 43, 927 (1928).

S c h e r e s c h e w s k y J. Heating effect of very high frequency condenser fields on organic fluids tissues. Publ. Health Rep., 48, 844 (1933).

Schereschewsky J. Biological effects of very H. F. electromagnetic radiation. *Radiology*, 20, 246 (1933).

Schereschewsky J. a. H. A. A. N. d. e. r. w. o. n. t. The action of currents of very high frequency upon tissues cells: B. Upon a transplantable fowl sarcoma. *Publ. Health Rep.*, 43, 940 (1928).

Schimankol. u. L. Berman. Der Einfluss der Hochfrequenzströme auf die Haut (d'Arsonvalströme). *Arch. f. Derm. u. Syph.*, 154, 679 (1928).

Schliephake E. Kurzwellentherapie. Die medizinische Anwendung kurzer elektrischer Wellen. Jena, Gustav Fischer, 1932.

Schliephake E. Kurzwellentherapie. Die medizinische Anwendung elektrischer Höchsthäufigkeiten, Jena, Gustav Fischer, 1935.

Schliephake E. The importance of ultra-high frequency therapy. *Arch. Phys. Therapy*, 14, 389 (1933).

Schliephake E. Die Behandlung rheumatischer und arthritischen Erkrankungen mit Ultrakurzwellen. *Balneologie*, 1935, S. 250.

Schliephake E. Ultra-short electric waves; new development in diathermy. *Brit. Journ. Phys. Med.*, 8, 69 (1933).

Schliephake E. Ultra-short waves therapy. *Brit. Journ. Phys. Med.*, 8, 196 (1934).

* Schliephake. Ondes courtes en biologie et en médecine. 3-e Congrès Int. de Radiologie.

Schliephake E. Arbeitsergebnisse auf dem Kurzwellengebiet. *Deut. med. Wschr.*, 1932, S. 1235.

Schliephake E. Aussprache auf der Sitzung der Berl. med. Gesellschaft, 15 VI 1932. *Deut. med. Wschr.*, 1932, S. 1269.

Schliephake E. Zur Kurzwellentherapie. *Deut. med. Wschr.*, 1933, S. 1443.

Schliephake E. Las ondas ultra cortas en la medicina. *El Día médico* (1933).

Schliephake E. Ueber die biologische Wirkung elektrischer Wellen. *Elektrotechn. Ztschr.*, 50, 574 (1929).

Schliephake E. Fortschritte der Kurzwellentherapie. *Forschungen u. Fortschritte*, № 1 (1935).

Schliephake E. Kurzwellentherapie. (Der IV Intern. Radiologenkongress in Zürich und St. Moritz von 24—31 Juli 1934). *Fortschr. d. Gebiete d. Röntgenstr.*, 50, 398 (1934).

Schliephake E. Tiefenwirkung und Selektivität der Kurz- und Ultrakurzwellen. *Fortschr. d. Gebiete d. Röntgenstr.*, 42 (1930).

Schliephake E. Ueber die Möglichkeit gesundheitlicher Schädigungen durch elektrische Wellen. *Gesundheits-Ingenieur*, № 46, (1929).

Schliephake E. Die Methode der elektrischen Kurzwellenanwendung. *Handb. d. biolog. Arbeitsmethoden*, Abt. 5, S. 1765, 1802 (1930).

Schliephake E. Ultrakurzwellen bei der Behandlung von eitrigen Entzündungen. *Jahreskurse ärztl. Fortbildung*, 24, 40 (1933).

Schliephake E. La thérapie à ondes ultra-courtes. *Journ. Radiol. et Electr.*, 19, 274 (1935).

Schliephake E. Therapie mit Ultrakurzwellen. *Kinderärztl. Praxis*, 5, 153 (1934).

Schliephake E. Die klinische Verwendung der elektrischen Ultrakurzwellen. *Klin. Fortbildung (Neue Deut. Klinik)*, Erg.-Bd. 1, 475 (1933).

Schliephake E. Die Reaktionsweise des Organismus auf kurze elektrische Wellen. Hyperthermie als elektrobiologische Wirkung. *Klin. Wschr.*, 1928, S. 1600.

Schliephake E. Therapeutische Versuche im elektrischen Kondensatorfeld. *Klin. Wschr.*, 1930, S. 2333.

Schliephake E. Arbeitsergebnisse auf dem Kurzwellengebiet. *Klin. Wschr.* 1932, S. 1770.

- Schliephake E. Kurzwellentherapie (Vortrag auf der Sitzung ärztl. Vereins, Hamburg, am 9 X 1934).
- Schliephake E. Zur Frage der Kurzwellentherapie (Vortrag auf der Sitzung der Med. Ges., Giessen, am 4 XII 1934).
- Schliephake E. Kurze elektrische Wellen in Biologie und Medizin. Med. Klin., 1932, S. 120 u 158.
- Schliephake E. Biologische Wirkungsweise ultrakurzer elektrischer Wellen. Med. Welt, 1929, S. 333.
- Schliephake E. Die Ultrakurzwellentherapie. (Nach Vortrag in Budapest am 10 II 1933.) Med. Welt, 1933, S. 689.
- Schliephake E. Aktuelle Fragen der Kurzwellentherapie (Bemerkungen zu dem Aufsatz von Schweitzer. Med. Welt, 1934, № 4 u. 5). Med. Welt, № 17 (1934).
- Schliephake E. Die Ultrakurzwellentherapie in der inneren Medizin. Mitt. Ges. inn. Med., Wien, 32, 32 (1933).
- Schliephake E. Ueber spezifische Wirkungen der Kurzwellen (Entgegnung auf die Arbeit Hasche und andr. Münch. med. Wschr., 1935, S. 2037). Münch. med. Wschr., 1936, S. 450.
- Schliephake E. Ultrakurzwellenbehandlung (Fragekasten) Münch. med. Wschr., 1936, S. 737.
- Schliephake E. Les ondes très courtes et la médecine. Onde Élé., 7 (1930).
- Schliephake E. Ultra-short wave therapy. Orvosi Hetil., 77, 191 (1933); Med. Welt, 1933, S. 689.
- Schliephake E. Ultra-short waves in medicine. Phys. Therap., 49, 415 (1931).
- Schliephake E. La terapeutica por las ondas ultracortas de Hertz. Rev. med. german.-ibero-am., 6, 547 (1933).
- Schliephake E. Traitement des rhumatismes et de l'arthritisme par les ondes hertziennes ultracourtes. Rev. du rhum., 1, 155 (1934).
- Schliephake E. Aussprache. Sitz. der Berl. Med. Ges., 15 VI 1932.
- Schliephake E. Ueber Tiefenwirkung und selektive Gewebswirkung kurzer elektrischer Wellen. Strahlentherapie, 38, 655 (1930).
- Schliephake E. Die Heilwirkung kurzer elektrischer Wellen auf eitrige Erkrankungen. Strahlentherapie., 45, 789 (1932).
- Schliephake E. Therapie mit kurzen elektrischen Wellen. Strahlentherapie, 52, 193 (1935).
- Schliephake E. Kurzwellentherapie (Hauptreferat), Verh. IV Intern. Kongr. Radiologie, Zürich., 1934, S. 136.
- Schliephake E. Ultrakurzwellenbehandlung rheumatischer Erkrankungen. Verh. des IV Intern. Kongr. Radiologie, 1934, S. 508.
- Schliephake E. Die biologische Wärmeeinwirkung im elektrischen Hochfrequenzfelde. Verhandl. d. dtsh. Ges. f. inn. Med., 1928, S. 307.
- Schliephake E. Krankenbehandlung mit kurzen elektrischen Wellen (Vortrag). Wien. klin. Wschr., 1931, S. 1421.
- Schliephake E. (Aussprache). Wien. klin. Wschr., 1931, S. 1423.
- Schliephake E. Krankenbehandlung mit kurzen elektrischen Wellen. Wien. klin. Wschr., 1931, S. 1585.
- Schliephake E. Die Ultrakurzwellentherapie in der inneren Medizin. Wien. klin. Wschr., 1933, S. 1217.
- Schliephake E. Einige Grundfragen der Ultrakurzwellentherapie. Wien. klin. Wschr., 1934, S. 1547.
- Schliephake E. Therapie mit kurzen elektrischen Wellen. Ztschr. f. ärztl. Fortbild., 29, 430 (1932).
- Schliephake E. Fortschrifte der Kurzwellentherapie. Zschr. f. ärztl. Fortbild., 31, 523 (1934).

Schliephake E. Tiefenwirkungen im Organismus durch kurze elektrische Wellen. 2 Teil: Experimentelle Untersuchungen. Ztschr. f. d. ges. exp. Med., 66, 230 (1929).

Schliephake E., Pätzold u. T. Reiter. Tiefenwirkung und selektive Wirkung kurzer elektrischer Wellen (Votr. in Königsberg zur Naturforscher- und Aerztetagung 1930). Verh. deut. Röntgenges., 22 (1930).

Schliephake E. u. A. Compère. Spezifische Wirkungen des Ultrakurzwellenfeldes. Klin. Wschr., 1933, S. 1729.

Schliephake E. u. E. Weissenberg. Versuche über Beeinflussung des Blutzuckerspiegels durch kurze elektrische Wellen. Wien. klin. Wschr., 1932, S. 560.

Scholz H. Die physikalische Behandlung innerer Krankheiten. Berlin u. Wien, Urban u. Schwarzenberg, 1935, S. 212.

Scholz H. Kurzwellentherapie peripherer Gefasskrankheiten. Wien. klin. Wschr., 1935, S. 1576.

Scholz H. Kurzwellentherapie peripherer Gefässerkrankungen. (Sitz. der Biophysik. Gesellsch. für Kurzwellenforschung in Wien von 22 V 1935). Wien. med. Wschr., 1936, S. 161.

Schubert L. Die biologische Wirkung von Strahlen verschiedener Wellenlänge (Methodisches zur gleichnamigen Arbeit von Rüstner im Zbl. Gynäk., № 41, 1931), Zbl. Gynäk., 1931.

Schultze-Rhönhof F. u. W. Rech. Untersuchungen über die Tiefenerwärmung des menschlichen Organismus im Kurzwellenfeld. Arch. Gynäk., 157, 468 (1934).

Schulhof O. Medical application of ultra-short waves. Gyógyászat, 75, 211 a. 234 (1935).

Schwarzschild M. Pulse rate indicating and recording radiotherapy application. Arch. Phys. Ther., 14, 347 (1933).

Schweitzer G. Kurzwellentherapie bei Erkrankungen im Kieferbereich. Deut. zahnärztl. Wschr., 1935, S. 25.

Schweitzer G. Aktuelle Fragen der Kurzwellentherapie. Med. Welt, 1934, S. 117 u. 158.

Schweitzer G. Kurzwellentherapie bei Erkrankungen im Kieferbereich (71 Tagung der Deut. Ges. f. Zahn-, Mund- u. Kieferheilkunde in Berlin, 11—14 X 1934). Zahnärztl. Rundschau, 1934, S. 1808.

Schweitzer G. Die Rolle der Wärme bei der Behandlung mit hochfrequenten Wechselfeldern. Verh. IV Intern. Kongress Radiologie, Zürich, 496 (1934).

* Serono C. Rass. Clin. Ter. e Sc. affini, 28, 297 (1929).

* Sheard B., C. Pratt a. E. Rosenow. The high-frequency field as an agent in changing the cataphoretic velocity and the localisation of streptococcus. Proc. of Staff Meet. of Mayo Clin., 8, 33, 496 (1933).

Short wave therapy (Section of physical medic. of the Royal Soc. of Med. on November 16th 1934). Brit. Med. Journ., № 3855, 956 (1934).

Short wave diathermy. Brit. med. Journ., № 3858, 1124 (1934).

Siedentopf. Erfahrungen mit der Kurzwellentherapie bei gynäkologischen Entzündungen. Klin. Wschr., 1935, S. 804.

Siedentopf. Erfahrungen mit der Kurzwellenbehandlung gynäkologischer Entzündungen. Münch. med. Wschr., №. 10 (1935).

Silanos A. La terapia con le correnti ad alta frequenza nella pratica medica. Rinasc. med., 12, 224 (1935).

Silberman. Quelques considérations sur les ondes électriques courtes en thérapeutique. I Thèse de Paris (1934).

Simpson W. Artificial fever therapy of syphilis. Journ. Amer. Med. Assoc., 105, 2132 (1935).

Simpson W. Artificial fever therapy. Proc. Staff. Met. of Mayo Clin., 9, 567 (1934).

- Simpson E., F. Kislung u. E. Sittler. Aus den diagnostischen Laboratorien der venerischen Klinik und der Radiotherm-Abteilung des Miami-Valley-Hospitals und den Untersuchungslaboratorien der Frigidaire Corporation. Dayton, Ohio. Wien. med. Wschr., 1933, S. 717.
- Sluys M. État actuel des ondes courtes en thérapeutique. Presse méd., 1934, p. 74.
- Soiland A. a. A. Wagner. Thermogenesis by radio frequency currents. California West. Med., 30, 44 (1929).
- Spangenberg. Unsere Erfahrungen mit der Ultrakurzwellentherapie. Klin. Wschr., 1935, S. 803.
- Staebler. Aussprache zu Vorträgen von Wittenbeck, Gebbert, Haas und Lob. Fortschr. auf dem Geb. Röntg., 50 (Kongressheft), 51 (1934).
- Stefanini A. Sull'azione biologica della onde hertziane. Riforma med., 50, 1421 (1934).
- Steiner E. Traitement par les ondes courtes de la varicophlébite superficielle. Med. Klin., № 12 (1934).
- Stieböck L. Praktikum der Hochfrequenztherapie. Springer, 1926, * Stieböck L. Biol. Heilkunst, 1933, № 20.
- Stieböck L. Resultate der Kurzwellentherapie. Die Fernübertragung heilender Energie Deut. med. Wschr., 1932, S. 1154.
- Stieböck L. Prinzipielle Bemerkungen zur Hochfrequenztherapie. (Die medizinische Anwendung von Teslaströmen überkurzer Wellenlängen.) Wien. klin. Wschr. 1928, S. 1158.
- Stieböck L. Jontophorese im Kurzwellenfeld. (Vorläuf. Mitt.) Vortrag in der Ges. d. Aerzte in Wien. Sitz. vom 26 VI 1930. Wien. klin. Wschr., 1930, S. 860.
- Stieböck L. Aussprache auf der Sitzung der Ges. d. Aerzte in Wien. Wien. klin. Wschr., 1933, S. 1372.
- Stieböck L. Ueber das Verhalten des Leukozyten-und sonstigen Blutbildes bei einem Fall von Mikulicz-Erkrankung nach Kurzwellenbehandlung. Bemerkung zu dem Artikel von P. Groag. Wien. klin. Wschr., 1934, S. 1422.
- Stieböck L. Biologische Wirkungen ultrakurzer Wellen. (Bemerkungen zu dem gleichnamigen Aufsatz von J. Jellinek). Wien. klin. Wschr., 1931, S. 291.
- Stieböck L. Aussprache. Wien. klin. Wschr., 1931, S. 1421.
- Stieböck L. Resultate der Kurzwellentherapie. Die Fernübertragung leitender Energie (Vortrag in der Sitzung der Gesellsch. der Aerzte in Wien vom 15 IV 1932). Wien. klin. Wschr., 1932, S. 540.
- Stieböck L. Therapeutische Versuche mit Kurzwellen (Bericht in der Sitzung d. Gesellsch. d. Aerzte in Wien vom 15 IV 1932). Wien. med. Wschr., 1932, S. 582.
- Stieböck L. Bemerkungen zur Hochfrequenztherapie. Ztschr. f. d. ges. phys. Ther., 30, 203 (1925).
- Stieböck L. Therapeutik im elektromagnetischen Strahlenspektrum. Ztschr. f. d. ges. phys. Ther., 35, 86 (1928).
- Stieböck L. Therapeutik im elektromagnetischen Strahlenspektrum. Ztschr. f. d. ges. phys. Ther., 39 (1930).
- Stieböck L. Bestrahlungsprobleme. Ztschr. f. d. ges. phys. Ther., 39, 1 (1930).
- Stieböck L. u. Frühwald. Zur Beurteilung der Aussichten der Kurzwellentherapie (Vorläuf. Mitt.), Wien. klin. Wschr., 1932, S. 752.
- Strassburger A. u. E. Schliephake. Der Einfluss von Ultrakurzwellen auf die Wärmeregulierung der Kaninchen. Naun.-Schmiedeb. Arch., 177, 1 (1934).
- Stuhl L. Sur l'efficacité des ondes courtes dans les sciaticques. Ann. Inst. Actinol., 7, 213 (1932).
- Sutley W. The use of high frequency currents in gynecology. Physiother. Rev., 14, 188 (1934).

S z y m a n o w s k i W. The lethal time of animals under the influence of short electric waves and its dependence of field intensity and wave length. Bull. Intern. Acad. polon., Cl. Sci. math. et natur. (II), 21, 217 (1933).

S z y m a n o w s k i W. a. R. H i c k s. The biological action of ultra-high frequency currents. Journ. of Infect. Diseases, 50, 1 (1932).

* T a g l i a c o z z o L. Note e Memorie Lab. e Oss. Patologia vegetale, Perugia, № 20 (1932).

T a t a G. Effetti delle onde corte sul decorso delle gravidanze e sull'ovaio delle coniglie. Ann. di ostet. e ginec., 57, 1219 (1935).

T e l l e z - P l a s e n c i a. Introduction à une électro-thérapie basée sur la physiologie et sur l'électrotechnique. Gaz. Med. Española, 6, 572 (1932).

T e n n e y C. Artificial fever produced by short wave radio and therapeutic application. Ann. Int. Med., 6, 457 (1932).

T l a n d a c a S. Sulla terapia dell'ascesso polmonare con le onde corte. Peф. Kongresszentralblatt, 76, S. 180.

T o m b e r g V. Die Kurzwellentherapie. Ars med., 24, 268 (1934).

T o m b e r g V. Die spezifisch-biologische Wirkungen kurzer elektrischer Wellen. Atti d. I. Congresso Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934) Bologna, Cappelli, 1, 445 (1935).

T o r b e t t J. Use of short-wave therapy in medicine. Texas State Journ. Med., 31, 200 (1935).

T r a n i e r. Les ondes courtes en thérapeutique. Marseille méd., 1, 758 (1933).

T r e i b m a n n E. Die Hochfrequenzbehandlung mit kleinen Apparaten, ihre Grundlagen und ihre Indikationen und Kontraindikationen in der Chirurgie und inneren Medizin, Leipzig, Fischers medizin. Buchhandl., 1932.

T r e i b m a n n E. Ergebnisse der Hochfrequenzbehandlung. Deut. med. Wschr., 1927, S. 2168.

T r e i b m a n n E. Indikationen und Kontraindikationen bei Ultrakurzwellentherapie. Med. Welt, 1932, S. 1027.

T r e i b m a n n E. Warum die kurzen Hochfrequenzbehandlungen von Zeileis in Gallsbach wirkungslos sein müssen. Münch. med. Wschr., 1930, S. 896.

T u r r e l l W. Short wave therapy. Arch. Phys. Ther., 16, 278 (1935).

T u r r e l l W. First impressions of short-wave therapy. Brit. Journ. Phys. Med., 9, 99 (1934).

T u r r e l l W., A. E i d i n o w, J. W i l s o n, R. W o o d s, D. W e b s t e r a. K. R u s s e l l. Discussion on short-wave diathermy. Proc. Roy. Soc. Med., 28, 301 (1935).

U h l i z z R. Aussprache über den Vortrag von P. Liebesny. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntg., 47, 225 (1933).

Ultrakurzwellen in der Medizin. Elektrotechn. Ztschr. 53, 386 (1932).

* V a c o e l J. Traitement des affections cardio-vasculaires par la d'arsonvalisation à ondes courtes. Arch. hospit., 1935, № 5, mai.

V a r n e t C. Ultrashort wave and shortwave therapy. Ugesk. f. liger., 96, 115 (1934).

* V a r n e t C. Rass. clin. scient., 12, 310 (1934).

* V a l l e b o n a A. Comunicazione al Congr. Ginec. dell'Alta Italia, Salsomaggiore, 21 apr. (1934).

V a l l e b o n a A. e G. Giavotto. La terapia con le onde corte nei processi infiammatori degli organi genitali femminili. Fol. gynaec. (Genova), 31, 209 (1934).

V a n n u c c i G. La marconiterapia e le sue applicazioni in medicina. Gaz. d. osp., 56, 761 (1935).

V e r d e M. Le onde hertziane corte e cortissime in biologia e in medicina. Clin. pediatr., 17, 455 (1935).

V e r d e M. Le onde corte e ultra corte in terapia. Pediatria, 43, 211 (1935).

- Viale G. Azioni biol. delle radiazioni. Milano, Treves, 1934.
- * Viale G. Biol. med., 9, 55. (1933).
- * Vitali T. Rinnovamento medico, №. 2, (1934).
- Vogt E. Erfahrungen mit der Kurzwellentherapie in der Gynäkologie, besonders bei Adnextumoren. Strahlentherapie, 51, 526 (1934).
- Voss E. Kurzwellentherapie bei Kindern. Kinderärztl. Prax., 5, 289 (1934).
- Wagner E. Ueber Erfahrungen mit der Anwendung der Kurzwellentherapie bei Zahn-und Mundkrankheiten. Halle a. d. S., E. Klinz, 1934, S. 27.
- Wagner-Jauregg I. Fieber und Infektionstherapie. Wien, J. Springer, 1935.
- Wagner-Jauregg I. Aussprache. Wien. klin. Wschr., 1931, S. 1421.
- Wagner-Jauregg J. Die Behandlung der progressiven Paralyse mit Kurzwellen-Hochfrequenzströmen. Wien. med. Wschr., 1932, S. 328.
- Wagner-Jauregg I. Bemerkungen zur Behandlung der P. G. Wien. med. Wschr., 1933, S. 16.
- Wagner-Jauregg I. Ueber die Behandlung der progressiven Paralyse mit kurzwelligen Hochfrequenzströmen. Wien. med. Wschr., 1934, S. 11.
- Wagner-Jauregg I. Die Behandlung der progressiven Paralyse mit Kurzwellen-Hochfrequenzströmen. Wien. med. Wschr., 1934, S. 328.
- * Wangermez, Halphen, Auclair et Dausset. Arch. électr. méd., 1933, p. 589.
- Watters B. Recent developments in production of hyperpyrexia. Brit. Journ. Phys. Med., 7, 141 (1932).
- Weinmann u. Weissenberg. Kurzwellentherapie in der Zahnheilkunde. Zahnärztl. Rundschau, 42, № 45 (1933).
- * Weiser A. Wien. urol. Ges., April (1934).
- Weiss-Ostborn W. u. A. Weiss. Ueber die Behandlung verschiedener Krankheiten mit Strahlen hoher Frequenz. Wien. med. Wschr., 1931, S. 1709.
- Weiss A. E. u. W. Weiss-Ostborn. Bemerkungen zum Artikel «Klinische Untersuchung über Hochfrequenz und Franklinization» von Dr. L. Isler. Wien. med. Wschr., 1932, S. 1594.
- Weissenberg E. «Irradiations» de haute fréquence d'intensité faible. Ann. Inst. Actinol., 10, 9 (1935).
- Weissenberg E. Biologische Fernwirkungen am Menschen durch Radiowellen. Atti d. I Congr. Intern. di Elettro-Radio-Biologia (Venezia, 1934), Bologna, Cappelli, 1, 452 (1935).
- Weissenberg E. Beeinflussbarkeit von angiotrophoneurotischen Symptomen durch Kurzwellen. Wien. klin. Wschr., 1934, S. 302.
- Weissenberg E. Biologische Wirkungen und therapeutische Anwendungsmöglichkeiten kleinster Hochfrequenzenergien, insbesondere der Kurzwellen. Wien. klin. Wschr., 1935, S. 588.
- Weissenberg E. Aussprache auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 498.
- Weissenberg E. Demonstration einiger Patienten der Nervenklinik, die im Kurzwellenkondensatorfeld behandelt wurden. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1132.
- Weissenberg E. Schlusswort auf der Sitzung der Biophys. Ges. f. Kurzwellenforschung. Wien. med. Wschr., 1934, S. 1132.
- Westermarck. The effect of heat upon rat-tumors. Skand. Arch. f. Phys., 52 (1927).
- Wetzel u. Kiesselbach. Versuche zur Wirkung der Kurzwellenbestrahlung. Deut. med. Wschr., 1936, S. 725.
- Whitney. Bursitis—X-rays—high frequency. Gen. El. Rev., 1935, Febr.

- Whitney W. Radiothermy. Gen. El. Rev., 35, 410 (1932).
- Whitney W. La radiothermie (rapport). Rev. Gén. Électr., 32, 725 (1932).
- Whitney E. a. A. Page. Short radio waves and fever therapy. Arch. Phys. Ther., 16, 477 (1935).
- Wiggers C. a. O. Orias. The circulatory changes during hyperthermia produced by short radio waves (radiothermia). Amer. Journ. Physiol., 100, 614 (1933).
- Wildermuth F. Experimentelle Untersuchungen über den spezifischen Leitungswiderstand und über die spezifische Wärme der Gewebe des menschlichen Körpers als Grundlage für die Beurteilung des Weges von wärmeerregenden Hochfrequenzströmen. Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir., 22, 511 (1911).
- Wilgus M. a. B. Kuhns. A study of fever producing agents for treatment of general paresis. Arch. Phys. Ther., 14, 455 (1933).
- Wilgus S. a. Lurie. Amer. Journl. Neurol., 26 (1932).
- Wilgus S. a. L. Lurie. Fever treatment of paresis by means of diathermy current and electric blankets. Illin. Med. Journ., 60, 341 (1931).
- Wilke u. H. Ganser. Ueber die Einwirkung elektrischer Wellen auf die heterogene Katalyse in Lösungen. Koll. Ztschr., 70, 132 (1935).
- Wilke E. u. R. Müller. Einwirkung elektrischer Wellen auf Kolloide. Koll. Ztschr., 65, 257 (1933).
- William H. a. M. Schmidt. Artificial fever therapy. Arch. Phys. Ther., 14, 281 (1933).
- Wilson. A year of shortwave therapy. Brit. Journ. Phys. Med., 9, 203 (1935).
- Wilson J. Some recent advances in medical electricity. Practitioner, 135, 540 (1935).
- Wilson J. Discussion on shortwave diathermy. Proc. Roy. Soc. Med., 28, 312 (1935).
- Wittenberg. Schlusswort zu seinem Vortrage auf dem 25 Kongress der Deut. Röntgenges. Fortschr. auf d. Geb. Röntg., 50 (Kongressheft), 53 (1934).
- Wittenbeck F. Weitere Erfahrungen mit der Kurzwellentherapie in der Gynäkologie. Strahlentherapie, 50, 348 (1934).
- Wittenbeck F. Die Kurzwellentherapie. Ztschr. f. d. ges. Krankenhauswes., 1935, S. 269.
- Wolf H. El tratamiento fisioterápico del paciente artrítico. Medicina Mexico, 15, 477 (1935).
- Wolf H. Rôle of hyperpyrexia in fight against venereal diseases. Bull. Amer. Hosp. A., 9, 86 (1935).
- Wolf H. Shortwave therapy and general electro-therapy. New York, Modern Med. Press, 1935, p. 104.
- Wolf H. Physiological basis of shortwave therapy. Med. Record, 142, 76 (1935).
- Woodbury F. Therapy with high frequency electromagnetic energy. Phys. Ther., 47, 37 (1929).
- Wybauw. Thérapeutique par les ondes courtes. Une nouvelle possibilité pour la physiothérapie. Arch. Phys. Ther., 12, 8 (1931).
- Wybauw. Rapports et communications sur l'électrohyperpyrexie. La Mulette, juin, (1932).

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
От редактора	5
Работы по УВЧ (УКВ) за 1934—1935 гг. Г. Л. Френкель	7

ЧАСТЬ I

ФИЗИКО-ТЕХНИКА

Об однообразии терминологии при работах с ультракороткими волнами. А. М. Кугушев	19
О физической сущности действия токов ультравысокой частоты А. М. Кугушев	26
О локализации действия УВЧ. А. Т. Долинская	51
О селективном тепловом эффекте электрических полей УВЧ. В. В. Татаринов	73
Замечания о дозировке УВЧ. В. В. Татаринов и Ф. С. Белицкая	84
Метод расчета генераторов УВЧ, работающих на самовозбуждении. П. Н. Андреев	89
Наши генераторы УВЧ. О. Ф. Ушинская	97
О типе электродных перчаток при облучении УВЧ. Ф. С. Белицкая	108

ЧАСТЬ II

БИОЛОГИЯ

О некоторых особенностях биологического действия электрического поля УВЧ. Г. Л. Френкель	115
Влияние УВЧ на хронаксию поперечно-полосатой мышцы лягушки. Л. О. Резникова	137
Наблюдения над живыми синапсами при действии ультравысокой частоты на сердце лягушки. Б. И. Лаврентьев и Б. Г. Федоров	145
Действие поля УВЧ на регенерацию периферических нервов Г. А. Григорьева	148
Воздействие ультравысокой частоты на нервную систему и реакции иммунитета. А. В. Пономарев и О. И. Камбарова	193
Биохимический анализ действия электрического поля ультравысокой частоты на животный организм. П. П. Астанин	203
О влиянии электрического поля ультра-высокой частоты на окислительные процессы и азотистый обмен. Р. Е. Братковский	227

Влияние электрического поля ультравысокой частоты на основной обмен у мелких животных. И. М. Айзикович	252
Гликемическая реакция у кроликов на действие электрического поля ультравысокой частоты. М. И. Елисеева	261
Изменение коэффициентов мочи у мышей под влиянием электрического поля УВЧ. Е. А. Айзикович	278
Влияние электрического поля УВЧ на рост дрожжевой культуры. К. П. Голышева	290
Действие полей ультравысокой частоты на некоторые микроорганизмы. З. А. Канунникова	294
Влияние электрического поля УВЧ на туберкулезную палочку. К. П. Голышева и М. А. Линникова	302
Влияние УВЧ на рост белых мышей. К. П. Голышева и Н. М. Андрияшева	309
Действие ультравысокой частоты на эмбриональное развитие. К. П. Голышева и Н. М. Андрияшева	324
Влияние электрического поля УВЧ на соотношение вольных элементов у потомства животных. Е. А. Айзикович и Р. Е. Братковский	337
Влияние электрического поля УВЧ на содержание глутатиона и каталазы в крови кроликов. Р. Е. Братковский и А. А. Алексеева	348
Действие УВЧ на амилолиз <i>in vitro</i> . А. И. Рапопорт	357
Влияние УВЧ на pH сыворотки крови при воздействии <i>in vitro</i> . К. П. Голышева	366

ЧАСТЬ III

МЕДИЦИНА

Профвредность УВЧ и защитные мероприятия. Н. М. Андрияшева	373
Опыт лечебного применения УВЧ. Л. С. Рывлин	380

ЧАСТЬ IV

БИБЛИОГРАФИЯ

Библиографический указатель работ по биологическому действию и лечебному применению УВЧ. А. Е. Недлер	413
---	-----

Отв. ред. проф. П. С. Купалов и доц. Г. Л. Френкель.
Тех. ред. Г. Г. Андреев. Выпускающий П. И. Маркелов.

Уполномоченный Главлита Б—11369. Тир. 3200 экз. Формат бум. 60×92/16.
Печ. л. 29,5. Печ. зн. в л. 56000. Автор. л. 42. Сдано в тип. 21/V—36 г.
Подписано к печ. 19/II—37 г. Зак. № 689. Цена 12 руб., переплет 1 р. 50 коп.

16-я типография треста «Полиграфкнига», Москва, Трехпрудный пер., д. 9.

ц. 13 р. 50 к.