

С. Х. Умаров

МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА И НОВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ



**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

САЛИМ ХАЛЛОКОВИЧ УМАРОВ

**Учебник по предмету
«МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА И НОВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ»**

**Направление знаний – Социальное обеспечение и
здравоохранение - 500000**

Направление обучения – Здоровоохранение - 510000

**Для обучающихся по специальности «Медицинская
биология» - 5510900**

Ташкент - 2019

Данный учебник разработан на основе типовой программы по предмету «Медицинская техника и новая медицинская технология» для учащихся по специальности «Медицинская биология»

В учебнике «Медицинская техника и новая медицинская технология» отражена структура предмета, классификация, основные группы медицинских аппаратов, история развития, связь предмета с биофизикой, биохимией, физиологией и клиническими предметами.

Приведены используемые технические средства для первичной помощи пациентам и их госпитализации, медицинские приборы и специальные аппараты, в том числе приборы для регистрации биопотенциалов, УЗ, рентген и радиоактивных излучений, переменный ток, компьютерный томограф, приборы для диагностики флюорографии, диагностические приборы для МРТ, ЭПР, ЯМР спектроскопии и значения их в медицинской практике.

Отражены технические характеристики и методы использования медицинской техники и новой технологии с целью диагностики, в том числе в хирургии, использующие аппараты в реанимационных и хирургических палатах, устройство и принцип работы воздействующих аппаратов с целью лечения: лазерное излучение, импульсный и постоянный ток, низко-, высоко-, ультра- и сверх высокие электромагнитные поля и токи, рентген излучения, устройство и принцип работы аппаратов, основанных на аэроионном и аэрозольном воздействии, и приборов регистрирующих воздействие внешней среды.

Данным учебником могут пользоваться студенты и преподаватели высших медицинских учебных заведений, медицинских колледжей, а также специалисты других отраслей, которые интересуются и изучают медицинскую технику и электронную аппаратуру.

Рецензенты:

Базарбаев М. И., к. ф.-м. н., зав. кафедры информатики, биофизики и нормальной физиологии ТМА

У. И. Нуров – доц. к. м. н., зав. каф. «Оториноларингологии и офтальмологии» Бухарского государственного медицинского института.

СОДЕРЖАНИЕ

1.Предисловие.....	7
ГЛАВА I. ВВЕДЕНИЕ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ПРИБОРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ	10
§ 1.1. Введение	10
§ 1.2. Предмет медицинская техника и новая медицинская технология, её структура и классификация.....	13
§ 1.3. Цели и задачи медицинская техника и новая медицинская технология, основные группы медицинской аппаратуры.....	19
§ 1.4. История развития медицинская техника и новая медицинская технология	21
§ 1.5. Значение медицинская техника и новая медицинская технология в медицинской практике.....	27
§ 1.6. Взаимосвязь курса медицинская техника и новая медицинская технология с предметами биофизика, биохимия, физиология и клиническими науками.....	30
ГЛАВА II. МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ	34
§ 2.1. Надежность и электробезопасность медицинской аппаратуры	34
§ 2.2. Физические основы получения медицинских, биологических сведений.. ..	47
§ 2.3. Электроды и датчики как основа диагностической аппаратуры при получении медицинских сведений.....	49
§ 2.4. Медицинские инструменты, приборы и специальная медицинская аппаратура при использовании первичной диагностики и госпитализации больных.....	57
§ 2.4.1. Виды диагностической аппаратуры принципы их работы, их возможностей и правила их использования.....	57

§ 2.5. Образцы диагностической аппаратуры, используемой в медицинской практике.....	60
§ 2.5.1. Приборы фиксирующий биопотенциалов	60
§ 2.5.2. Новая технология ультразвуковой диагностики.....	85
§ 2.5.3. Диагностическая аппаратура, основанная на рентген луче	114
§ 2.5.4. Компьютерная томография.....	142
§ 2.5.5. Диагностическая аппаратура для спектрометрии (МРТ, ЭПР, ЯМР).....	148
§ 2.6. Технические средства, приборы и аппаратуры используемые для контроля и защиты от негативных воздействий внешней среды	166
§ 2.6.1. Оборудования и приборы для регистрации показателей внешнего воздействия, техническое приспособление и приборы регистрирующих ионизирующих излучений, химических и бактериологических воздействия.....	167
§ 2.6.2. Измерительные приборы и приборы общей и личной защиты	171
§ 2.7. Аппаратура для стерилизации и дезинфекции.....	180
§ 2.8. Целенаправленные специальные высокотехнологические технические средства для диагностики	197
§ 2.8.1. Основные принципы работы и устройство аппаратуры искусственного кровообращения, искусственной почки и искусственного сердца.....	197

ГЛАВА III. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И АППАРАТЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ КОМПЛЕКСНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ С ЦЕЛЬЮ ЛЕЧЕНИЯ

§ 3.1. Медицинская техника и её разновидности, применяемые в лечении.....	232
---	-----

§ 3.2. Лечебные воздействия, в основе которого лежат законы и процессы физики.....	234
§ 3.3. Аппаратуры, используемые в хирургии, в хирургических и реанимационных палатах.....	240
§ 3.4. Структура и принципы работы приборов лечебного воздействия.....	252
§ 3.4.1. Лазерные лучи, имеющие лечебные свойства	252
§ 3.4.2. Электросон.....	258
§ 3.4.3. Гальванизация.....	264
§ 3.4.4. Индуктотермия.....	268
§ 3.4.5. Диадинамический ток.....	272
§ 3.4.6. Дарсонвализация.....	280
§ 3.4.7. Модулированные синусоидные токи.....	284
§3.4.8. Ультравысокочастотная терапия	287
§ 3.4.9. Магнитотерапия.....	294
§ 3.4.10 Сверхвысокочастотные (СВЧ) аппараты.....	299
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	304
Условные сокращения, принятие в учебнике	306
ЛИТЕРАТУРА	307

ПРЕДИСЛОВИЕ

В условиях современного этапа развития общества значительно возрастает роль медицины в процессе повышения уровня здоровья населения. Поиски новых путей снижения заболеваемости, реабилитации и восстановления трудоспособности людей являются важнейшей задачей.

Вопросам профилактики, лечения и реабилитации больных в различных видах заболеваний, приводящим к значительным потерям вследствие временной нетрудоспособности и инвалидизации больных, должна уделяться большее внимание, поскольку проблема имеет не только медицинское, но и социальное значение. На основании современных представлений об этиологии и патогенезе заболеваний различных органов человека научно обоснованно широкое использование в комплексном их лечении физических приборов и аппаратов. В значительной мере это объясняется недостаточным знакомством медперсоналом с современным медицинскими приборами и аппаратами.

Наряду с этим в последние годы накопились данные о возможности использования новых физических методов на основе разработанного современных высокотехнологических электронным приборов и аппаратов, способствующих повышению эффективности лечебной помощи, сокращению сроков лечения.

Из выше изложенного можно сказать, что важнейшей задачей нашего государства является забота о здоровье человека. При решении этой задачи большое значение имеет выполнение намеченных целей по экономическому обеспечению и оснащению системы здравоохранения современными техническими оборудованиями, а также подготовки кадров высокого уровня по использованию современной медицинской техники, достигающих правильных и точных выводов при исследовании, основываясь на показатели анализа и диагностики клинических и лабораторно - инструментальных технических средств.

В системе здравоохранения Республики Узбекистан, как и в других отраслях народного хозяйства, проводятся реформы, с помощью которых, начиная с 1998 года, было достигнуто множество положительных результатов.

На основании законов «Об образовании» и «Национальной программы по подготовке кадров» во всех высших учебных заведениях республики поставлена задача по подготовке высококвалифицированных кадров на уровне требований развитых демократических государств. А это требует от нашего профессорско - преподавательского и педагогического состава настоящей работы над своей иррудицией и интеллектуальностью, повышения своей квалификации на уровне требований мировых стандартов, использования на своих занятиях современных передовых педагогических технологий, новых электронных учебных пособий, самим создавать новые инновационные технологии и электронные учебники.

В период второго этапа «Национальной программы подготовки кадров» укрепления независимости нашей страны в достижении высоких рубеж во всех отношениях, мы надеемся и опираемся на высококвалифицированных, грамотных и иррудированных профессиональных кадров.

Наш первый Президент И. А. Каримов четко выразил свое мнение о том, что: «Одной из важнейших наших задач является обеспечение народно -хозяйственной отрасли высококвалифицированными и преданными своему народу кадрами».

Медицинская наука и практика здравоохранения характерна своим развивающимся обновлением, внедрением и использованием новых педагогических технологий, современных методов исследования и диагностики с помощью компьютеров. А это все требует от будущих врачей знания наук, как физика, математика, технические науки, а

особенно «медицинскую электронику», также повышать степени теоретических и практических знаний в этом направлении.

Данный учебник разработан по типовой программе предмета «Медицинская техника и новая медицинская технология» и включает в себя цели и задачи применения медицинских приборов и аппаратуры. Раскрывает их техническую характеристику, объясняет их устройство и принцип работы, подготовки их к применению в работе, и указывает на соблюдение правил технической безопасности при их использовании.

Все темы, изложенные в учебнике, посвящены к изучению теоретических и практических знаний по использованию медицинских технических средств и оборудования в системе здравоохранения. Изучение данных тем помогает студентам курса «Медицинская биологическая дело» освоения технических знаний и навыков, самостоятельного повышения квалификации и индивидуальных возможностей по использованию медицинской электроники.

Основной целью создания данного учебника состоит в доведении до каждого студента навыков и знаний по использованию медицинских, технических и электронных приборов в процессе медицинского исследования, при проведении анализа и диагностики, для получения нужных данных, а также результатов обследования при изучении физико - химические и физиологические процессы организма. При написании книги обобщены устройство, принцип работы и назначение комплекс приборов и аппаратов используемые в современной медицине для специалистов и студентов «Медицинская биологическая дело».

Этот учебник можно использовать при обучении предмета «Медицинская техника и новая медицинская технология» студентов медицинских высших учебных заведений и студентов курса «Медицинская биологическая дело», а также предназначен для преподавателей ведущих и обучающихся данный предмет.

I ГЛАВА. ВВЕДЕНИЕ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ПРИБОРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ

§1.1. Введение

Из законы термодинамики нам известно, что живой организм живет при взаимодействии с окружающей средой. На него воздействует различные физические параметры: радиация, рентгеновы лучи ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, температура, влажность, атмосферное давление и тому подобные изменения физических характеристик.

Знакомство с физической характеристикой и основами физиологического действия физических факторов имеет большое значение для обоснованного выбора физических методов при лечение заболеваний.

В своей практической деятельности врач должен уметь оценивать такие факторы внешнего воздействия окружающей среды на организм человека. При диагностике и лечении необходимо учесть следующее: в процессе воздействия внешних факторов и диффузий, равномерном и вибрированном распространении пульса по эластичной артерии, механической деятельности сердца, генерации биопотенциалов, дыхания, тепловые передачи, испарения, обмен веществ в организме.

Для получения точных результатов и регистраций данных при диагностике и методах лечения, факторов воздействия на организм человека. Современная медицина требует использования медицинских технических оборудований, аппаратуры, а также средств и приборов разных электронных частот. Для этого необходимо иметь представление и уметь их использовать при диагностике такими приборами, как калориметр, балистокардиограф, поляриметр, электрокардиограф, фонокардиограф, реограф и другие.

В целях лечения нужно знать назначение, устройство и принципы работы существующих разнообразных электронных устройств, (ультразвуковые устройства, электрический ток, электромагнитные поля, рентгеновских лучей и др.) оказывающих воздействия на организм человека разными дозами, а также аппараты микроволновой терапии, кардиостимуляторы и другие конструкции.

В завершении курса «Медицинская техника и новая медицинская технология» все студенты должны иметь нижеследующие теоретические и практические навыки и знания:

- используемые медицинские приборы, задачи приборов и аппаратур, их устройства и принципы их работ при использовании в диагностике, лечении и научно - исследовательской деятельности;

- воздействующие механизмы на органы и связки физические факторы, считающиеся носителями энергетики в медицинских устройствах, приборах и аппаратуре;

- общие принципы работы и структуры строения технологической системы в медицинских учреждениях, специальных клиниках и лечебных центрах;

Приобретая вышеуказанные знания и навыки необходимо самостоятельно уметь выполнять нижеследующие:

- уметь правильно выбирать нужные медицинские приборы и устройства, а также аппаратуру, необходимые в специальных медицинских диагностических лечениях;

- знать технические свойства, характеристику и принципы работы медицинских технических оборудования, приборов и аппаратуры, а также соблюдать правила технической безопасности при их использовании;

- уметь оформлять медицинскую документацию, регистрацию сведений и данных показателей диагностических, лечебных, хирургических и реанимационных приборов и аппаратур.

Для усвоения предмета «Медицинская техника и новая медицинская технология» необходимо глубоко освоить медицинскую электронику в научно обоснованном виде. В настоящее время электроника одна из распространенных и популярных понятий, особенно для медицинской практики. Электроника одна из современных технических наук, в первую очередь она основывается на достижениях современной физики, и поэтому без электронной аппаратуры нельзя в данный момент произвести на диагностику болезней, ни эффективное лечение.

В целях лечения на организм воздействуют различными физическими параметрами через электронные устройства (ультразвуковые устройства, электрический ток, электромагнитные поля, рентгеновских лучей и др.), которые обеспечивают снабжение фактора воздействия нужными дозами, как, например: аппараты микроволновой терапии, аппараты электрохирургии, рентгеновских приборы и аппараты, кардиостимуляторы и другие.

Основой современной медицинской электроники являются такие кибернетические электронные устройства, как:

- электронно - вычислительные машинки для обработки медико - биологических информаций, сохранения и автоматического анализа, для отправки в определенное расстояние;
- устройства для управления процессом необходимого для жизнедеятельности и установка автоматического режима над процессом окружающей среды;
- электронные модели биологических процессов и другие.

Применение медицинских электронных приборов и устройств улучшает и облегчает процесс точной диагностики и лечения, а также повышает эффективную работоспособность медицинского работника.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод и сказать, что предмет «Медицинская техника и новая медицинская технология» на

сегодняшний день имеет особое значение при решении ряда проблем в медицинской деятельности, а также в качественной и эффективной научно - исследовательской деятельности по диагностике и лечению, при подготовке специалистов, владеющих медицинской коммуникационной технологией на основе электронике и кибернетике.

Бакалавры по специальности «Медицинская биологическая дело» должны свободно владеть современной медицинской компьютерной технологией, с помощью которой получают медико - биологические данные и сведения, уметь обрабатывать, анализировать, а также предоставлять их.

Настоящий учебник готовит почву знаний по использованию медицинской техники и оборудованию, с помощью которой можно диагностировать человеческий организм, анализировать причины проявления болезней и правильно назначать лечение. У будущих медиков с высшим образованием проявляются способности по клиническому мышлению и умение научно обосновать причины и признаки болезней.

Выпускники медицинского института по специальности «Медицинская биологическая дело» должны быть готовы к использованию медицинских приборов и аппаратур, которые соединены к компьютерам для исследования всех органов и систем органов человеческого организма, уметь анализировать результаты обследования и, исходя из этого, предотвратить болезнь или найти пути лечения этих болезней.

§1.2. Предмет медицинская техника и новая медицинская технология, её структура и классификация

Медицинская техника и новая медицинская технология – совокупность технических средств, используемые в целях профилактики в медицине, диагностике и лечении, а также санитарно-гигиенических целях и при выполнении мероприятий против эпидемий.

Развитие Медицинская техника и новая медицинская технологии дает возможность появлению новых образцов медицинской техники и взаимосвязь с развитием науки и техники. Появление новых направлений диагностики и лечения создают условия для внедрения новых медицинских технических средств, с помощью которых можно добиться положительных результатов, используя их в диагностике и лечебных целях.

Предмет «Медицинская техника и новая медицинская технология» изучает все процессы, положительного и отрицательного энергетического воздействия на организм и жизнедеятельность человека через энергетическое воздействие с помощью технических средств.

Чтобы определить какой системе технических средств принадлежит электромедицинская аппаратура, используемая в практике медицины, нужно ознакомиться с её инструкцией строения. Вся медицинская техника по использованию в медицинской технологии по принципу работы делится на четыре основные группы:

- аппараты
- приборы
- устройства
- оборудование

Аппарат – техническое средство, которое воздействует (электромагнитные, ультразвуковые, механические) на тело пациента физическими факторами. Используются в целях лечения (в физиотерапевтическом направлении).

Прибор – техническое устройство, которое получает и регистрирует информацию (электрокардиограф, сфигмоманометр и другие) в виде определенной энергии в теле пациента в целях диагностики.

Приборы и аппараты, используемые в медицинской практике и в научно - исследовательской деятельности, по предназначению терминологии обобщено называются медицинской аппаратурой.

Устройство – воздействует на пациента с помощью рук в качестве его продолжения.

Оборудование – дополнительные вспомогательные устройства для обеспечения процесса медицинского обслуживания и работы медицинской техники.

Медицинская аппаратура – наиболее сложная и быстро развиваемая структура медицинской техники. Большая часть медицинской аппаратуры состоит из электромедицинских устройств и электронных аппаратов, которые основываются на электротехнику и работают с помощью подключения на электрический ток. Кроме того существуют аппаратуры, работающие механическим способом. К ним относятся аппараты (обычно их называют механическими аппаратами), предназначенные для вытяжки скелета, механотерапевтические приспособления, гидравлические приспособления – для лечения водой; газовые и наркозные аппараты, аппараты искусственной вентиляции легких и другие.

Независимо от ситуаций работа аппаратуры зависит от больного, устанавливается действие энергии по системе «аппарат ↔ больной», то есть энергия направляется от аппаратуры к больному или, наоборот, от больного к аппаратуре. Вся электромедицинскую аппаратуру по направлению энерго течения можно разделить на две части: 1) воздействующие и 2) воспринимающие аппараты. Также по функциональным признакам делятся на 1) диагностические и 2) терапевтические аппараты.

Терапевтическими аппаратами называют приспособленное устройство, воздействующее значительной энергией на тело больного, а диагностическими аппаратами называют устройства, с помощью

определенного энергетического воздействия получают информацию от тела больного.

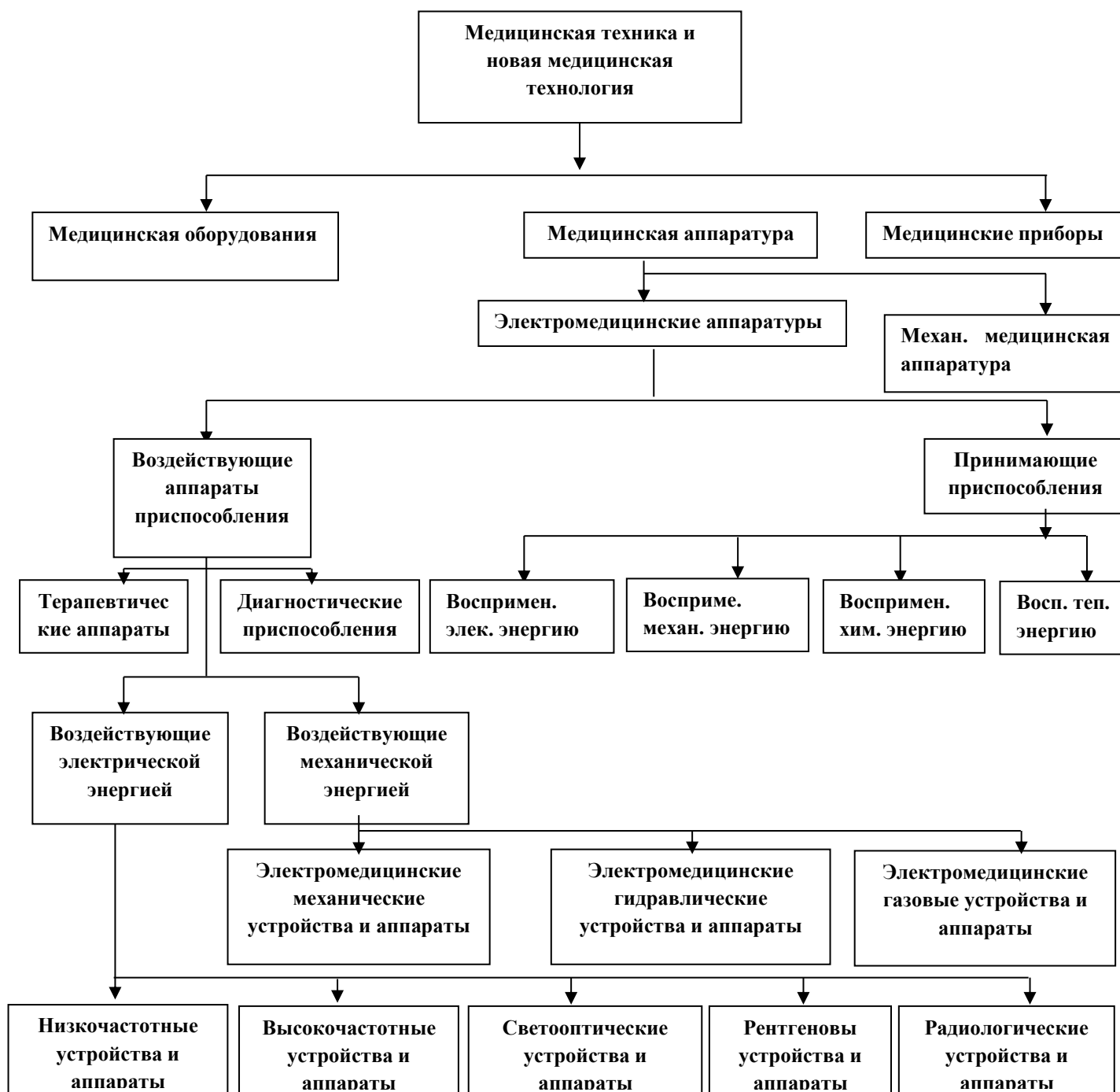
Терапевтические аппараты воздействуют на организм больного с целью устранения патологического процесса. Хирургические аппараты являются частью терапевтических аппаратов, которые приспособлены для выполнения радикального изменения в структуре органов и связок.

Диагностические приспособления (приборы) предназначены для уточнения причин, возбуждающих патологическое состояние живого организма. Диагностические приспособления имеют возможность воздействия и приёма информации. Воздействующие диагностические приспособления дают сведения о реакции тела больного на определенное воздействие, или даёт сведение о течении энергии, проведенной на теле больного.

В диагностике в целях предотвращения негативных воздействий на организм, по возможности нужно использовать энергию в минимальном количестве. Принимающие диагностические приспособления, как и все измеряющие приборы, должны воздействовать на обследуемый процесс минимальным количеством и доставлять сведения малыми изменениями (минимальными отклонениями). По форме энергетического воздействия на больного воздействующие терапевтические аппараты и диагностические приборы делятся на электроэнергетические, механико - энергетические (они называются диагностическими приспособлениями и аппаратами, оказывающими разные воздействия) например, рентген, ультразвук, электродиагностика.

Используемые механические энергетические аппараты для воздействия на больного непосредственно задевающие тела можно разделять по положению агрегата на твердое, жидкое и газовое рабочее состояние. По этому принципу аппараты и приборы делятся на механические, гидравлические и газовые электромедицинские аппараты.

Общее содержание медицинская техника и новая медицинская ТЕХНОЛОГИЯ



В состав первой группы механических и электро-медицинских аппаратов входят ультразвуковые (УЗ), терапевтические аппараты и диагностические устройства, аудиометры, вибромассажёры и другие. Во вторую группу входят отталкивающие от центра и ультразвуковые

распыляющие аэрозольные аппараты. В третью группу входят аппараты искусственной вентиляции легких.

По состоянию электромагнитного поля аппараты электроэнергетического воздействия делятся на низкочастотные, высокочастотные, сверхвысокочастотные, светооптические, рентген и радиологические аппараты. Содержание диагностических приёмных аппаратов основывается по форме отправляемой энергии от больного к прибору.

Через диагностические приспособления принимаются электрические, механические, тепловые и химические энергии. Электроэнергия принимается в виде биопотенциалов идущих от органов и связок (сердце, мышцы, мозг, желудок). А механическая энергия идёт от организма к прибору в виде акустического тока сердца (фонография), в виде незначительной вибрации по всему телу в результате кровообращения через крупные артерии и сосуды при поступлении крови в сердце (балистокордиограф), при работе желудка, при сохранении матки и при движении некоторых частей тела.

Теплая энергия тела передается прибору прикосновением к телу (контакта электротермометра) и инфракрасные излучения тела передается без прикосновения (без контакта) с помощью (термографии) методом измерения температуры. Химическая энергия выявляется с помощью электродных контактов при измерении концентрации кислорода и водорода в крови.

Главы и параграфы учебника выделены по принципу работы технических средств, по физическим свойствам, по зонам применения. Несмотря на это, средства медицинской техники подчиняются общим принципам данного содержания.

Ознакомившись с учебником, рекомендуем пересмотреть содержание учебника и только тогда читатель узнает о значении этого содержания.

§1.3. Цели и задачи медицинская техника и новая медицинская технология, основные группы медицинской аппаратуры

Современные достижения медицины в основном связаны с развитием физики, техники и новых технологий. Все болезни, возникающие в организме человека, их причины проявления и лечебные механизмы в основном объясняется биофизическими понятиями.

Из курса биофизики нам известно, что в организме человека кроме микропроцессов, как и в неживой природе, происходят молекулярные процессы, и они характеризуют процесс биологической системы. Понятие (или осознание) биофизики микропроцессов, состояние организма и знание природы некоторых болезней, необходимые для оценки воздействия лечебных средств, а также для специалистов по направлению «Медицинская биологическая дело», создает условие в развитии клинического мышления. Научно обосновано на вышеизложенные сведения и опираясь на резкое развитие современной медицины, реформы системы высшего образования, улучшение качества научного образования и производства на уровне мировых стандартов, особенно коренное изменение в процессе обучения в медицинских институтах направлено на укрепление профессиональных навыков, опыта и мастерства.

Студенты медицинских институтов должны уметь пользоваться медицинскими техническими средствами, приборами и электронными приспособлениями и устройствами, при диагностике человеческого организма и его органов, уметь анализировать разными методами анализа и обследования с клинической точки зрения, основываясь на теорию и практику, делать правильные выводы по данным приборам.

Профессиональные особенности медсестер с высшим образованием требует от них твердого освоения теоретических и практических знаний непосредственно связанных с медициной. Таких, как физика, биофизика,

биология, химия и основываясь на эти знания, уметь делать выводы по данным показателям технической аппаратуры и систематизировать их.

Основной целью курса является, во-первых, довести до каждого будущего социалиста знания по строению, принципу работы и цели предназначения медицинских технических устройств и приборов, используемых при диагностике и методов исследования физиологического состояния человеческого организма; во-вторых, обучать будущих специалистов умению пользоваться фиксирующими данные приборами, устройствами при диагностике и методах лечения. А также дозиметрическими, измерительными и защитными приспособлениями при определении внешних воздействующих факторов на организм человека.

Основной задачей предмета является:

- изучение общих физико - химических и биофизических закономерностей, которые лежат на основе деятельности в органах и связках организма;

- изучение гидродинамических, механических, биоэлектрических и оптических свойств органов, связок и жидкостей организма;

- иметь представление об основном биофизическом механизме физико-химических, лечебных и негативных внешних воздействий.

Исходя из вышеизложенного, в целях решения медицинских теоретических и практических проблем на основании международного согласия принято разделить медицинские технические средства на 16 основных групп:

1. Медицинские приборы
2. Шприцы и иглы всех видов
3. Механические аппараты для диагностики и терапии
4. Эндоскопические приборы и аппараты
5. Оборудование для стерилизации, дезинфекции и дистилляции.
6. Аппараты наркоза, искусственного дыхания и кислородной терапии

7. Оборудование врачебных комнат и операционных зал
8. Оборудование комнат стоматологов
9. Электромедицинские приборы и аппаратуры
10. Рентген аппараты и оборудование
11. Аппараты офтальмологии, приборы оптики
12. Приборы и аппараты оборудования медицинских лабораторий
13. Радиологическая, диагностическая и терапевтическая техника
14. Ортопедические принадлежности
15. Рентгенологические трубки
16. Передвижные медицинские амбулатории и лаборатории

§1.4. История развития медицинская техника и новая медицинская технология

С появлением человечества в процессе эволюции появилась борьба с болезнями. С развитием человечества развивается наука и техника. Медицинская техника и новая медицинская технология, как и другие науки, имеет свою историю развития. С развитием науки и техники развивается и усложняется медицинская техника и аппаратура. В древности антропоиды тоже знали методы оказания помощи рожаящей женщине. При этом они знали, что нужно резать завязывать пупок новорожденного, останавливать кровотечение. В начале, для не развязки пуповины использовали остроконечные камни, а потом металлы. Неоантропы при изготовлении инструментов использовали неломающиеся материалы (нефрит, яшма). При процедурах они использовали остроконечные гладкие инструменты. В период каменного века начали пользоваться огнём. В период бронзового века инструменты изготавливались из бронзы. Также изготавливались хирургические ножи, ножницы, катетеры, иглы, штифты для костей при травмах и многое другое.

В этот период проводились такие весьма сложные хирургические операции, как трепанация головного черепа, кейсерово сечение при родах, ампутация сильно поврежденных органов.

В Древнем Египте Эразистрат изучив анатомию человека, сделал важное открытие в медицине. Он знал, что головной череп состоит из мягкой и твердой ткани, что в нем находятся мешочки жидкости. Он первым доказал, что мозг состоит из чувствительных и двигательных нервных тканей, а также, что мозг управляет движением рук и ног. Ученый из Александрии Херофил, родившийся в 300 году до нашей эры, проверив деятельность сердца, установил, что она состоит из трех этапов: систолы, диастолы и паузы. Проверив деятельность артерии, определил, что она похожа на деятельность сердца. Он первым определил двенадцатиперстный кишечник «дуоденум».

Методу обследования больного с помощью проверки пульса впервые научились в Древнем Китае. Они определили, что многие факторы влияют на пульс человека. Поэтому они измеряли пульс в разных положениях: лежащем, сидячем и стоячем. Первая медицинская книга в Китае называлась «Нефтзин». Они считали, что на основе бытия лежат 4 фактора: земля, вода, воздух и огонь и что в организме существуют два противоположных сил. Первая активно действующая сила «Янь» и вторая пассивная сила «Инь». Китайские лекари лечили больных тремя способами: мокса, массаж и иглоукалывание.

Мокса - это жжение больного участка тела тлением душистых сухих лечебных трав. Этот метод с точки зрения современной медицины основывается на принцип воздействия на экстрарецепторы кожи. Из физиологии известно, что через эти рецепторы можно действовать на внутренние органы человека.

Массаж – это метод лечения, в котором тело, руки и ноги покрываются душистыми, смазывающими средствами и втираются

массирующими движениями рук. Этот метод китайцы использовали при лечении миозита и неврита. Одна из распространенных методов лечения в Древнем Китае это метод иглоукалывания. По их мнению, на теле человека 360 точек, не чувствующих боль. Именно на эти точки укалывают иглами. В настоящее время в процессе лечения используется метод иглоукалывания, который в клинике называется акупунктурой.

В Индии изучению древней медицины помогала книга под названием Аюр - Веда. В Аюр - Веде Шушруты изложено более 1500 признаков болезней. Шушрута одним из первых объяснил процесс воспаления, появление опухоли, покраснение воспаленной местности, появление боли в воспаленном органе и отказ деятельности поврежденного органа в результате воспаления. В Древней Индии была развита хирургия. Особенно Шушрута был отличным хирургом. Они могли оперировать катаракту глаз, удаляли камни с мочевого пузыря, оперировали грыжу. Самым большим достижением в области хирургии была пластическая операция. Ухо, нос, губы восстанавливали с помощью пластической операции и при этом использовали более 200 инструментов и приборов.

В медицине Древней Греции Гиппократ имеет особое место. Гиппократ родился в 460 году до нашей эры в острове Кос. При обследовании больного Гиппократ использовал методы пальпации, аускультации и перкуссии. Он анализировал мочу и кал больного, ставил мочу на испарение, а остатки обследовал. Гиппократ внедрил метод заполнения на больного «историю болезни» и этим сделал большой вклад в медицинскую науку. Все признаки заболевания он вносил в историю болезни, делал выводы о разных клинических болезнях и последствиях болезней, а также разработал методы их лечения. Например, умирающего от перитонита больного описывал в следующем виде: «цвет больного серый, глаза глубоко усевшие, лоб потливый, больной безразличен к окружающим событиям, глаза уставлены в одну точку». Гиппократ был

отличным хирургом, он разработал разные рычаги и приспособления для лечения вывихнутых и сломанных костей. Для вытяжки сломанной кости и для вставки её на место сделал колёса, для выравнивания искривленного позвоночника разработал специальный метод бинтовой повязки головы, который называется «шапочка Гиппократата»

Медицина в Средней Азии. Абу Али ибн Сина родился в 980 году в селе Афшона недалеко от города Бухары. Абу Али ибн Сина, определяя суть значения медицины и её задачи, первым долгом дал пояснения самому термину медицина: «Медицина – эта такая наука, с помощью которой можно изучать состояние здоровья и болезнь человека, при этом здоровье сохраняется, а потерянное восстанавливается». При диагностике больного он слушал пульс и пояснял это следующим образом: «При пульсе происходит сжатие, а при каждом расширении в конце стоит пауза». Пульс разделял на три измерения: ширина, длина и глубина пульса. Он записывал при разных болезнях разные пульсирования (повышение температуры, похудение, бессонница, слабость, плохое пищеварение, расстройство нервов и другие).

До XX века при наблюдении больных, физических обследованиях и диагностики пользовались методами пальпации, перкуссии, аускультации и измерения температуры тела.

В последнее столетие было внедрено новшество. В 1860 году Марей разработал сфигмограф, Баш в 1881 году разработал сфигмоманометр, а в 1891 году разработан аппарат Рива-Роччи. В 1905 году методом Короткова был внесен в науку метод измерения артериального давления. В 1867-1868 годах Куссмаул разработал зонд эзофагоскопии и желудка, в 1881 году Микулич разработал гастроскопию, Нитце в 1879 году – цистоскопию и ректоскопию, Киллиан в 1897 году – бронхоскопию, в 1851 году Гельмгольц – офтальмоскопию, в 1855 году Гарсия – ларингоскопию. В 861 году Петтенкофер разработал метод определения количества белка в

моче. После Эйнтховеном был изобретен гальванометр и основано электро- и фонокардиография. Пирке в году 1907 году разработал кожанно-аллергическую реакцию при диагностике туберкулеза. Ридер разработал рентгенологический метод при исследовании желудочно-кишечного тракта. Видаль и Сикард в 1896 году для диагностики брюшного тифа предложили реакцию агглютинации. В 1912 году Шиллинг разработал метод по дифференциальному определению количества лейкоцитов. В 1894 году Бернацкий доказал, что скорость тонущих эритроцитов имеет важное значение в диагностике. В 1927 году Аринкин разработал метод стеральной пункции. В 1923 году Зимницкий разработал метод функциональной диагностики деятельности почек. В 1914 году Франк записал тон сердца. В 1937 году Кастельянос внес ангиокардиографию, а Кальк – лапароскопию.

В XIX-XX веках в диагностике стали использовать физические, химические и биологические средства. С их помощью проводили проверки методами аускультации, перкуссии, электрокардиографии, рентгеноскопии, микроскопии, а также физиологические и биохимические проверки.

Аускультация – этот метод разработал французский ученый Рене Лаэннек (1781-1826). Лаэннек, как и другие ученые, при проверке легких и сердца он уху к этим органам и слушал. Однажды он заказал плотнику стетоскоп и понял, что слышимость улучшилась потому, что при прикосновении и трении уха и тела появляется дополнительный шум. Перкуссия – этот метод разработал знаменитый ученый Леопольд Авенбругер (1722-1809). Он в 1761 году написал специальную книгу, в котором излагается об использовании перкуссии и его свойства. Но этот метод не был популярным. Позже французский ученый Жан Николь Конвизар (1755-1821) изучив перкуссию, разработанную Авенбругером, освоил его и внес в практику. В 1818 году написал по нему труды, которые

вскоре широко распространились. Этот метод особенно использовался при исследовании органов грудной клетки (легкие, сердце).

Электрокардиография – метод записи биопотенциалов, создающих электрический процесс в период появления электрического поля при работе сердца. Он разработан Эйнтховеном (1860-1927). С помощью этого метода определяются патологические процессы. Он эффективен и удобен при определении заболеваний сердца.

Рентгеноскопия – этот метод основал В. К. Рентген. В 1895 году он случайно изобрел невидимый луч. Этот луч стал называться рентген лучом. В 1901 году за это изобретение Рентген был удостоен Нобелевской премией.

Рентгеном в медицине пользуются в основном в целях диагностики внутренних органов (рентгенодиагностика). При диагностике используются 60-120 кэВ фотоны. При проверке луча обнаружили, что они проникают через мягкие ткани и задерживаются в твердых частях. Эти лучи в разных органах задерживаются по-разному. В начале этот метод был удобен при исследовании сердца и легких. Позже стали диагностировать желудок, кишечники, почки. Исследуя органы рентгеноскопией с помощью рентген лучей, стали фиксировать их методом рентгенографии.

В XX веке во всех сферах медицины были быстрых темпы развития. Были решены многие проблемы в области хирургии. Одна из современных открытий в хирургии было создание гипербарического кислорода, она принадлежит Голландскому ученому Воерата. В развитии медицинской техники важную роль играет и развитие естественных наук. Каждая естественная наука обогащает и развивает медицину. Например, развитие физики, химии, биологии, ботаники способствует увеличению количества лекарственных препаратов. Развитие наук, как биология, паразитология, микробиология способствует определению причин (микробы, паразиты)

множества заболеваний. С развитием физики стали разрабатывать новые способы диагностики и лечения (с помощью микроскопа, использования рентген лучей, электрокардиография и т.д.).

§1.5. Значение медицинская техника и новая медицинская технология в медицинской практике

При диагностике, лечении и медицинской реабилитации, а также при профилактике, санитарно - гигиенических и противоэпидемических мероприятиях использование приборов, аппаратов и технических средств имеют особое значение так, как эти процессы нельзя представить без них. Развитие медицинской техники, изобретение новых технических средств и их внедрение в основном связаны с развитием хирургии, акушерства и гинекологии, офтальмологии и других клинических медицинских сфер.

В XIX веке с развитием промышленного производства, достижений науки и техники стали появляться новые виды медицинской техники, используемые в физиотерапии, хирургии, а также для стерилизации и дезинфекции, и множество других приборов и технических средств. Во второй половине XX века особое значение имеет в развитии медицинской техники внедрение электроники, оптики, ядерной физики и технических роботов. Достижения научной техники в использовании новых образцов медицинской техники расширяют возможности диагностики и лечения. Успешные достижения оптики создали операционные микроскопы, которые управляются вручную электричеством и звуком (акустикой), и их применение раскрыли большие возможности оперативной офтальмологии и оториноларингологии, реконструктивной хирургии (заживление ран конечностей) после ампутации, кардиохирургии и нейрохирургии.

Биологические микроскопы стали намного оснащенными. Использование волоконной оптики способствовали созданию новейших эндоскопических приборов. В конце 50 - х годов прошлого века появился

технический лазер и стал применяться в медицинской практике. Их в основном использовали в создании глазной сетчатки, при лечении глаукомы, в абдоминальной хирургии, при операциях кровеносных сосудов, а также используется как нож, режущий без крови. Ультразвуковые устройства оптимизировали диагностические исследования в практике акушерства, проверку сердечнососудистой системы, внутренних органов и головного мозга. Применение тепловизоров в клинической практике способствует определению границ нейкрозных вязок (узлов) при ожогах и переохлаждениях тела (кожи). Упростилась диагностика, связанная с заболеваниями тела от изменения температуры тела. Большими темпами в медицинскую технику внедряется электронная техника, а особенно микропроцессоры. Они создают большие возможности в ускорении диагностики, в лечебно-профилактических мероприятиях, фундаментальной и практической научно-исследовательской деятельности.

Современные электронно-вычислительные машины используются при организации деятельности скорой помощи, диспансеризации населения, при оптимизации работы в приемных отделениях, при комплексном лечебном процессе, при лабораторной диагностике в организации внутрибольничных (стационарных) проводных приборов связи и радиосвязи, в биотехнической системе при изготовлении протезов для рук и ног. Сделаны большие достижения по применению в клинике разных видов эндопротезов, как сердечные клапаны, искусственное сердце и кардиостимуляторы, керотопротезы и другие.

В практике лечения широко распространено применение магнитных устройств. В 20 - х годах XX века медицинские магниты использовались в офтальмологии для удаления инородных металлических элементов при оперировании глаз. В 50 - х годах применено в хирургии (например, при ренонетруктивной операции костей), разнообразные магнитные устройства

применяются в физиотерапии. Эти достижения дали возможность создания методов магнитотерапии. Разрабатываются и внедряются множество устройств по облегчению работы медицинских работников разных категорий и улучшению стационарных условий для больных (они называются малыми механизационными средствами). К ним можно отнести каталоги разных типов (в том числе и подъемные панели). Автоматизированная повязка и операционные стволы, подъем лежачих больных и обратное их устройство в свое лежачее положение, специальные приспособления для больных ожоговых отделений и многие другие медицинские оборудования. Достижения в химической и биологической науке дали возможность созданию аппаратов для гемодиализа, гемосорбции, плазмацитафереза и применения их в лечебной практике. А это расширило возможности оказания медицинской помощи больным с заболеваемостью почек, печени, сердечной недостаточности и больным травматическим токсикозом. Везде стали применять приспособление гипербарической оксигенации.

Разработка компьютерной томографии и решение задач по ядерно-магнитному резонансу, применяемое в медицинской практике тесно связано с научно-техническим прогрессом. Намного улучшилась качество рентген аппаратуры, особенно флюорографов. Образцы медицинской техники на основе радионуклидов широко применяются при диагностике и методах лечения. Производством приборов и технических аппаратов медицинской техники в стране занимаются несколько научно - исследовательских институтов. Самые лучшие из них являются членами международного общества медицинской техники и вносят свой вклад в развитие медицинской техники. В целях интенсивного развития современной медицинской техники и просвещения их в средствах массовой информации, а также совместной деятельности с ведущими учеными мира публикуется журнал «Медицинская техника» одобренная

между странами содружества. Согласно «Всесоюзному классификатору» производятся товары «медицинской техники» по высоким качествам классификационных групп на основе мирового стандарта.

§1.6. Взаимосвязь курса медицинская техника и новая медицинская технология с предметами биофизика, биохимия, физиология и клиническими науками

Предмет «Медицинская техника и новая медицинская технология» считается медицинской биологической наукой. Его научное освоение и применение в медицинской практике требует усвоения достаточных знаний и навыков по предметам биофизика, медицинская биология, гистология, анатомия человека, нормальная и патологическая физиология, биоорганическая, бионеорганическая и биологическая химия.

Все приборы и аппараты, применяемые в медицинской практике, созданы использованием определенных физических эффектов, закономерностей и характерных параметров. Многие методы диагностики и исследования основаны на используемые физические принципы и идеи. Большая часть современной медицинской техники и оборудования состоит из разных физических приборов и аппаратов. Для жизненной деятельности человеческого организма важными процессами являются физические процессы, которые происходят по физическим закономерностям. Например, процесс кровообращения является физическим процессом потому, что этот процесс происходит на основе течения гидродинамической закономерности распространения волн и вибраций, работы сердца по законам механики, генерации биопотенциалов, дыханию и движению газа и т.п. При диагностике заболеваний и при исследовании биологических систем используются физические методы. Например, измерение артериального давления и изучение его способствует лечению многих болезней и в этом помогает механическая мера измерения. Определение звуков, которые исходят с внутренней части тела, дает

возможность получения информации о состоянии внутренних органов и их болезнях. При этом используется широко распространенный медицинский термометр. Процесс работы, который зависит от расширения ртути от понижения или повышения температуры тела.

За последние годы, в результате развития электронных устройств, производятся записи по появлению в живом организме биопотенциала, анализ клинических заболеваний и при разных методах диагностики. Многим известен метод кардиографии, работающий по теории Эйнтховена, записывает биопотенциал деятельности сердца.

Всем известно о значении применения микроскопа в медицинских и биологических исследованиях. Современные медицинские приборы, основанные на волоконной оптике, способствуют увидеть внутренние полости тела человека. Метод спектрального анализа используется в медицине, гигиене, фармакологии и биологии. Достижения атомной и ядерной физики самые популярные методы при диагностике: рентгенологическая диагностика и метод меченого атома всем известен.

Особенно химики и биохимики используют метод ядерно - магнитный резонанс (ЯМР) в изучении структуры молекул неорганических веществ, а также при изучении хода химических реакций и в решении многих вопросов, связанных с ними. Определение параметров спектра ЯМР во многих точках человеческого организма может дать очень интересные возможности в практике медицины. Сканируя каждый слой ткани тела можно получить полное представление о пространственном распределении молекул, кажем атомы водорода и фосфора (соответственно с протонами фосфора и ЯМР), которые входят в структуру ткани. Эти проверки и исследования выполняются без нанесения вреда на проверяемые вещества. Поэтому можно проводить проверки в живых организмах. Этот метод называется интроскопией ЯМР или магниторезонансной томографией (МРТ). Он дает возможность выделять кости, кровеносные сосуды,

здоровые и поврежденные болезнью ткани. С помощью метода интроскопии ЯМР можно различать изображение мягких тканей, например, отличать серые и белые вещества мозга, здоровые клетки ткани от больных поврежденных клеток. При этом поврежденные клетки, какой величины они бы не были, можно определить. Поэтому самым эффективным методом при диагностике заболеваний тела и ее тканей является метод интроскопии ЯМР.

Делая выводы, можно твердо сказать, что на сегодняшний день достижения современной науки и техники в области автоматике, электроники, гидравлики, оптики, световой техники и ядерной физики используются в медицинской практике и при создании медицинской техники. Например, развитие электротехники способствует созданию электроаппаратуры для лечения лучами света, гальванизации и индуктотермии; развитие оптики – созданию лабораторных и операционных микроскопов, эндоскопических приборов, а также приборов волоконной оптики; достижения механики и автоматике – созданию приборов и аппаратов для измерения артериального давления, зашивания разных тканей т.д.

Развитие медицинской техники создало условие для прогресса радиотехники и радиоэлектроники, диагностики и методов лечения, определения параметров органов и тканей человека, а также их характеристик и для воздействия электромагнитными волнами разных диапазонов специальными приборами и аппаратами.

Применение компьютерной техники в медицинской практике создают условия для получения, сохранения и отправки информации в определенное расстояние, а также разработки моделирования живого организма в виде открытой термодинамической системы и контроля механизма лечебного процесса. Кроме того ЭВМ дает возможность путем соединения и подключения их ко всем техническим приборам и аппаратам

согласно специальным рабочим программам для систематического наблюдения за ходом процессов при диагностике и методах лечения, при проведении диспансеризации населения, а также при автоматизации сложных трудоемких процессов медицинской деятельности.

Развитие медицинской техники основывается на развитии наук, как физика, математика, химия и биохимия. Например, исследование радиоактивных изотопов применяется в диагностике онкологических и других заболеваний и методах их лечения. В целях лечения широко применяются гамма аппараты, линейные ускорители, также генерирующие, ионизирующие и когерентные лазерные лучи. Достижение химических и биологических наук имеет особое значение при производстве новых продуктов медицинской техники, и их усовершенствование дает возможность применения их при имплантации искусственных органов и тканей.

Развитие лазерной техники стала основой операций без крови, применяемой в хирургии, офтальмологии, микрохирургии и нейрохирургии. До внедрения волоконной оптики в медицинскую технику нельзя было определить патологические изменения во внутренних органах тела без хирургического вмешательства.

Благодаря непосредственному внедрению и развитию волоконной оптики в медицинскую технику, с помощью которой в диагностике и в методах лечения появилась возможность визуально обследовать и определить всякую чувствительность и патологические изменения во внутренних органах тела человека.

ГЛАВА II. МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА И НОВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ В ЦЕЛЯХ ДИАГНОСТИКИ

§ 2.1. Надежность и электробезопасность медицинской аппаратуры

Одним из важных вопросов, связанных с использованием электронной медицинской аппаратуры, является ее электробезопасность как для пациентов, так и для медицинского персонала [1].

Больной вследствие различных причин (слабость организма, действие наркоза, отсутствие сознания, наличие электродов на теле, т.е. прямое включение пациента в электрическую цепь и др.) оказывается в особо электроопасных условиях по сравнению со здоровым человеком. Медицинский персонал, работающий с медицинской электронной аппаратурой, также находится в условиях риска поражения электрическим током.

В электрической сети и в технических устройствах обычно задают электрическое напряжение, однако действие на организм или органы оказывает электрический ток, т.е. заряд, протекающий через биологический объект в единицу времени.

Сопротивление тела человека между двумя касаниями (электродами) складывается из сопротивления внутренних тканей и органов и сопротивления кожи (рис 2.1).

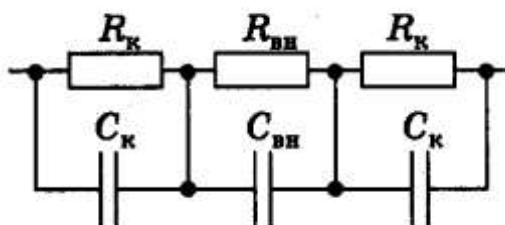


Рис. – 2.1. Сопротивление тела человека между двумя электродами

Сопротивление $R_{вн}$ внутренних частей организма слабо зависит от общего состояния человека, в расчетах принимают $R_{вн} = 1$ кОм для пути

ладонь-ступня. Сопротивление R_k кожи существенно зависит от внутренних и внешних причин (потливость, влажность). Кроме того, на разных участках тела кожа имеет разную толщину и, следовательно, различное сопротивление. Поэтому (учитывая неопределенность сопротивления кожи человека) ее вообще в расчет не принимают и считают $I = U / R_{вн} = U / 1000 \text{ Ом}$. Так, например, $I = 220 / 1000 \text{ А} = 220 \text{ мА}$ при $U = 220 \text{ В}$. На самом деле кожа имеет сопротивление, которое может превосходить сопротивление внутренних органов, и сила тока в реальной ситуации при напряжении 220 В может быть существенно меньше 220 мА. Понятно, что при работе с электронной медицинской аппаратурой должны быть предусмотрены все возможные меры по обеспечению безопасности.

Основное и главное требование – сделать недоступным касание частей аппаратуры, находящихся под напряжением.

Для этого, прежде всего, изолируют части приборов и аппаратов, находящихся под напряжением, друг от друга и от корпуса аппаратуры. Изоляция, выполняющая такую роль, называется *основной* или *рабочей*. Отверстия в корпусе должны исключать возможность случайного проникновения и касания внутренних частей аппаратуры пальцами, металлическими цепочками украшений и т.п. Однако, даже если части аппаратуры, находящиеся под напряжением и закрыты от прикосновения, это еще не обеспечивает полной безопасности, по крайней мере по двум причинам.

Во - первых, какой бы ни была изоляция между внутренними частями аппаратуры и ее корпусом, сопротивление приборов аппаратов переменному току не бесконечно. Не бесконечно и сопротивление между проводами электросети и землей. Поэтому при касании человеком корпуса аппаратуры через тело человека пройдет некоторый ток, называемый *током утечки*.

Во-вторых, не исключено, что благодаря порче рабочей изоляции (старение, влажность окружающего воздуха) возникает электрическое замыкание внутренних частей аппаратуры с корпусом – «пробой на корпус», и внешняя, доступная для касания часть аппаратуры (корпус) окажется под напряжением.

И в одном и в другом случае должны быть приняты меры, которые исключали бы поражение током лиц касания корпуса прибора или аппарата. Рассмотрим эти вопросы несколько подробнее. Сила тока утечки на корпус, как и всякий ток проводимости, по закону Ома зависит от напряжения и сопротивления цепи. Цепь тока утечки схематически показана на рис. 2.2

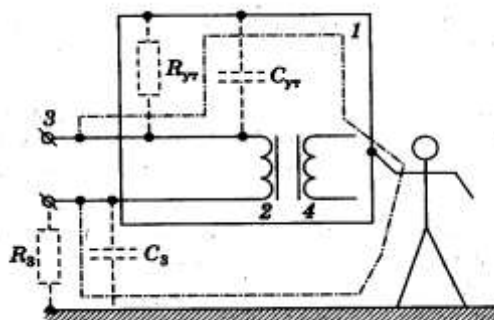


Рис. - 2.2. Схематическое изображение цепи тока утечки

Здесь I – корпус аппарата, внутри него трансформатор, первичная обмотка 2 которого подсоединена к источнику напряжения сети 3 . Вторичная обмотка 4 трансформатора соединяется с рабочей частью аппаратуры (на рисунке не показана). Электрическая сеть независимо от наличия или отсутствия заземления всегда имеет некоторую проводимость относительно земли, которая определяется активным (омическим) сопротивлением R_3 изоляции и заземления и емкостью C_3 проводников сети и земли. Электропроводимость между сетью и корпусом зависит соответственно от омического сопротивления рабочей изоляции и от емкости между внутренними частями аппаратуры, находящимися под напряжением, и корпусом, т.е. от $R_{ут}$ и $C_{ут}$. Все эти элементы изображены

на рис. 2.2 штриховыми линиями, так как они являются распределенными параметрами и не представляют реальных резисторов и конденсаторов. Штрихпунктирной линией на рисунке показан путь тока утечки, проходящего через тело человека, касающегося корпуса аппарата или прибора.

Так как сила тока утечки существенно влияет на безопасность эксплуатации медицинской аппаратуры, то при конструировании и изготовлении этих изделий учитывают допустимую силу этого тока как при нормальной работе приборов и аппаратов, так и в случае единичного нарушения. Под *единичным нарушением* понимают отказ одного из средств защиты от поражения электрическим током. По условиям электробезопасности единичное нарушение не должно создавать непосредственной опасности для человека. Допустимые силы токов утечки различают по типам электромедицинских изделий в зависимости от их назначения и степени защиты от поражения током. Таких типов имеется четыре: Н – изделия с нормальной степенью защите бытовых приборов; В – изделия с повышенной степенью защиты; ВF – изделия с повышенной степенью защиты и изолированной рабочей частью; CF – изделия с наивысшей степенью защиты и изолированной рабочей частью. К этому типу обязательно относят, в частности, изделия с рабочей частью, имеющей электрический контакт с сердцем. На изделиях типа CF должен быть проставлен специальный знак (рис.2.3).

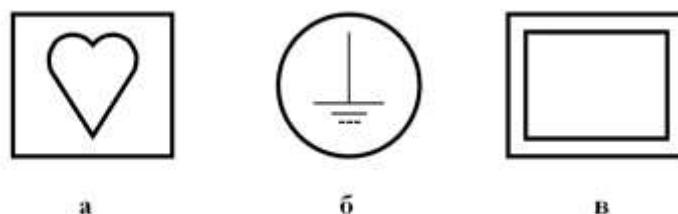


Рис. 2.3. Поставленные знаки для приборов и аппаратов имеющие изолированной рабочей частью и сверх высокой защитной степенью

В табл. 1 указана допустимая сила тока утечки (мА) для изделий типов Н, В, ВF и CF.

Таблица 1.

	Тип изделия					
	Н	С	В,	ВF	CF	
Вид тока утечки	в нормальном состоянии	при единичном нарушении	в нормальном состоянии	при единичном нарушении	в нормальном состоянии	при единичном нарушении
На корпус	0,25	0,5	0,1	0,5	0,01	0,5
На пациента	-	-	0,1	0,5	0,01	0,05

При пробое на корпус доступные (внешние) для касания части аппаратуры оказываются под напряжением. И в этом случае при нарушенных условиях работы изделий следует предусмотреть возможные способы защиты от поражения электрическим током. К таким основным защитным мерам относятся *заземление* и *зануление*. Для понимания физической стороны этих мер нужно знать, как электромедицинская аппаратура подключается к трехфазной системе.

При техническом решении вопроса о наиболее экономной передаче переменного тока по проводам русским инженером М. О. Доливо - Добровольским в конце прошлого века была предложена трехфазная система тока (трехфазный ток). Один из вариантов этой системы представлен на рис 2.4: 1 – фазные обмотки одного генератора, в которых индуцируется переменное напряжение; 2 – нагрузки (потребителя); 3 – линейные провода (они соединяют генератор с потребителем). Для того чтобы потребитель в одном контуре трехфазной цепи не влиял на режим работы другого контура, целесообразно включить нейтральный (нулевой) провод 4. Напряжения $U_{л}$ между линейными проводами называются

линейными, а между линейными и нейтральным проводом – фазовыми (U_ϕ). Соотношение между фазовым и линейным напряжением следующее:

$$U_r = \sqrt{3}U_\phi \approx 1,73U_\phi$$

Обычно электромедицинская аппаратура присоединяется как однофазная нагрузка к линейному или фазовому напряжению. На рис 2.4 показано питание аппарата или прибора линейным напряжением, нейтрал изолирована. Для упрощения предположим, что линейные провода имеют совершенную изоляцию, а нейтральный провод имеет относительно земли сопротивление R_n (показано штриховой линией). Если бы не было защитного заземления R_z , то при пробое и касание человеком корпуса на человеке оказалось бы напряжение. Штрих пунктиром показана цепь, в которую оказался бы включенным человек. Из рисунка видно, что напряжение U_ϕ перераспределяется между сопротивлениями R_n тела человека, включая и сопротивление земли (пола), и R_n . Если, например, $R_n = 0,5 R_n$, а $U_\phi = 220$ В, то на человеке может оказаться $220/3$ В ≈ 75 В. Для защиты человека в этом случае необходимо заземлить корпус. Сопротивление R_z заземления подсоединено параллельно R_n . Так как R_z мало (должно быть не более 4 Ом), то $R_n \gg R_z$ и фактически на этом сопротивлении и, следовательно, на человеке будет весьма незначительное напряжение.

Для того, чтобы потребитель в одном контуре трехфазной цепи не влиял на режим работы другого контура, целесообразно включить нейтральный (нулевой) провод. 4.

Существенно отметить, что благодаря значительному сопротивлению R_n пробой на корпус не вызовет аварийного тока, достаточного для срабатывания предохранителя, поэтому это нарушение может остаться незамеченным для персонала. Однако, если рядом окажется аппарат (прибор) с пробоем на корпус от другого линейного провода (другой

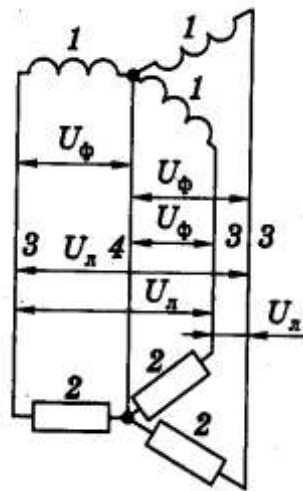


Рис. 2.4. Схема соединения трех фазной системы: 1 – фазовые обмотки одного генератора, в которых индуцируется переменное напряжение; 2 – нагрузки (потребители); 3 – линейные провода (они соединяют генератор с потребителем); 4 – нейтральный (нулевой) провод

фазы), то между корпусами двух приборов появится линейное напряжение. Одновременное прикосновение к таким корпусам весьма опасно.

В настоящее время в большинстве случаев распространены трехфазные сети с заземленной нейтралью. В этом случае защитное заземление малоэффективно. В самом деле, при хорошем заземлении нейтрала (Рис. 2.5) $R_{и}$ мало, например, $R_{и} \approx R_{з}$.

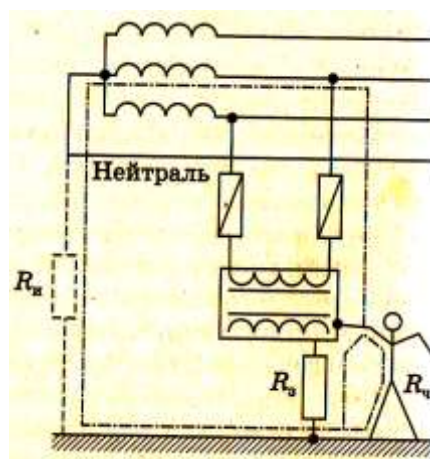


Рис. 2.5. Схема обеспечения прибора и аппарата с линейным напряжением

Напряжение U_{ϕ} перераспределится между сопротивлениями, и между корпусом и землей окажется напряжение, равное $0,5 U_{\phi}$. Это опасно для человека. Скорее всего, при пробое сработает предохранитель, однако, это может произойти при недостаточной силе аварийного тока. Для того, чтобы предохранитель сработал, используют другой вид защиты – защитное зануление, при котором корпус аппаратуры соединяют проводниками с нулевым проводом сети (Рис. 2.6). В случае пробоя на корпус возникает короткое замыкание, срабатывает предохранитель и аппаратура отключается от источника напряжения. Так как

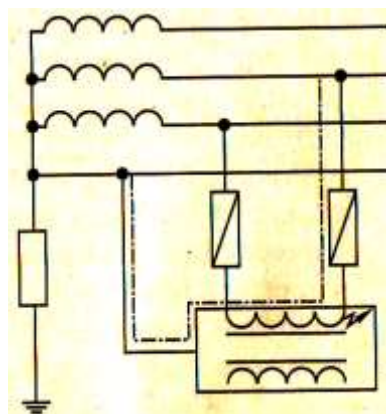


Рис.2.6. Схема соединения корпус аппаратурой с помощью проводов в нулевой линии отрасли

всегда имеется вероятность обрыва нулевого провода, то нейтраль заземляют в нескольких местах.

Резюмируя сказанное, еще раз отметим, что защитные заземления или зануления должны обеспечивать в установках, с изолированной нейтралью, безопасную силу тока, проходящего через тело человека при замыкании цепи на заземленные части аппаратуры, в установках с заземленной нейтралью – автоматическое отключение аппаратуры от электрической сети.

Однако не всякая электромедицинская аппаратура надежно защищена заземлением. В зависимости от способа дополнительной защиты от поражения током питающей сети аппаратура делится на четыре класса:

I – изделия, у которых кроме основной изоляции предусмотрено совместное подключение питающего напряжения и заземления (зануления) доступных для прикосновения металлических частей. Так, например, это может быть сделано с помощью трехпроводного сетевого шнура и трех контактной вилки. Два провода шнура служат для подведения напряжения, а третий является заземляющим. При вставлении вилки в розетку сначала присоединяется заземление, а затем сетевое напряжение.

0I – изделия, которые отличаются от изделий класса I только тем, что имеют отдельный зажим (клему) на доступных для прикосновения металлических частях с целью присоединения их внешнему заземляющему (зануляющему) устройству. На рис. 2.3 б показано место защитного заземления (зануления). Применение изделий класса 0I имеет временный характер, в дальнейшем эти изделия должны быть заменены соответствующими класса I.

II – изделия, которые кроме основной изоляции имеют и дополнительную. Возможно вместо основной и дополнительной изоляции наличие усиленной изоляции. У аппаратуры этого класса нет приспособлений для защитного заземления. На рис. 2.3.а показан ввод сетевого шнура (или кабеля) для изделий этого класса.

III – изделия, которые рассчитаны на питание от изолированного источника тока с переменным напряжением не более 24 В или с постоянным напряжением не более 50 В и не имеют внешних или внутренних цепей с более высоким напряжением. Изделия этого класса также не имеют приспособления для защитного заземления.

Выше были рассмотрены лишь основные вопросы электробезопасности при работе с электромедицинской аппаратурой. Так

как трудно дать электрическое описание различных ситуаций, способных повлечь несчастный случай, то ограничимся в заключение лишь некоторыми общими указаниями:

- не касайтесь приборов одновременно двумя обнаженными руками, частями тела;
- не работайте на влажном, сыром полу, на земле;
- не касайтесь труб (газ, вода, отопление), металлических конструкций при работе с электроаппаратурой;
- не касайтесь одновременно металлических частей двух аппаратов (приборов)

При проведении процедур с использованием электродов, наложенных на пациента, трудно предусмотреть множество вариантов создания электроопасной ситуации (касание больным относительных батарей, газовых и водопроводных труб и кранов, замыкание через корпус соседней аппаратуры и т.п.), поэтому необходимо четко следовать инструкции по проведению данной процедуры, не делая каких-либо отступлений от нее.

Медицинская аппаратура должна нормально функционировать. Это требование, однако, не всегда выполняется, говоря точнее, такое требование не может выполняться сколь угодно долго, если не принимать специальных мер [1].

Врач, использующий медицинскую аппаратуру, должен иметь представление о вероятности отказа эксплуатируемого изделия, т.е. о вероятности порчи прибора (аппарата) или его частей, превышения или понижения допустимых параметров. Устройство, не отвечающее техническим условиям, становится *неработоспособным*. Отремонтировав, его можно сделать вновь работоспособным. Во многих случаях достаточно заменить лампу или резистор, чтобы изделие вновь функционировало нормально, однако может быть и так, что аппаратура оказывается настолько устаревшей и изношенной, что экономически целесообразно ее

ремонттировать (восстанавливать). В связи с этим медицинский персонал должен иметь представление о ремонтпригодности аппаратуры и долговечности ее частей.

Способность изделия не отказывать в работе в заданных условиях эксплуатации и сохранять свою работоспособность в течение заданного интервала времени характеризуют обобщающим термином *надежность*.

Для медицинской аппаратуры проблема надежности особенно актуальна, так как выход приборов и аппаратов из строя может привести не только к экономическим потерям, но и к гибели пациентов.

Способность аппаратуры к безотказной работе зависит от многих причин, учесть действие которых практически невозможно, поэтому количественная оценка надежности имеет вероятный характер. Так, например, важным параметром является *вероятность безотказной работы*. Она оценивается экспериментально отношением числа N работающих (не испортившихся) за время t изделий к общему числу N_0 испытываемых изделий:

$$P(t) = \frac{N(t)}{N_0} \quad (2.1)$$

Эта характеристика оценивает возможность сохранения изделием работоспособности в заданном интервале времени. Другим количественным показателем надежности является *интенсивность отказов* $\lambda(t)$. Этот показатель равен отношению числа отказов dN к произведению времени dt на общее число N работающих элементов:

$$\lambda = -\frac{dN}{Ndt} \quad (2.2)$$

Знак «-» поставлен в связи с тем, что $dN < 0$, так как число работающих изделий убывает со временем.

Функция $\lambda(t)$ может иметь различный вид. Наиболее характерная ее форма изображена графически на рис. 2.7. Здесь заметны три области:

I – период приработки, когда «выжигаются» дефектные элементы изделия, проявляются скрытые пороки, возникшие в процессе изготовления деталей. Интенсивность отказов при этом может быть достаточно велика;

II – период нормальной эксплуатации, интенсивность отказов значительное время может сохранять постоянное значение. На этот период следует планировать нормальную эксплуатацию аппаратуры;

III – период старения, интенсивность отказов возрастает со временем благодаря влиянию старения материалов и износа элементов.

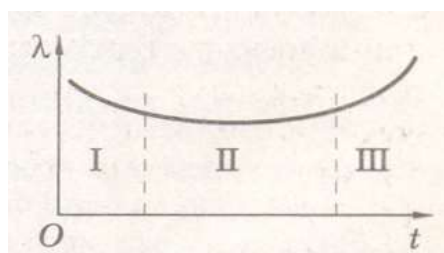


Рис. 2.7. Зависимость интенсивность отказов медицинской аппаратуры от времени

Медикам должно быть интересно, что приблизительно аналогичный вид имеет временная зависимость параметра, характеризующего смертность человека. В большей мере «интенсивность смертности» присуща периоду младенцев (период I) и старикам (период III).

Между вероятностью безотказной работы P и интенсивностью отказов λ существует определенная связь. Установим ее для случаев $\lambda = \text{const}$ (период II). Запишем дифференциальное уравнение (2.2), разделив переменные по разным частям равенства:

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \quad (2.3)$$

Интегрируя и подставляя нижние пределы (начальное число N_0 испытываемых изделий и время $t = 0$) и верхние пределы (число N безотказно работающих изделий к моменту t), получаем:

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt; \quad \ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t; \quad \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \quad (2.4)$$

Сопоставляя (2.4) и (2.1), имеем: $P(t) = e^{-\lambda t} \quad (2.5)$

Таким образом, при постоянной интенсивности отказов получаем экспоненциальный закон изменения со временем вероятности безотказной работы. Этот закон можно использовать для оценки надежности аппаратуры.

В зависимости от возможных последствий отказа в процессе эксплуатации медицинские изделия подразделяются на четыре класса:

А – изделия, отказ которых представляет непосредственную опасность для жизни пациента или персонала. Вероятность безотказной работы изделий этого класса должна быть не менее 0,99 в течение наработки между планово-предупредительными техническими обслуживаниями (ремонт, проверка), - в течение установленного для них срока службы. К изделиям этого класса относятся приборы для наблюдения за жизненно важными функциями больного, аппараты искусственного дыхания и кровообращения и др.;

Б – изделия, отказ которых вызывает искажение информации о состоянии организма или окружающей среды, не приводящее к непосредственной опасности для жизни пациента или персонала, либо вызывает необходимость немедленного использования аналогичного по функциональному назначению изделия, находящегося в режиме ожидания. Вероятность безотказной работы изделия этого класса должна быть не менее 0,8. К таким изделиям относятся системы, следящие за больными, аппараты для стимуляции сердечной деятельности и др.;

В – изделия, отказ которых снижает эффективность или задерживает лечебно-диагностический процесс в некритических ситуациях, либо повышает нагрузку на медицинский или обслуживающий персонал, либо приводит только к материальному ущербу. Нарботка на отказ ремонтируемых изделий этого класса и средняя наработка до отказа неремонтируемых изделий должна не менее чем в два раза превышать наработку или календарный период между планово – предупредительными техническими обслуживаниями, а для изделий, не подлежащих техническим обслуживаниям, должна быть не менее гарантийной наработки или гарантийного срока эксплуатации при средней интенсивности использования изделий. К этому классу относится большая часть диагностической и физиотерапевтической аппаратуры, инструментарий и др.;

Г – изделия, не содержащие отказоспособных частей. Электромедицинская аппаратура к этому классу не относится.

Медикам интересно знать, что понятие надежности можно с некоторой долей условности применять и к человеческому организму, рассматривая болезнь как утрату работоспособности, лечение – как ремонт, а профилактику – как мероприятия, способствующие повышению надежности. Однако организм – сложная система, и «технический» подход возможен лишь отчасти, с учетом обратных связей и процессов регулирования.

§2.2. Физические основы получения медицинских и биологических сведений

Для того, чтобы получить и зафиксировать информацию о состоянии и параметрах медико - биологической системы, необходимо иметь целую совокупность устройств.

Первичный элемент этой совокупности – чувствительный элемент средства измерений, называемый *устройство съема*, - непременно контактирует или взаимодействует с самой системой, остальные элементы находятся обычно обособлено от медико-биологической системы, в некоторых случаях части измерительной системы могут быть даже отнесены на значительные расстояния от объекта измерений.

Структурная схема измерительной цепи изображена на рис.2.8.

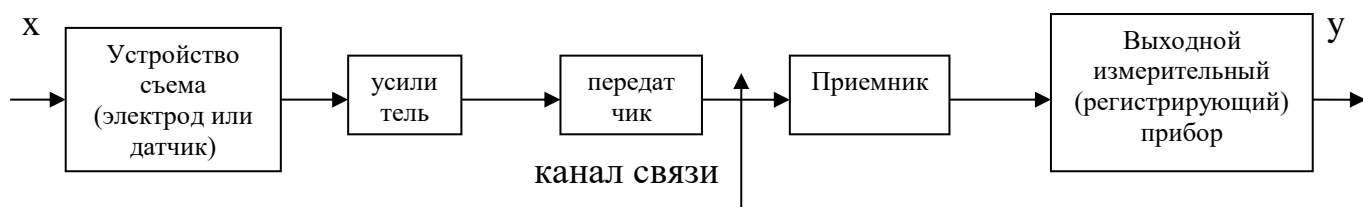


Рис. 2.8. Схематический вид устройства получения, передачи и регистрации медико – биологической информации

Эта схема является общей и отражает всевозможные реальные системы, применяемые в медицине для диагностики и исследования. В устройствах медицинской электроники чувствительный элемент либо прямо выдает электрический сигнал, либо изменяет таковой сигнал под воздействием биологической системы. Таким образом, устройства съема преобразует информацию медико - биологического и физиологического содержания в сигнал электронного устройства. В медицинской электронике используются два вида устройств съема: электроды и датчики.

Завершающим элементом измерительной цепи в медицинской электронике является *средство измерений*, которое отображает или регулирует информации. О биологической системе в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

Во многих случаях между устройством съема и средством измерений имеются элементы, усиливающие начальный сигнал и передающие его на расстояние.

В структурной схеме (рис 2.8) X означает некоторый измеряемый параметр биологической системы, например давление крови. Буквой Y обозначена выходная величина, например сила тока (мА) на измерительном приборе или смещение писчика (мм) на бумаге регистрирующего прибора. Для получения количественной информации о биологической системе должна быть известна зависимость $y = f(x)$.

§2.3. Электроды и датчики как основа диагностической аппаратуры при получении медицинских сведений

Электроды для съема биоэлектрического сигнала – это проводники специальной формы, соединяющие измерительную цепь с биологической системой.

При диагностике электроды используются не только для съема электрического сигнала, но и для подведения внешнего электромагнитного воздействия, например в реографии. В медицине электроды используются также для оказания электромагнитного воздействия, например в реографии. В медицине электроды используются также для оказания электромагнитного воздействия с целью лечения и при электростимуляции.

К электродам предъявляются определенные требования: они должны быстро фиксироваться и сниматься, иметь высокую стабильность электрических параметров, быть прочными, не создавать помех, не раздражать биологическую ткань и т.п.

Важная физическая проблема, относящаяся к электродам для съема биоэлектрического сигнала, заключается в минимизации потерь полезной информации, особенно на переходном сопротивлении электрод – кожа. Эквивалентная электрическая схема контура, включающего в себя биологическую систему и электроды, изображена на рис. 2.9. ($\epsilon_{\text{бп}}$ – э.д.с. источника биопотенциалов; r – сопротивление внутренних тканей биологической системы; R – сопротивление кожи и электродов,

контактирующих с ней; $R_{\text{вх}}$ – входное сопротивление усилителя биопотенциалов). Из закона Ома, предполагая, что сила тока на всех участках контура одинакова, имеем

$$\varepsilon_{\text{бп}} = Ir + IR + IR_{\text{вх}} = IR_i + IR_{\text{вх}}, \text{ где } R_i = r + R. \quad (2.3.1)$$

Можно условно назвать падение напряжения на входе усилителя $IR_{\text{вх}}$ «полезным», так как усилитель увеличивает именно эту часть э.д.с. источника. Падения напряжения Ir и IR внутри биологической системы и на системе электрод – кожа в этом смысле «бесполезны». Так как величина $\varepsilon_{\text{бп}}$ задана, а уменьшить r невозможно, то увеличить $IR_{\text{вх}}$ можно лишь уменьшением R , и прежде всего уменьшением сопротивления контакта электрод – кожа.

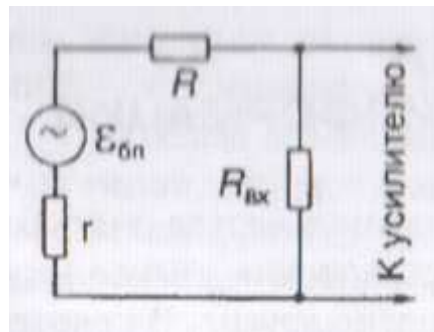


Рис. 2.9. Эквивалентная электрическая схема объединяющей биологическая система и электродов

Для уменьшения переходного сопротивления электрод – кожу стараются увеличить проводимость среды между электродом и кожей, используют марлевые салфетки, смоченные физиологическим раствором, или электропроводящие пасты. Можно уменьшить это сопротивление, увеличив площадь контакта электрод – кожа, т.е. увеличив размер электрода, но при этом электрод будет захватывать несколько эквипотенциальных поверхностей (рис. 2.10) и истинная картина электрического поля будет искажена.

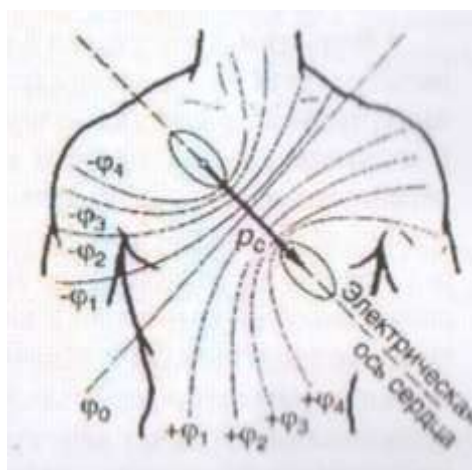


Рис.2.10. Положения дипольный момент сердца вектора P_c и эквипотенциальных линий для момента времени, когда дипольный момент максимален

По назначению электроды для съема биоэлектрического сигнала подразделяют на следующие группы:

- 1) для кратковременного применения в кабинетах функциональной диагностики, мер для разового снятия электрокардиограммы;
- 2) для длительного использования (например, при постоянном наблюдении за тяжелобольными в условиях палат интенсивной терапии);
- 3) для использования на подвижных обследуемых, например в спортивной или космической медицине;
- 4) для экстренного применения, например в условиях скорой помощи.

Ясно, что во всех случаях проявится своя специфика применения электродов: физиологический раствор может высохнуть и сопротивление изменится, если наблюдение биоэлектрических сигналов длительное, при бессознательном состоянии пациента надежнее использовать игольчатые электроды и т.п.

При пользовании электродами и электрофизиологических исследованиях возникают две специфические проблемы. Одна из них это возникновение гальванической э.д.с при контакте электродов с биологической тканью. Другая – электролитическая поляризация

электродов, что проявляется в выделении на электродах продуктов реакций при прохождении тока. В результате возникает встречная по отношению к основной э.д.с.

В обоих случаях, возникающие э.д.с. искажают снимаемый электродами полезный биоэлектрический сигнал. Существуют способы, позволяющие снизить или устранить подобные влияния, однако эти приемы относятся к электрохимии и в этом курсе не рассматриваются.

В заключении рассмотрим устройство некоторых электродов. Для снятия электрокардиограмм к конечностям специальными резиновыми лентами прикрепляют электроды – металлические пластинки с клеммами 1 (рис. 2.11), в которые вставляют и закрепляют штыри кабелей отведений. Кабели соединяют электроды с электрокардиографом. На груди пациента устанавливают грудной электрод 2. Он удерживается резиновой присоской. Этот электрод также имеет клемму для штыря кабеля отведений.

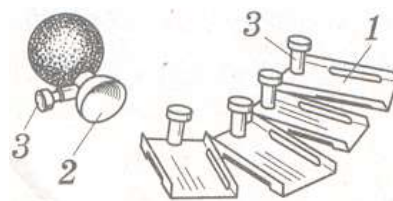


Рис. 2.11. Электроды для снятия электрокардиограмм: 1 – металлические пластинки с клеммам, 2 – грудной электрод, 3 - винтики для соединения кабеля отведений

В микроэлектродной практике используют стеклянные микроэлектроды. Профиль такого электрода изображен на рис 2.12, кончик его имеет диаметр 0,5 мкм. Корпус электрода является изолятором, внутри находится проводник в виде электролита. Изготовление микроэлектродов и работа с ними представляют определенные трудности, однако такой микроэлектрод позволяет прокалывать мембрану клетки и проводить внутриклеточные исследования.

Датчики медико-биологической информации. Многие медико-биологические характеристики нельзя непосредственно «снять» электродами, так как эти характеристики не отражаются биоэлектрическим сигналом: давление крови, температура, звуки сердца и многие другие. В некоторых случаях медико-биологическая информация связана с электрическим сигналом, однако к ней удобнее подойти как к неэлектрической величине (например, пульс). В этих случаях используют датчики (измерительные преобразователи).

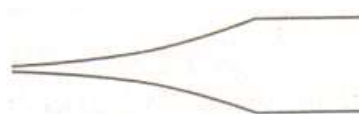


Рис. 2.12. Стекланные микроэлектроды с профилем изображением

Датчиком называют устройство, преобразующее измеряемую или контролируемую величину в сигнал, удобный для передачи, дальнейшего преобразования или регистрации. Датчик, к которому подведена измеряемая величина, т.е. первый в измерительной цепи, называется *первичным*.

В рамках медицинской электроники рассматриваются только такие датчики, которые преобразуют измеряемую или контролируемую неэлектрическую величину в электрический сигнал.

Использование электрических сигналов предпочтительно, чем иных, так как электронные устройства позволяют сравнительно не сложно усиливать их, передавать на расстояние и регистрировать. Датчики подразделяются на *генераторные* и *параметрические*.

Генераторные датчики под воздействием измеряемого сигнала непосредственно генерируют напряжение или ток. Укажем некоторые типы этих датчиков и явления, на которых они основаны:

- 1) *пьезоэлектрические*, пьезоэлектрический эффект;

2) *термоэлектрические*, термоэлектричество – явление возникновения ЭДС в электрической цепи, состоящий из последовательно соединенных разнородных проводников, имеющих различную температуру спаев;

3) *индукционные*, электромагнитная индукция;

4) *фотоэлектрические*, фотоэффект.

Параметрические датчики под воздействием измеряемого сигнала изменяют какой-либо свой параметр. Укажем некоторые типы этих датчиков и измеряемый с их помощью параметр:

1) *емкостные*, емкость;

2) *реостатные*, омическое сопротивление;

3) *индуктивные*, индуктивность или взаимная индуктивность.

В зависимости от вида энергии, являющейся носителем информации, различают *механические*, *акустические* (звуковые), *температурные*, *электрические*, *оптические* и другие датчики.

В некоторых случаях датчики называют по измеряемой величине: так, например, датчик давления, тензометрический датчик (тензодатчик) – для измерения перемещения или деформации и т.д.

Приведем возможные медико-биологические применения указанных типов датчиков (табл.2.1)

Таблица 2.1

Датчик	Механический	Акустический	Оптический	Температурный
Пьезоэлектрический	АД	ФКГ	—	—
Термоэлектрический	—	—	—	Т
Индукционный	БКГ	ФКГ	—	—
Фотоэлектрический	—	—	ОГГ	—
Емкостной	ФКГ	—	—	—
Реостатный	АД, БКГ	—	—	Т
Индуктивный	ДЖ	—	—	—

О б о з н а ч е н и я: АД – артериальное давление крови, БКГ – баллистокардиограмма, ФКГ – фонокардиограмма, ОГГ – оксигеомография, Т – температура, ДЖ – давление в желудочно-кишечном тракте.

Датчик характеризуется функцией преобразования – функциональной зависимостью выходной величины y от входной x , которая описывается аналитическим выражением $y = f(x)$ или графиком. Наиболее простым и удобным случаем является прямо пропорциональная зависимость $y = kx$.

Чувствительность датчика показывает, в какой мере выходная величина реагирует на изменение входной:

$$z = \Delta y / \Delta x.$$

Она в зависимости от вида датчика выражается, например, в *омах на миллиметр* (Ом/мм), в милливольтгах на кельвин (мВ/К) и т.д. Чувствительность последовательной совокупности датчиков равна произведению чувствительности всех датчиков.

Существенны временные характеристики датчиков. Дело в том, что физические процессы в датчиках не происходят мгновенно, это приводит к запаздыванию изменения выходной величины по сравнению с изменением входной. Аналитически такая особенность приводит к зависимости чувствительности датчика от скорости изменения входной величины dx/dt или от частоты при изменении x по гармоничному закону.

При работе с датчиками следует учитывать возможные, специфические для них, погрешности. Причинами погрешностей могут быть следующие факторы:

- 1) температурная возможность функции преобразования;
- 2) гистерезис – запаздывание y от x даже при медленном изменении входной величины, происходящие в результате необратимых процессов в датчике;
- 3) непостоянство функции преобразования во времени;
- 4) обратное воздействие датчика на биологическую систему, приводящее к изменению показаний;
- 5) инерционность датчика (пренебрежение его временными характеристиками) и др.

Конструкция датчиков, используемых в медицине, весьма разнообразна: от простейших (типа термопары) до сложных доплеровских датчиков. Опишем в виде примера весьма датчик частоты дыхания – реостатный (резистивный).

Этот датчик (рис 2.13) выполнен в виде резиновой трубки *1*, которая заполнена мелким угольным порошком *2*. С торцов трубки вмонтированы электроды *3*. Через уголь можно пропускать ток от внешнего источника *4*.

При растяжении трубки увеличивается длина *l* и уменьшается площадь *S* сечения столбика угля и согласно формуле увеличивается сопротивление *R*

$$R = \rho l / S$$

где ρ – удельное сопротивление угольного порошка.

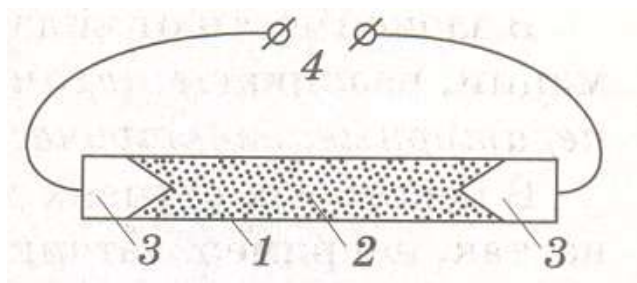


Рис. 2.13. Схематический вид простого датчик частоты дыхания

Таким образом, если трубкой опоясать грудную клетку или, как это обычно делается, прикрепить к концам трубки ремень и охватить им грудную клетку, то при вдохе трубка растягивается, а при выходе сокращается. Сила тока в цепи будет изменяться с частотой дыхания, что можно зафиксировать, используя соответствующую измерительную схему.

В заключении отметим, что датчики являются техническими аналогами рецепторов биологических систем.

§2.4. Специальная медицинская техническая аппаратура при использовании первичной диагностики и госпитализации больных

§2.4.1. Виды диагностической аппаратуры принципы их работы, их возможностей и правила их использования

Диагностическая аппаратура предназначена для исследования параметрических характеристик живого организма, в результате чего, изучаются отклонения от нормы и их причины, и ставится точный диагноз.

При первичной диагностике и госпитализации больных, для получения нужной информации живого организма с помощью диагностических приборов взимаются параметры определенных характерных энергий или делаются выводы через воздействия определенных характерных энергетических параметров.

При первичной диагностике тщательно изучается история болезней пациента, после чего, измеряется артериальное давление и температура больного. При необходимости производится лабораторный и рентген анализ, собирается информация. Диагностические приборы по виду работ делятся на аппараты, воздействующие через определенные параметры и аппараты, получающие информацию. (например, рентген, реография)

Поэтому диагностические приборы, воздействующие через определенные физические параметры, называются воздействующими аппаратами.

Воздействующие диагностические приборы необходимую информацию получают через определенное воздействие (рентген, УЗ, эхография) или через обратное воздействие, т.е. через проникающие энергии в организм, пробуждающие тело больного (электростимулятор).

Приемные диагностические приборы дают информацию о разных процессах, производящих в организме, как, например, генерация биопотенциала органов и тканей, звуковые тона сердца, температура тела и другие сведения. Эти приборы, как и другие виды измерительных

приборов, минимально воздействуя на применяемый процесс, должны передавать нужную информацию с незначительными отклонениями. Воздействующие терапевтические аппараты и диагностические приборы по виду направленной энергии воздействия на тело пациента делятся на электрическую и механическую энергию.

Поэтому многие воздействующие приборы, например, рентген, электродиагностика, УЗ и другие традиционно называются аппаратами.

Воздействующие аппараты с помощью электрической энергии включают в себя низкочастотные, высокочастотные, светооптические, рентген и радиологические аппараты. Аппараты, воздействующие механическим способом, могут быть (электромедицинскими) механическими, газовыми и гидравлическими приборами.

В состав электромедицинских аппаратов входят: Ультразвуковые терапевтические аппараты и диагностические приборы, аудиометры, вибромассажёры. Приборы, работающие на газе, считаются электроприводными вентиляционными аппаратами.

Гидравлическими аппаратами, воздействующие механическим способом считаются УЗ и брызговые аэрозольные аппараты. Низкочастотные и высокочастотные терапевтические аппараты по форме электроэнергетического воздействия классифицируются нижеследующими: электрический ток; электрическое поле.

Таким образом, низкочастотные терапевтические аппараты делятся на две группы.

Аппараты, воздействующие с помощью электрического тока, делятся на три группы по виду тока: постоянный; переменный; импульсивный.

Следующее разделение аппаратов на группы делятся по функциональным признакам и именуется в соответствии с методикой медицины.

Вышеуказанные аппараты далее разделяются по методу использования в медицине. Воздействующие низкочастотным полем аппараты, в основном делятся по виду поля, то есть используемое индукционное поле, который состоит из электрического и магнитного поля. Следующий этап группировки определяется по виду поля (постоянный, переменный, импульсивный). Далее делятся по методам медицинского использования.

Высокочастотные терапевтические аппараты по виду используемой энергии составляют две группы: электрический ток; электрическое или магнитное поле.

Воздействующие полем аппараты делятся по составляющим электромагнитные поля на три группы: электрические; магнитные; электромагнитные.

Воздействующие аппараты с помощью тока и поля в следующем разделяются по режиму вибрации: постоянный; импульсивный.

Высокочастотные терапевтические и высокочастотные воздействующие диагностические аппараты имеют разные названия. К примеру, к низкочастотным приборам относятся электродиагностические аппараты, а к высокочастотным приборам относятся импедансный плетизмография.

Три группировки приборов используемых при диагностике принимающих энергию от пациента определяется по виду формы энергии. В период диагностики прибор может принять от пациента электрическую, механическую, тепловую и химическую энергию.

Электрическая энергия воспринимается как биопотенциал всяких тканей и органов (сердце, мускулы, мозг, желудок и др.).

Механическая энергия в виде акустического тока передается прибору от организма (фонокардиография), ударного выхода крови из сердца по крупным артериям, независимо от действия всего тела

(баллистокардиография), при сохранении желудка и матки происхождение сдвигов части тела (гистерография) и т.п.

Инфракрасные лучи (ИК) используются в виде тепловой энергии, при измерении температуры с помощью контактных методов (термографии). С помощью контактных электродов при измерении концентрации кислорода и водорода в крови используется химическая энергия.

§2.5. Образцы диагностической аппаратуры, используемой в медицинской практике

§2.5.1 Аппаратура, фиксирующая биопотенциал человека

Биоэлектрические процессы организма в медицине широко используются в виде источника информации о состоянии тканей и органов, а также об их деятельности.

Из курса биофизики известно, что самой основной частью клеток считаются мембраны. Они создают возможность для генерации электропотенциалов клеток. Эти потенциалы в клетках живых тканей имеют полупроводниковые способности, являющиеся результатом процессов существующих в мембранах. Поэтому запись этих биопотенциалов считается регистрацией биотоков клеток и используются они в качестве источников информации при диагностике разных заболеваний.

Диагностическую сердечных заболеваний в настоящее время без электрокардиографии представить невозможно, так как это исследование выражает функцию биопотенциала сердца и их изменения в определенное время в виде графических изображений. (т.е. $U = f(t)$).

Из-за концентрации неорганических ионов (калий, натрий и хлор) внутренние и наружные мембраны клеток имеют зарядные ионы.

Во внутренней поверхности мембраны в покое существуют потенциалы постоянных отрицательных ионов, т.е. отрицательные

поверхностные линии относительно к внешним поверхностям. Это считается потенциалом покоя, который имеется в нервных клетках 60 - 80 мВ, в поперечных и долевых волокнах мышцы, 80 - 90 мВ и в волокнах мышцы 90 – 95 мВ.

В период беспокойства между клетками и окружающей средой разница потенциала меняется, т.е. возникает потенциал действия. Потенциал действия распространяется в нервных тканях. Измерение сопротивления мембраны при появлении потенциала действия показала, что оно повторяется в зависимости от времени потенциала действия. Он продолжается несколько микросекунд под амплитудой 100мВ. Записью биопотенциалов считается регистрация биотоков, возникающих в клетках.

Фиксация биопотенциалов – это регистрация биотоков возбужденных клеток. Возбужденными тканями обладают сердце, головной мозг, сетчатка мозга, мышцы, желудок и железы.

В медицине используют следующие виды регистрации биопотенциалов:

- ЭКГ – регистрация биопотенциалов, происходящих в сердце.
- ЭЭГ – регистрация биопотенциалов, происходящих в головном мозге.
- ЭМГ – регистрация биопотенциалов, образующихся в мышцах.
- ЭРГ – регистрация биопотенциалов, образующихся в сетчатке глаза.
- ЭГГ – регистрация биопотенциалов, образующихся в мышцах желудка.

Электрокардиография (ЭКГ) - это регистрация биопотенциалов в графическом виде на экране или бумажной ленте работу сердца специалист прибором неинвазивного метода в технике механической работы сердца (Рис. 2.14).

История возникновения ЭКГ: немецкие ученые А. Келликер и Г. Мюллер (1856) впервые определили электрические биопотенциалы в сокращенных мышцах, здесь они наблюдали за ритмическим сокращением мышц сердца при перевязке нервов, идущие к сердцу. Активность

электричества сердца впервые Мореем с помощью электрокапилляра Лимпана инструментально регистрировал на черепахе и лягушке. В 1887 году английский ученый А. Уоллер впервые провел ЭКГ исследования на человеке при помощи капилляра электрометра. Для регистрации потенциалов Уоллер расставил электроды на тело (грудь и спину).

В 1902 году с открытием гальванометра Вильяма - Эйтховена (основанный на принципах 1794 года Гальвана) начали использовать в клиниках регистрации ЭКГ (Рис.2.15).

В 1930 году определили изменения в миокарде при инфаркте миокарда. В 1928 году Кливендские Гарольд Фил и Мортимер Сигел записали ЭКГ у четвертых больных со стенокардией.



Рис. 2.14. Общий вид шести каналный портативный электрокардиограф

В 1931 году Френсис Вуд и Чарльз Волферт из Пенсильвании изучили признаки ЭКГ при стенокардии и клинические анализы. Они определили положительные стороны ЭКГ при исследовании сердечнососудистой системы, связанные с непонятными состояниями. Вильсон писал о рождении современном ЭКГ. С 1950 года ЭКГ используется для высоко опасных групп больных, перед обезболиванием и операций. Этот метод помогает нам определить и оценить важные функции сердца как автоматизм, возбуденность и проводимость.



Рис. 2.15. В первые регистрации ЭКГ в организм человека (1902 г.)

Этот метод поможет для оценки вынужденного функции сердца например, автоматизм, возбуждения и пропускание. На рис. 2.16. отражено регистрации ЭКГ в условиях современной клиники.

В результате всесторонний развитие медицинской электроники и на основе современной требования медицине, досконально изучать работа о деятельности сердца и вопросы применения в медицинской практики интенсивно развиваются. ЭКГ является дешёво и удобная информационная тестом, создает условия для получения доскональной информации о деятельности сердца.

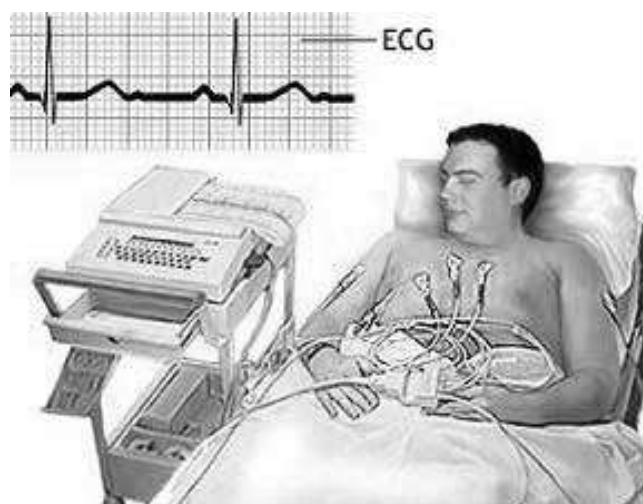


Рис. 2.16. Регистрации ЭКГ в клинических условиях

Поэтому для регистрации ЭКГ создано и создаются современные портативный и всесторонняя информация дающие электрокардиографы. Целесообразно ознакомление ниже приведенные некоторые таких приборов.

На рис. 2.17. показано электрокардиографы 3 –х отведений и 3 –х каналный с экраном 128x64 мм- вий марки «[HeartMirror 3IKO](#)» и «[HeartScreen 60G](#)» компании «Innomed Medical», а на рис.2.18. отражено электрокардиографы 12 –х отведений и 3 –х каналный с экраном 320x240 мм- вий марки «[CardiMax FCP-7101](#)» и «[CardiMax FX-7102](#)» компании «Fukuda Denshi», на рис. 2.19 приведено электрокардиографы марки «Cardiovit AT-104 PC» в виде одного объединенным прибором с компьютером, на рис. 2.20 указано электрокардиографы производственной на базе персональной компьютера новой марки «Cardiovit CS-200», на рис. 2.21 отражено электрокардиографы марки «CardioLaptop PT-160» разработанной в виде персональной диагностической рабочей станции, для решение комплекс вопросов в кардиодиагностики использованной на основе современной компьютерной технологии соответствующий на требования высокого стандарта и для получения уверенной ЭКГ и д.р.



a

b

Рис. 2.17. Общий вид электрокардиографы марки «[HeartMirror 3IKO](#)» (a) и «[HeartScreen 60G](#)» (b)



a

b

Рис. 2.18. Общий вид электрокардиографа марки «[CardiMax FCP-7101](#)» (a) и «[CardiMax FX-7102](#)» (b)



Рис. 2.19. Общий вид электрокардиографа марки «Cardiovit AT-104 PC»



Рис. 2.20. Общий вид электрокардиографа марки «Cardiovit CS-200»



Рис. 2.21. Общий вид электрокардиографа марки «CardioLaptop PT-160»

Кроме этого для получения еще больше и все сторонние информации о деятельности сердце разработана в разном виде система по хольтеру которые они в течение суток собирает информацию о деятельности сердца. Например, со стороны компании "Burdick" США разработана диагностической системы «VISION PREMIER» по хольтеру которые ведет мониторинга по ЭКГ, он является более современная диагностическая система.

Эта система рассчитана на глубокий профессиональный исследования по различных разрушение ритмов сердца больных (рис. 2.22). Кроме этого по хольтеру регистрирующей приспособления «PC Card Recorder 92514», которые в течение 24 часа собирают информации по ЭКГ на основе цифровой 3 –х канальной запись. Для каждого канала цифровой частоты равно 200 В. чисел. Обеспечивающая батарейка 2АА. Масса: 145 Гр.(рис.2.23).

Применение ЭКГ:

- для определения регуляции и частоты сокращения сердца
- определяет острые и хронические поражения миокарда
- определения расстройства обмена К, Са, Mg и других элементов
- определяет проницаемость сосудов



Рис.2.22. Общий вид системе «VISION PREMIER» ведущий мониторинга ЭКГ по хольтеру



Рис. 2.23. Общий вид приспособления «PC Card Recorder 92514» ведущий мониторинга ЭКГ по хольтеру

- метод скрининга при непреходящих пробах и ишемических болезнях сердца
- болезни, не связанные с сердцем, например: может дать информацию о тромбозах артерии легких.

Показания ЭКГ:

- подозрение на заболевания сердца и группе риска
- ухудшение состояния больного с заболеванием сердца, появление болей в области сердца, появление артерий

- перед операциями
- при подозрении на заболевания, связанные с сердцем при поражении внутренних органов горла, кожные заболевания и другие.

В электрокардиографическом исследовании есть 12 отведений: 3 из них однополюсные и 6 грудные стандартные двухполюсные, они обозначаются римскими цифрами I, II, III. Это отведение помогает определить разницу потенциалов между двумя отведениями. Для этого два электрода наверху, один электрод прикрепляется снизу.

Существуют следующие постановки отведений для регистрации биопотенциалов электрокардиографом:

I отведение – правая рука (-) электрод, левая рука (+) электрод.

II отведение – правая рука (-) электрод, левая нога (+) электрод.

III отведение – левая рука (-) электрод, левая нога (+) электрод.

Грудные отведения, считаются однополюсными отведениями. Это предложил Вильсон. Эти отведения определяют разницу между активным (+) электродом их потенциал, также они помогают определить нужные точки с помощью (-) электродов в груди и электродами Вильсона. Последняя образуется вследствие соединения трех отведений и равняется нулю. Грудное отведение обозначается V, они в порядке активных электродных позиций обозначаются арабскими цифрами.

Грудные отведения в активной электродной позиции:

- V₁ – отведение у правого края грудины IV межрёберный
- V₂ – отведение у левого края грудины IV межрёберный
- V₃ – V₂ и V₄ позиции (примерно левая парастернальная линия IV - межрёберный)
- V₄ – средняя ключичная линия левого края V межрёберный.
- V₆ – левая подмышечная средняя линия V₄ и V₅ линии соединение однофазных грудных отведений по Вильсону (Рис. 2.24).

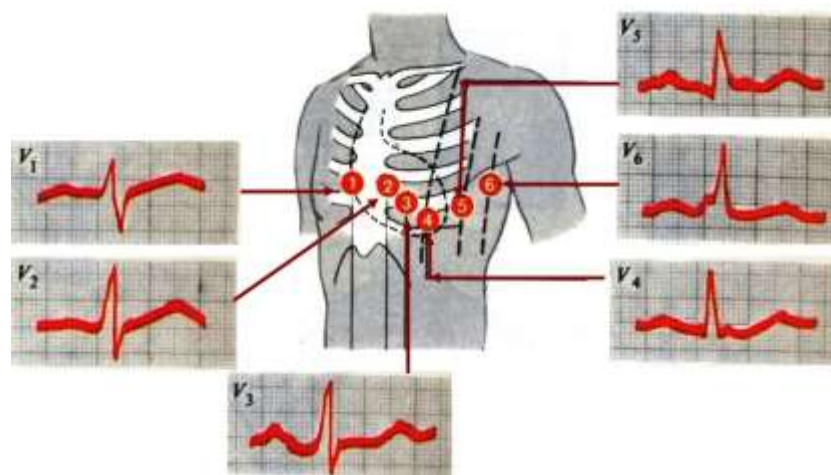


Рис. 2.24. Положение соединения однополюсная грудная отведение по Вильсону

Методы записи ЭКГ. ЭКГ снимают в теплой комнате. Для планового проведения ЭКГ больной укладывается горизонтально, и он должен 10-15 минут соблюдать спокойствия. ЭКГ проводится через 2 часа со временем последнего приема пищи. Дыхание поверхностное, ритмическое.

Запись по этапам

1. Оповестить больного о проведении исследования, безопасности и высокой информативности и эффективности этого метода.
2. При необходимости следует очистить поверхность грудной клетки для эффективности использования электродов.
3. Проверяется годность и готовность прибора к работе.
4. Наложение электродов: с целью получения качественной ЭКГ нужно наладить контакт кожи с электродами и уметь шить сопротивления. Для этого используется марлевая салфетка, смоченная в 5-10% раствора NaCl.
5. Подключение электродов к электрокардиографу: провода выбираются и соединяются по цвету. На электрод, присоединенный правой руке, накладывается - красный, на левую – желтый, на правую ногу – черный, на электрод левой ноги – зеленый и электроды грудной клетки соединяются на электроды белого цвета.

6. Заземление электрокардиографа
7. Присоединение электрокардиографа
8. Запись контрольного милливольт
9. Выбор скорости записи.

Современные электрокардиографы имеют возможности записи на ленты разных скоростей: 12,5; 25; 50; 75 и 100 мм/сек. Выбранная скорость управляется специальными кнопками на рабочей панели. Чтобы получить следующие показатели ЭКГ нужно выбрать скорость ЭКГ 50мм/сек.

10. Запись ЭКГ.

Каждый проводник записывает не менее четырех циклов:

- а) стандартные отведения выбираются по позиции проводников: I, II и III.
- б) однофазные усиленные отведения, запись с электродных отведений и их расположение соответствует стандартным проводникам. Запись I позиции производится, как aVR, II – aVL, III – aVF.
- в) для записи сигналов грудных отведений нужно выбирать V позицию. Для записи каждого сигнала грудного отведения нужно изменять положение электродов от V1 до V6.

Недостатки метода:

- кратковременная запись;
- диагностирует пороки сердца;
- не выявляет шумы сердца;
- не определяет болезнь в состоянии покоя.

Нормальная ЭКГ. Нормальная ЭКГ характеризуется пятью зубцами P, Q, R, S, T. Иногда можно увидеть и U зубец.

P - зубец выражает сокращение предсердия, QRS - сокращения желудочков, ST сегменты и зубец T отражает процесс реполяризации миокарда. Амплитуда P зубца 0,5 - 2,5 мм. Продолжительность 0,1 с (может изменяться от 0,07 до 0,1 с)

Р-зубец зависит от вертикального горизонтального, нормального расположения сердца.

- В норме при I-II, aVF, V2 – V6 постоянно положительно (+)
- В III, aVL, V1 «+», «+-», даже в III и aVL может быть « - »
- В aVR Р всегда отрицательный « - »
- Длительность Р 0,1 с, шаг 1,5 - 2,5 мм

Интервал Р-Q (R) зависит от частоты сокращения сердца (ЧСС), если ЧСС быстрый, то интервал укорачивается. Длительность интервала PQ зависит от ЧСС при норме 0,12 - 0,20 с (до 0,21 с. в брадикардии).

Сегмент PQ – возбуждение атриовентрикулярного узла. Обычно этот сегмент находится на изоэлектрической линии ЭКГ. Зубец Р находится в конце и в начале комплекса желудочков. PQ не измеряется, но он должен быть коротким продолжительности зубца Р.

Индекс макузы P/PQ в норме равно 1,1 - 1,6. Меньше чем 1,1 длина сегмента PQ и проводимость АВ узла увеличивается.

Комплекс QRS - комплекс желудочков, длительность 0,06 :0,1 с, если зубцы больше чем 5 мм, то записывается (QRS) большими буквами, а если меньше, то маленькими буквами (qrs).

Q – зубец.

1. Все в норме, стандарт усилен, можно зарегистрировать в V₄ – V₆
2. Амплитуда Q глубоко, даже может быть в виде QS.

R – зубец, кроме V₁, V₂, aVR все соединения возникают за счет вектора 2 момента.

1. В норме может быть во всех стандартных и усиленных соединениях. В aVR может быть меньше или вообще не может быть
2. R увеличивается от V₁ до V₄, от V₄ до V₆ уменьшается. Иногда RV₁ не обнаруживается
3. RV₁, V₂ препятствует, V₄ -V₆ образуется возбуждение правого и левого желудочков.

4. Внутреннее течение узла $V_1 = 0,03$ с, $V_6 = 0,05$ с

S – зубец.

1. S не превышает 20 мм

2. V_1, V_2 до V_4 убывает, V_5, V_6 очень низкий или отсутствует.

3. ЭОС (электрическая ось сердца) в нормальном состоянии, в стандартном отведении S маленький (кроме aVR)

4. Переходная зона ($R = S$) в V_3 или в середине V_2 и V_3 , в середине V_3 и V_4 .

ST сегмент.

1. В стандартных отведениях $\pm 0,5$ может быть выше изолинии или падает

2. $V_1 - V_3$ на 2 мм выше изолинии, $V_4 - V_6$ на 0,5 мм ниже.

T зубец

1. T амплитуда в стандартных отведениях 5 – 6 мм, в грудных отведениях 15 - 17 мм, продолжительность 0,16 - 0,24 с.

2. I, II aVF, $V_2 - V_6$ постоянно «+» ($TI > TIII, TV_6 > TV_1$)

3. III, aVL, V_1 T «+», «+-» и «-»

4. aVR T постоянно «-»

Q-T интервал. $Q-T = k\sqrt{R - \bar{R}}$. Для мужчин $k = 0,37$, для женщин и детей $k = 0,39$.

R – R продолжительность работы сердечного цикла (Рис.2.25). При записи ЭКГ на ленте со скоростью 50 мм/с, тогда 1мм = 0,02 с, 5 мм = 0,1 с, 50 мм = 1 с.

При скоростью 25 мм/с – 1 мм = 0,04 с, 5 мм = 0,2 с, 25 мм = 1 с.

Определение правильности сердцебиения. Сравниваются промежутки R – R или S –S. Промежуток R – R должен быть одинаков или разница интервалов ($\pm 10\%$) не превышает.

Определение частоты сердечных сокращений (ЧСС). $ЧСС = 60/R - R$. Обычно лента ЭКГ со скоростью 25мм/с в 1 мин. ЭКГ лента 25мм/с х 60с = 1500 мм. 1 мин записывается в 1500 клеток. Или, чтобы было легче,

300 R – R промежуток делим на количество больших клеток. При записи на 50 мм/с 600 R- R промежуток делим на количество больших клеток

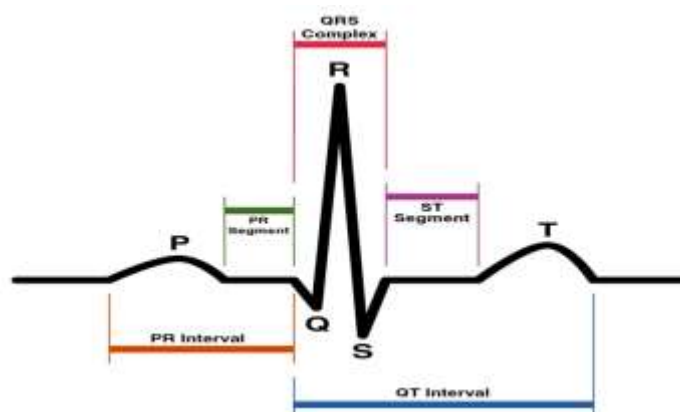


Рис.2.25. Общий вид нормальной ЭКГ

Подсчет промежутка R – R клеток. В определенном порядке 1 большая клетка, т.е. 5 мм = 1, маленькая клетка, т.е. 1 мм = 0,2. Например: в промежутке R – R 4 большие клетки и 2 маленькие клетки, 300 делим на 4,4. Потому, что большие клетки берем за 4, 2 маленькие равны от 0,2 до 0,4. На 4 прибавим 0,4 и получим: $4 + 0,4 = 4,4$. $300 / 4,4$, количество сердцабиения КСБ 1 мин = 68. При неправильный ритм можно ограничить с определением самый маленький или самый большой промежуток R – R.

Регистрация потенциалов головного мозга. В процессе иммунной деятельности организма образуются биоэлектрические токи. Сокращение мышц, работа сердца, проведение импульсов по нервам, возбуждение нервных клеток приводят к образованию электрических токов. Измерение биоэлектрических потенциалов разными методами можно определить функцию или патологию органа, оценить его состояние и процесс динамики. Но иммунные токи под действием потенциалов амплитуды из-за их мелочности надо записывать высокочастотными аппаратами в несколько сотен раз. Высокочастотный ток передается осциллографу, при помощи него записывается на бумагу или фотопленку. Среди

разнообразных электрофизиологических методов электроэнцефалография имеет свое особое место.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) – это метод постановки на концы головного мозга для записи биоэлектрических потенциалов, образующихся в клетках коры головного мозга. Оно осуществляется при помощи электроэнцефалографического прибора с 4 - 8 - 16 каналами. Электроэнцефалограмма – кривая линия образуется на бумаге при измерении биопотенциалов головного мозга. Электроэнцефалограмма пишется в несколько точек. В норме средний показатель постоянных биопотенциалов 25 - 60 мкВ, а в патологии колеблется в пределах 25 - 1000 мкВ (приступы эпилепсии).

Для четырех канального ЭЭГПЧ - 02 электроэнцефалографа характерны нижеследующие: самая высокая чувствительность – 0,4 мм/мкВ, самый высокий показатель регистрируемых сигналов 5 мВ, диапазон записи 20 мм, скорость записи 3,75; 7,5; 15; 30; 60; 120 мм/сек, напряжение 220в ± 10%, мощность потребления минимум 120 Вт, масса прибора 35 кг, подставка для прибора 12 кг, коммутатор со штативом 47 кг. Биопотенциалы с 23-х электродов, отходящих от поверхностей головы, передают на блок коммутатора. Через гнездо коммутатора отправляется на усилители напряжения селекторного блока, а после на блок калибровки и т.д. блок питания состоит из силового трансформатора и источника стабилизирующего усилителя. Electroды прикреплены к специальному шлему.

Электроэнцефалографы на современном этапе настолько усовершенствованы, что не только ведут запись процессов посредством электроэнцефалограммы, но и позволяют заглянуть в высшие процессы, происходящие в головном мозге человека, применяя новейшие разработки программного обеспечения и широкий спектр действий электроэнцефалографа.

Электроэнцефалографы, разработанные на базе данных персональных компьютеров, имеют высокую производительность, легки и просты в управлении, оснащены сетевой связью для создания отчетных данных, имеют в наличии несколько распределительных электродных коробок, что позволяет получать высокочастотное осуществление тестовых замеров.

Электроэнцефалографы — это признанное электрофизиологами в клинической практике медицинское оборудование, отвечающее необходимым техническим требованиям и производящее достоверное высококачественное диагностирование.

Из выше изложенного желательно можно изучать устройства, принцип работы и значение в медицинской практики усовершенствованного современного электроэнцефалографии. Например, 16, 21, 24 и 32 каналные, электроэнцефалографы компьютерные серии ЭКСПЕРТ (Рис.2.26). От 8 до 50 каналные электроэнцефалографы типа NeuroScore (Рис.2.27), записывающий энцефалограмму полиграфической цифровой с бумагой и без бумагой. Чувствительность от 0,1 до 5000 мкВ/мм, работает на основе программы Ms Windows XP и Vista. Электро энцефалограф типа ТЭТОС (Рис. 2.28) – диагностико - терапевтический комплекс для транскраниальной электротерапии с обратной связью восстанавливает нарушенные функции организма человека, воздействуя электросигналами на структуры головного мозга, ответственные за регуляцию гомеостаза. Электроэнцефалограф типа «НЕЙРОВИЗОР-БММ» (Рис. 2.29), эффективно применяется в области функциональной диагностики, диагностика эпилепсии и нарушений сна, исследование слуховых, зрительных и когнитивных ВП, фундаментальные нейрофизиологические исследования и т.д.

С помощью метода электроэнцефалографии можно выявить заболевания: эпилепсия, опухоли, травмы, сосудистые и воспалительные заболевания



Рис. 2.26. Общий вид компьютерной электроэнцефалографа серии EKSPERT



Рис. 2.27. Общий вид электроэнцефалографа типа «NeuroScore»



Рис. 2.28. Общий вид электроэнцефалографа типа «TETOS»



Рис. 2.29. Общий вид электроэнцефалографа типа «NEYROVIZOR-BMM»

головного мозга. Электрическая активность коры головного мозга выражается следующими ритмами:

- дельта ритм 0,5 - 3 волна секунд.
- Тета ритм 4 - 7 волна секунд.
- Альфа ритм 8 - 13 волна секунд.
- Бета ритм 14 - 30 волна секунд.
- Гамма ритм 40 - 100 волна секунд.

Основные импульсы, синтезируемые в коре головного мозга, называются альфа и бета.

Альфа ритм – в основном регистрируется в затылочной и теменной областях головного мозга, и в спокойном состоянии равняется 8 - 13 волн/сек. Альфа ритм записывается в период бодрствования здорового человека, но при разных физиологических воздействиях (оптических и голосовых) результат ритма меняется. Альфа ритм может записываться во всей части коры головного черепа, но в задней и в верхней части черепа она проявляется большой амплитудой. Амплитуда меняется от 0 - до 100 мкВ. Поэтому альфа ритм напоминает синусоидную линию. Если альфа

ритм записывается в затемненной комнате, при закрытых глазах и в спокойном положении, то при открытии глаз амплитуда снижается или даже может сравниться нулю. Депрессию альфа ритма может вызвать не только воздействие света, но и голоса, боли, поглаживания. При умственной работе тоже происходит депрессия альфа ритма. Иногда при прекращении внешних воздействий, амплитуда альфа ритма повышается. Это называется экзальтацией.

Бета ритм – эта ритмическая линия, которая записывается в лобовой части коры головного черепа (мозга) в течение 14 : 30 волна/секунд. Амплитуда этого ритма от 5 до 30 мкВ. Бета ритм тоже отдает депрессию. Но депрессия происходит во время желательного движения. Депрессия альфа ритма приводит к увеличению амплитуды бета ритма.

Тета ритм – записывается в боковых и верхних частях коры головного черепа при медленном ритме в течение от 4 до 7 волна/секунд. Амплитуда этого ритма 30 - 150 мкВ. Этот ритм в основном в нормальном положении встречается у детей с 1 года до 15 лет. У взрослых в бодрствовавшем положении этого ритма нет. Но, когда взрослые начинают засыпать, этот ритм у них тоже проявляется очень четко. Тета ритм проявляется при разных эмоциональных состояниях. Этот ритм появляется и при депрессии и стресс.

Дельта ритм – это медленный ритм между 0,5 - 3 волновой секунды. У здорового человека в проведенном состоянии этого ритма не бывает. Этот ритм амплитуды достигает до 50, 500, 1000 мкВ. Этот ритм у нормального человека фиксируется во время глубокого сна. Также встречается у 10 - летнего ребенка в пробужденном состоянии. Если этот ритм встречается у взрослых во время бодрствования, то будет фиксироваться как патология в головном мозге. Таким образом, клетки коры головного мозга в основном образуют 4 ритма. Этот ритм не связан с полом человека, т.е. ритм коры головного мозга мужчины и женщины

разницу не имеет. Вид энцефалограммы не зависит от высоты или низости роста, веса, личности человека, его темперамента. Этот метод не приносит вреда, его можно проводить в любом состоянии больного. Но электроэнцефалография должна проводиться после неврологического осмотра. Перед тем как её проводить должна быть поставлена клиническая цель. У ЭЭГ клиническое значение большое. При помощи него можно собрать объективные данные о поражении головного мозга.

С помощью ЭЭГ можно решить следующие задачи:

1. Различить распространенный диффузный процесс в головном мозге (воспаление) и размещение в определенные участки процесса (опухоль, абсцесс, гематома).
2. Различить процесс, происходящий в полушариях головного мозга и в мозжечке.
3. Определить поражение в головном мозге (левом или правом) полушарий.
4. Различить процессы, происходящие внутри и снаружи головного мозга.
5. Определить до какой степени достигли поражения общие симптомы головного мозга.
6. Найти эпилептогенные зоны в головном мозге.
7. Объективно следить за результатами лечения.

Таким образом, метод ЭЭГ имеет большое значение при клинике нервных заболеваний, опухолей головного мозга, для ранних выявлений эпилепсии, постановки диагноза, а также для решения задач экспертизы военной медицины

Электроэнцефалография у детей. У детей этот метод определяется своеобразными результатами. У здоровых детей проведение метода электроэнцефалографии постоянно происходит в ритмической активности. У некоторых детей медленного типа биопотенциалы преобладают тета волны короткого действия (5 - 6 волна/секунд), альфа ритмично частотная волна, (8 - 13 волна/секунд), и волна бета волна (18 - 20 волна/секунд). Эти

ритмические биопотенциалы, у детей начиная с рождения, появляются во всех отделах головного мозга. Точное ЭЭГ новорожденного ребенка можно определить и в глубоком сне, и во время бодрствования. В пробужденном состоянии ребенка характерны волны низкой амплитуды. Во время сна увеличиваются волны медленного типа. У детей с первых часов жизни появляются биопотенциалы на внешнюю среду, разные звуки как ответная реакция. Нужно иметь в виду, что у некоторых детей в первые часы жизни при повторном исследовании электроэнцефалограммой изменений не наблюдается. При высокой синхронной активности (4 волна/секунд) и очень высокой степени активности очаги не определяются. Это говорит о том, что во время родов функциональные изменения, стресс сказываются на результатах. У детей 2 - 3 месяцев жизни определяется 1 - 3 волна/секунд, 4 - 4 волна/секунд, 8 - 12 волна/секунд. Но большинство преобладает 0,5:3 волна/секунд. В это время волны медленного типа смешиваются с волнами быстрого типа. (13 - 19 волна/секунд). К 4 - 6 месяцам повышается тета волна. Альфа ритм встречается в 4 - летнем возрасте, только альфа ритм в области височно - затылочной сохраняется с 4 - 5 лет до конца 7 - 8 лет.

Электромиография (ЭМГ) – метод улучшения биопотенциалов, активность движения мышц. Для проведения этих исследований понадобятся 2 - х или 3 - х канальные электромиографы. При помощи электродов, взятые с мышц биопотенциалы 10000 и более одинаково, увеличиваются катодным осциллографом, фиксируется фото на бумаге или метелизированной бумаге. Основной элемент скелетной мускулатуры это мышечные волокна.

В мышечных волокнах последовательно образуются электрические разряды в результате сложных биохимических и электрофизиологических процессов. При регистрации этих электрических разрядов а именно методом регистрации электромиограммы изучаются механизмы движения

органов и ткани мышц, этих полученных результатов применяется для диагностики и лечения. Прибор электромиограф используется для проведения метода электромиографии. Для этого целесообразно рассматривать некоторые усовершенствованного современного электромиографы. Например, четырехканальный полнофункциональный электромиограф «СИНАПСИС» (рис.2.30) по всем своим прикладным и техническим характеристикам соответствует всех требованиям медицинской практики. Он регистрирует сигналов в диапазоне амплитуд от 0,1 мкВ до 200 мВ, полоса пропускания от 0 до 10 000 Гц при частоте дискретизации 40 000 отсчетов в секунду по каждому каналу, что является важнейшим показателем высококачественной регистрации электромиограммы. Комплекс аппаратно - программный для оценки электрической активности мышц «МИОКОП» (рис.2.31) - Комплекс предназначен для регистрации и последующей обработки на персонального компьютера, огибающих электромиограмм с целью определения их амплитудно - временных характеристик. Количество каналов регистрации – 4 - 8. Аппарат для электромиографии, электротерапии «MYOMED 134» (рис. 2.32), портативный аппарат для электромиографии, биологической обратной связи, электротерапии. Биологическая обратная связь - это методика тренировки, обучающая пациента как улучшить качество жизни и увеличить физическую силу, научиться выполнять движения, реагируя на сигналы собственного тела. Количество каналов ЭМГ 2, количество каналов давления - 1, количество каналов электротерапии – 2, чувствительность по каналам ЭМГ - 0,28 мкВ - 300 мВ, чувствительность по давлению 0 - 400 см водного столба. Электромиограф «KEYPOINT CLINICAL SYSTEM» (рис.2.33), прибор высшего класса качества, предназначен для исследований в области игольчатой и стимуляционной электромиографии, проводимости нервов, вегетативной нервной системы, полного спектра вызванных потенциалов и

для проведения интраоперационного мониторинга. Количество каналов измерения варьируется от 4 до 8 в зависимости от модели.

Электрогастрография (ЭГГ) – [электр + желудка + писать, фиксация] фиксация биопотенциалов мышц желудка во время их активности. Этот метод выполняется с помощью прибор, который называется электрогастрографом.



Рис. 2.30 Общий вид четырехканального электромиографа типа «SINAPSIS»



Рис. 2.31 Общий вид 4 и 8 канальный комплекс аппарата «МИОКОР»



Рис. 2.32. Общий вид электромиографа «MYOMED 134» для электротерапии



Рис. 2.33. Общий вид электромиографа типа «KEYPOINT CLINICAL SYSTEM»

Нам известно, что метод электрокардиография это метод контроля о деятельности работой сердца, он является запись электрического сигнала о работой сердца, ЭКГ, или запись электрокардиограммы.

В результате сокращение мышцы желудка образующий электрических сигналов регистрируется с помощи электрогастрографом, потому, что желудка как сердца имеет свои электрическим ритмом.

Электрогастрограмма – это фиксация кривой линии на бумаге биопотенциалов передней стенки живота при помощи электродов. Зубцы ЭГГ синхронизируются при сокращении гладких мышц желудка. Это неприятная процедура зондирования для пациента. Для этого метода применяют электрогастрографические приборы одноканальные ЭГС - 4М (рис. 2.34). По амплитуде качания сила 0,1 - 1 мВ. Скорость переноса пера 10 мм/мин. Причина маленькой скорости отрицательное качание биопотенциалов желудка 20 - 30 секунд (0,05 - 0,03 Гц). ЭГГ проводят в норме после еды или после нескольких глотков смеси бария. Методом рентгеноскопии определяется антральная часть желудка, где размешены «+» дифферентные электроды. Минус «-» идеферентный электрод ставится на внутреннюю поверхность нижней конечности. Обычно ЭГГ производится 0,5 - 1 часов. Запись гастрोगраммы производится в скорой помощи и в стационарах.



Рис. 2.34. Вид регистрации гастрогаммы в электрогастрографах типа EGS – 4М

Идея изучения, изменения биопотенциалов слизистой оболочки желудка связана с работой В. Ю Чагова. Он в желудочной язвы собака присоединяет полярные электроды и в процессе временной еды регистрирует уменьшение сила входного тока. В настоящее время методом гастрогаммы используется для изучения функции движущих желудков. В первые 1919 году Чешским физиологом И. Чермак уверенно доказал синхронные изменения механической и электрической активности метод электрогастрографии. В процессе ассимиляции пищи амплитуды гастрогаммы показывающие сокращение мышцы желудка для здоровых человеком бывает до 0,2 – 0,4 мВ. Частоты равен при 1- го минута равны $3 \pm 0,2$ колебания. Кривые линии гастрогаммы анализируется с величины зубцы и частоты ритмов (рис. 2.35).

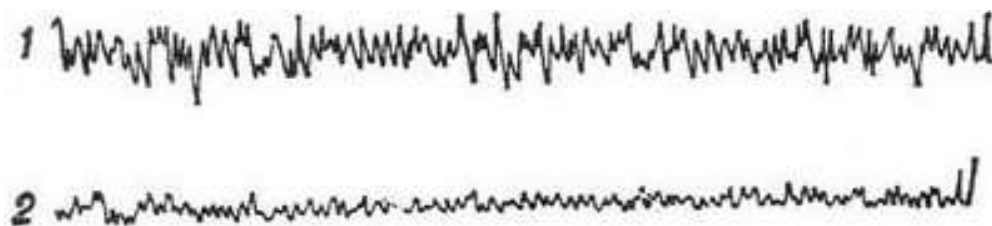


Рис. 2.35. Электрогастрограммы больных язвами желудка: 1 – до лечение; 2 – после лечение

На основе электрогастрография разработано методы электрогологография, электроэнтерография и электрохолецистография. В электрогастрография не имеется противопоказания.

§ 2.5.2. Новая технология ультразвуковой диагностики

Из курса физики известно, что ультразвуковые колебания и волны больше 20 кГц частот называются ультразвуковыми (УЗ) частотами [1].

Самыми высокими границами частот УЗ считаются 10^9 - 10^{10} Гц. Этот предел определяется через межмолекулярное пространство, поэтому УЗ зависит от положения агрегатного состояния вещества. При генерации УЗ используются лучевые приспособления (устройства). Широко распространены электромеханические лучи, работающие на основе противоположного пьезоэлектрического эффекта. Известно, что при деформации в полупроводниковых и диэлектрических кристаллах и без электрического поля возникают полярности. Этот процесс называется пьезоэлектрическим эффектом (пьезоэффект).

При изменении значения деформации меняется и значение полярности зарядов. При механической деформации, т.е. при приближении элементарных кристалльных ячеек друг к другу возникает пьезоэлектрический эффект. При небольшой механической деформации величина вектора полярности пропорциональна её величине. В веществах, не имеющих симметрической элементарной ячейки в решетке, например, в кварцах, сегментной соли, сложных полупроводниках и в других кристаллах происходит пьезоэффект.

В вышеуказанном положении наблюдается непосредственно правильный пьезоэлектрический эффект, а также противоположный пьезоэффект, как деформация кристаллов при электрическом поле.

Обе пьезоэффекта (правильный и обратный) используются при необходимости обмена механической величины на электрическую и

обратную величину. Например, в медицине правильный пьезоэффект используется в датчиках при изменении пульса, в технике адаптеры, при измерении вибрации микрофонов, а обратные пьезоэффекты используются при выявлении УЗ частотных волн и механических вибраций.

Отсюда, обратный пьезоэффект – это механическая деформация при воздействии электрического поля на предмет.

Основной частью облучателя является пластина или стержень 1, который изготавливается из современных перспективных сложных полупроводников (кварц, сегнетная соль, титанат бария, в основе которых керамический материал) из материалов, выявляющих пьезоэлектрические свойства (рис.2.36 а).

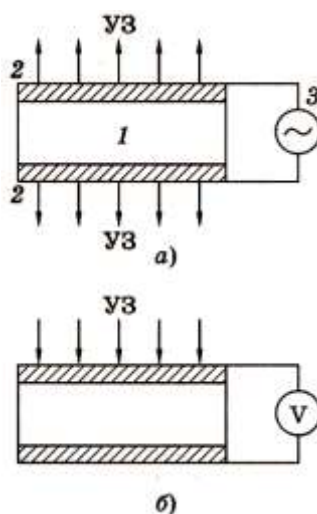


Рис. 2.36. Электромеханический излучатель и приемник, основанный на обратный (а) и прямой (б) пьезоэлектрических эффект

На поверхность пластины в виде проводящих слоев нанесены электроды 2. Если к электродам приложить переменное электрическое напряжение от генератора 3, то пластинка благодаря обратному пьезоэффекту начнет вибрировать, излучая механическую волну соответствующей частоты.

Наибольший эффект излучения механической волны возникает при выполнении условия резонанса большого облучения механических волн можно получить при условии появления резонанса. Например, для кварцевой пластины толщиной 1 мм частота резонанса 2,87 мГц, для сегнетной соли 1,5 мГц и для титаната бария 2,75 мГц.

На основе пьезоэффекта можно собрать приемник УЗ. При воздействии механической волны (волны УЗ) происходит деформация кристалла (рис.2.36 б), а это создает генерацию переменного электрического поля из-за пьезоэффекта; можно измерить подходящее к нему переменное напряжение. Применение в медицине УЗ связано с его распространением и характерными ему свойствами. По физической природе УЗ является механической волной. Но длина волны УЗ в какой-то степени меньше чем звуковая волна. Возвращение с границ двух сред УЗ связан с волнами этой среды. Например, УЗ мышц поверхностно кости через границу кости проходит во внутренние органы. Поэтому однополюе тела (узлы), полости и др. можем определять их место нахождения, размеры (метод локации УЗ). В методе локации УЗ применяются непрерывные и импульсные излучения. В первом случае в двух средах границы вернулись, и падающие волны интерференции образовали волны. Во втором случае измеряется время прохождения импульса проверяемого объекта. При точности скорости распространения УЗ, можем определить глубоко расположенное место объекта.

Впервые УЗ колебания применили для определения проводных лодок К.В. Шиловский и П. Ланжевин во время I мировой войны, которое затем переработано в 1881 году братьями Кюри. В медицине впервые применили УЗ в 1937 году американский ученый Карл Дуссик со своим братом Фридрихом для определения опухоли головного мозга. По сей день УЗ головного мозга применяется у детей годовалого возраста в виде акустического окна на не заросшем родничке ребенка.

Эти волны не воспринимаются человеческим ухом, они могут превращать в лучи (колебания и волны) для сканера тела человека. Импульс УЗ при сканере 2 - 10 мГц (1 мГц – 1000000 цикл/секунд). Продолжительность этого импульса 1 микросекунда. Импульсы в минуту повторяются 1000 частотой. Разные ткани проводят УЗ по-разному. Некоторые ткани возвращают их полностью, некоторые не возвращая, к датчику рассеивают. Волны, проходящие по тканям, обладают разными скоростями (например, 1540 м/с – это скорость рассеивания УЗ на мелких тканях). УЗ сигналы, воспринимаемые через трандюсер органы, могут быть усилены в УЗ аппарате. В большей степени обратные сигналы волн, размещенные глубоко, быстро угасают, чем поверхностно размещенные сигналы. Поэтому, вернувшие сигналы глубоких тканей, нужно усиливать. УЗ волны, пройденные через несколько тканей, будут иметь возможность двух измерений.

Информация сохраняется в компьютере и показывается на мониторе. Сильно возвращающиеся сигналы называются высокоинтенсивными сигналам и показываются на экране белыми точками. УЗ излучения используют в медицинской диагностике. В других целях используют другие методы.

УЗ генераторы. УЗ генераторы генерируют пьезоэлектрические элементы УЗИ датчика, как вышеуказанные УЗ волны, т.е. эти датчики, превращают электрические сигналы в механические УЗ волны, в противоположность этому методу говорят о пьезоэффекте. Датчики УЗ волны принимают и рассеивают.

Распространение УЗ волн. Распространение УЗ волны на различные ткани и определяются во время распространения. Очень важно изображение волн, проходящие по тканям. УЗ волны ткани, распространённые на эти органы, ограничивают УЗ диагностику. УЗ волны рассеиваются на мягкие ткани в виде продольных волн. Колебание

молекул передает энергию другим молекулам. Средняя скорость УЗ мягких тканей 15 - 40 сек.

Длина волны. Длина волны УЗ обратно пропорциональна на частоты излучения. Чем больше частота излучения, тем короче длина волны. Например: 3 мГц частотой УЗ мягких тканей имеет 0,5 мм длину волны, именно 6 мГц частота УЗ 0,25 мм длина волны. Чем короче длина волны, тем больше шансов на точную информацию. На глубокое проникновение УЗ волн связано с длиной волны.

Фокусирование. Фокусирование производится при помощи линз, зеркал и других элементов электронных датчиков. Как можно точно показать объект узким излучением? Чем больше распространение рассеянного и не фокусированного течения, тем точнее ткань фокусированного УЗ. Чтобы достичь хороших результатов в клинических целях, нужно глубоко фокусировать. При необходимости нужно пользоваться программой фокусированного аппарата.

Различные варианты фокусирования. Многие трансдьюсеры имеют фиксированные фокусы. Многие секторные линейные или конвекционные, аннулярносекторные трансдьюсеры имеют фокусное расстояние необходимой глубины в электронном методе. Несмотря на это, многие трансдьюсеры имеют электронные фокусировки. Управление фокусировкой делает узкое акустическое течение и срез еще тоньше, это дает много об информации. Ткани тела поглощают и рассеивают УЗ. Высокочастотные волны больше поглощают и стихают, чем низкочастотные. Поэтому доставать глубокие ткани нужно с помощью низкочастотных волн. Это уменьшает рассеивание волн. В практике для взрослых оптимально используют частоту 3,5 мГц, а 5 мГц и больше используют для худых, больных и детей.

Усиление: эхосигналы, издающиеся с глубин, бывают слабые по сравнению с эхосигналами, отходящих с органов, расположенных на

поверхности. Поэтому их нужно усилить. В аппаратах УЗ существуют усилители эхосигналов. Во всех аппаратах УЗ можно измерить степень усиления и получить точные изображения.

Границы: ткани по разному поглощают УЗ. Некоторые преломляют, некоторые отражают, возвращение сигнала назад свидетельствует об отражении, и преломление сигнала говорит о том, что сигнал изменил свое направление. Например, костная ткань отличается от полых, имеющих воздух. Поэтому легкие, наполненные воздухом, УЗИ не подлежат. УЗИ органов малого таза необходимо проводить при полном мочевом пузыре. Полный мочевой пузырь способствует поднятию кишечника и проведению УЗ. Из-за воздушности легких провести в них УЗИ невозможно. Но, если плевральная полость и жидкость соприкасаются с грудной клеткой, можно получить изображение.

Кости скелета интенсивно отражают УЗ. Часть отраженных лучей возвращается, при этом угол падения равен углу отражения. Другая часть лучей проходит через внешнюю поверхность и преломляется. А потом распространяется под углом. В зависимости от разности акустического сопротивления двух сред увеличивается отражение УЗ.

Необходимо знать, если угол падения УЗ равна нулю, тогда оно падает в перпендикулярном положении. Если отражающая граница больше (в 10-20 раза), чем длины волны, то она называется отражением зеркала. К этому примером можно назвать; костный череп плода, диафрагму, стенки артерий, соединяющие ткани, как отражение. Если измерение отражающего устройства меньше длины УЗ волны, то УЗ волны расходятся. Только малая часть сигналов возвращается по первоначальному направлению. Примером этому может служить паренхима печени и почек.

Из вышеизложенных свойств УЗИ для связки датчика с поверхностью кожи появилась необходимость использования

акустической гели. Акустическая гели предотвращает распространения в воздухе УЗ волн.

Презентация сведений разных режимов. Прием сведений разного режима выражается изображением разными методами обратных сигналов.

1.Режим А (Amplitude - амплитуда): В этом режиме обратный сигнал изображается в виде пика. При этом можно измерить расстояние между разными устройствами. Само устройство в этом режиме не изображается, но этот принцип не используется в двухмерных изображениях.

2.Режим В (brightness - ясный): В этом режиме на экране изображаются волны УЗ, которые проникают во все ткани. Такие двухмерные изображения называются изображениями режима «В» или срезы режима «В». В срезе «В» можно формировать наблюдение видно монитора из данных изображений в быстрой последовательности кости.

3.Режим реального времени, наблюдение видеомонитора: В этом режиме ткани, которые находятся под датчиком и сканируются такой последовательностью, впоследствии чего формируются определенные изображения той же последовательности. При всяком движении датчика или при всяком изменении состояния тела изображения меняется (например, движение плода, изменение пульса артерии). Действие в мониторе изображаются в реальном времени. У прибора, работающего в режиме реального времени, имеются возможности остановки изображения, которые способствует измерению изображений и проведения измерительных исследований.

4.Режим М (motion - действие): При этом на экране появляется волновой режим. Этот метод обычно используется в кардиологии.

Основные правила при обследовании УЗ. При поперечном сканировании изображение на экране монитора располагается в противоположной стороне так, как левая сторона тела, на экране

отражается в правой стороне. Несмотря на положение индикатора датчика, перед исследованием нужно проверить правильное совпадение расположения. Для этого на одну сторону датчика накладывается палец и определяется сторона, изображенная на экране. При неправильной ориентации необходимо датчик вернуть в исходное положение и снова провести исследование. При снятии изображения в горизонтальном срезе обследуемого головная часть находится слева от экрана, а нижняя часть справа.

Контакт с кожей обследуемого. Датчик устанавливается на теле исследуемого. При этом часть тела смазывается гелем, т.к. гель лучше проводит ультразвуки и облегчает движение датчика. Гель способствует тесному контакту датчика и тела. Датчик должен работать непрерывно и последовательно до окончания исследования.

Фон снятого изображения. Снимаемое изображение на экране может быть черным или белым. Иногда белый цвет определяется вернувшимися черными сигналами или черный цвет – вернувшимися белыми сигналами в виде точек и линий. Обычно в аппаратах УЗ существуют кнопки, меняющий цвет, если кнопок нет, то аппарат изготавливается так, чтобы на черном фоне проявляются сигналы белого цвета.

Распределение УЗ лучей. Ткани тела возвращают волны УЗ двумя способами. Некоторые ткани возвращают волны обратно как зеркало. Другие распространяют их, как капли тумана, т.е. как рассеивающий цветовой поток. Например, диафрагма зеркала, или по технической терминологии «отражение зеркала». На экране монитора появляется четкое изображение, которое точно изображает фору. Печень распространяет волны УЗ, поэтому на экране отраженные сигналы не совпадают с отражением на печени. Это происходит от распространения сигналов в разные направления и это называется интерференцией. В любой

ситуации на черном фоне белые сигналы разъединяют волны, т.е. дают возможность дифференцировки.

Акустические усиления и акустическая тень. Чистая, прозрачная жидкость проводит УЗ волны без изменения и необезсиливая их, поэтому обратные эхосигналы, поступающие из тканей, находящиеся под жидкостью, обычно бывают усиленными, т.е. четко выражаются. Этот процесс называется усиленным. Желудок наполняется необходимым количеством жидкости, который способствует передвижению в сторону наполненного газом кишечника и таким образом создает акустическое зеркало. Этот процесс дает возможность получение четкого изображения поджелудочной железы и её хвостовой части. Газы, существующие в кишечниках, создают разнообразный эхографический феномен. От воздействия газов УЗ волны могут распространяться, возвращаться, рассасываться и преломляться, что в такой ситуации нижние ткани и органы становятся невидимыми. Поэтому с помощью УЗ нельзя исследовать здоровые легкие или какие-либо их болезни. Исключение этого объемные образования в периферии легких.

Кости или камни образуют такую тень, что в итоге невозможно отобразить ткани потому, что УЗ волны через них не проходят. Это состояние получило название акустической тени. Для сканирования тканей над ребрами нужно проводить кривое исследование через межреберные промежутки.

Частота (колебания) и фокусирование. Чем выше проводятся УЗ волны, тем яснее можно получить маленькие приспособления. Этим уменьшается проникновение УЗ волн в ткани. На исследуемые органы и ткани любых углублений нужно направлять датчик фокуса правильно. Если расстояние фокуса фиксирован, то для этого исследования нужно подобрать датчик.

Чувствительность и ее управление. Неправильное управление чувствительностью плохо отражается на качестве объекта, и будет

препятствовать ясной картине. УЗ волны усиливаются, несмотря на глубокое или поверхностное расположение органов. УЗ волны больше усиливаются при получении ясных картин глубоко расположенных органов. Если картина не ясно отображается, нужно немного нанести гель.

Артефакт. Артефакт – это состояние, где видны структуры, которых на самом деле нет, также говорят об исчезновении и расстройстве картин. Артефакт – это расстройство или угасание УЗ сигналов, а не первичных УЗ сигналов. Возникновению артефактов существуют несколько причин. Нужно помнить о существовании артефактов потому, что они могут быть причиной неправильного диагноза. УЗ волны распространяются по закону геометрической оптики, т.е. в одной и той же среде правильные и ясные, в разной среде волны больше половины преломляются. Например, УЗ волны 99,9% распространяются с воздуха на кожу. Поэтому для сканирования тела больного нужно смачивать.

Оборудование кабинетов УЗ диагностики. УЗ диагностические комнаты не требуют радиационной защиты. Кабинет должен быть сухим и чистым, без пыли, в него должны быть помещены УЗ аппарат, кушетка, кресло и письменный стол. Кроме этого должно быть удобным для переноса больного на каталке. Для удобства больному кушетка должна быть ровной, мягкой, с приподнятой головной стороной. Если кушетка на подвижных ножках, она должна быть хорошо зафиксирована. Должны быть две одинаковые подушечки. В комнате должна быть вода для мытья рук. По возможности должна быть питьевая вода и санузел. В комнате должно быть окно, если его нет, вентиляция и освещение. Но освещение не должно быть слишком ярким.

Не требуется специальный источник энергии, 220 В, 5А или 110В, 10А стандартные розетки должны быть. С изменчивой или высокой силой электрического напряжения работающие УЗ аппараты должны быть оборудованы стабилизаторами.

Устройство УЗ аппарата. Устройство ультразвука: монитор, генератор, воспринимающее устройство, датчик, принтер, кабели и источник связи и другие (рис. 2.37, 2.38 и 2.39).

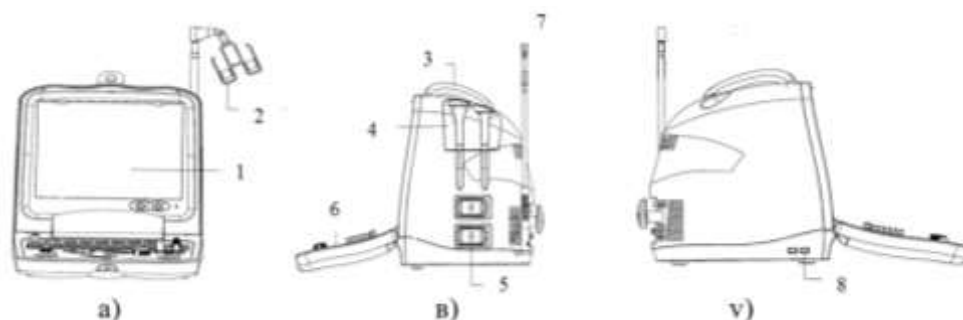


Рис. 2.37. Устройство УЗ мониторинга: а – лицевая, в – левый боковой и в – правый боковой часть. 1 – экран монитора, 2 – крючок для датчик кабеля, 3 – ручка для переноса монитора, 4 – места для датчика, 5 – раем датчика, 6 – пульт управления, 7 - стойка внешнее, 8 – порт ЮСБ

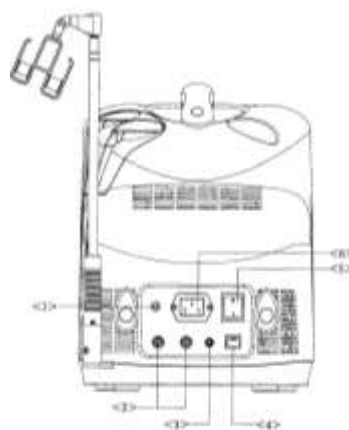


Рис. 2.38. Вид позади панели монитора установки УЗ: 1 – заземление эквипотенциального терминала, 2 – разъем для соединения видео принтера, 3 – разъем для управления и контроль принтера, 4 – разъем DIКОМа, 5 – ключ сети (для включения и выключения системы), 6 – разъем электрического сети

Подготовка аппарата к работе. Перевод и устройство аппарата с одного места на другое.

- Выключить устройство и подключить периферический механизм.
- Перемешать систему в подключенном виде в перчатках.

- Установить устройство в любом виде.
- Позади и с двух сторон машины оставить свободное место в 20 см.

Устройство позади и с двух сторон нужно оставить свободные места потому, что внутренняя температура машины может вызвать неполадки.

Соединение и отсоединение датчиков

1. Соединение и отсоединение датчиков можно только при отключенной сети или хорошо должна быть зафиксирована.
2. Нужно обратить внимание на хорошее установление датчика во время его работы.
3. Для каждого УЗ аппарата нужно подобрать датчики.

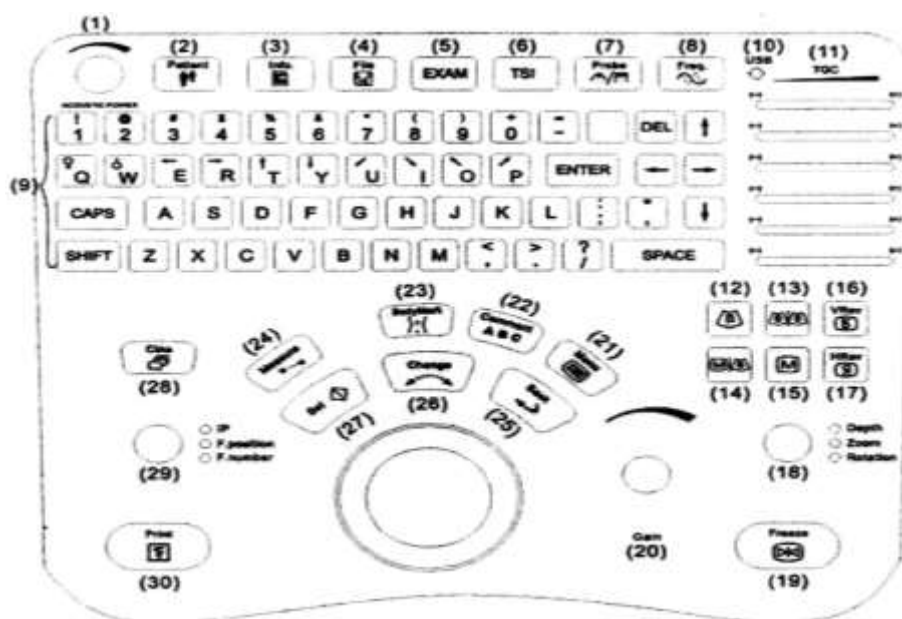


Рис. 2.39. Пульт управления установки УЗ: 1- мощность звука, 2- пациент, 3- ma'lumot, 4 - файл, 5 - режим, 6 –ТСИ, 7 – образец датчика, 8 - частота, 9 -клавиатура, 10 - ЮСБ, 11 - ТГС, 12 - V, 13 - V/V, 14 - M/V, 15 - M, 16 - V_{rev}, 17 -G_{rev}, 18 – функционал сиферблат, 19 - фиксационарный, 20 – силовая коэффициент, 21 - меню, 22 – обозреватель, 23 – знак тела, 24 - измерение, 25 -повторения, 26 - обменная, 27 - визуальная, 28 – кино петля, 29 – сферблат параметров, 30 - принт, 31 – шаровидные манипулятор

Включение источника. Включить источник (кнопка подключения позади панели). Сначала на дисплее появляется экран. Через 15 секунд

появляется меню и изображение. Будьте уверены в правильном использовании устройства. Проверьте поверхность датчика. При работе устройства и подключения датчика произносит «би-и-п» звук, это говорит о правильном использовании системы.

Выключение источника. После пользования устройством, его нужно обязательно выключить. Это проводится в следующих этапах:

- Нужно вынуть датчик специальным держателем.
- Согласно инструкции нужно выключить источник от всего механизма.

При изменениях в системе источник нужно от всего отключить. Если в устройстве идут какие-то изменения, нужно нажать на его вторичную кнопку, включая и выключая в следующих ситуациях:

- при появлении ошибки на дисплее
- при разбросанном виде экрана дисплея
- при ограничении какой-либо операции в системе.

Трансдюсеры (сканирующий датчик): Датчик УЗ аппарата считается драгоценной частью. Датчик УЗ состоит из облучающего импульса и получающих обратных сигналов одного или нескольких трансдюсеров. Каждый трансдюсер фокусирован глубоко. По видам датчика или генератора течение УЗ волн бывают разного вида и разных размеров.

Датчики, используемые в процессе, бывают разных видов:

- Линейные датчики
- Секторные датчики
- Конвекционные датчики.

Применение линейных датчиков придают вид прямого угла поверх отрезка. Эти датчики удобно применять в практике акушерства, исследовании щитовидной железы и молочных желез.

Применение секторных датчиков придает вид острого угла. Этими датчиками удобно исследовать не очень большие участки. Их применяют

для исследования верхней части брюшной полости. Широко применяются в области гинекологии и кардиологии.

Конвекционные датчики. Между изображениями на поверхности разреза и изображением секторных датчиков обнаруживается разница. Такие датчики широко применяются в эхокардиографии и в других областях.

Датчики используются:

- В акушерстве – линейные и конвекционные датчики.
- В общей практике – секторные и конвекционные датчики.
- В педиатрии – линейные и секторные датчики.

Экраны телевизионных мониторов не должно быть меньше 13x10 см.

УЗ диагностика внутренних органов. Цель исследования УЗ содержит в себе расположение объекта, подвижность, вид, границы, проводимость звука, эхо, определение функциональных показателей.

С общими нормативами сопоставляются расположение объекта рядом с расположенными структурами.

При надавливании датчиком можно определить подвижность объекта, изменение структуры объектов во время дыхания, глотание, изменения состояния тела. Подвижность может быть нормальным, повышенным, пониженным или вообще не ощущаться. Вид объекта сопоставляется геометрическими видами круглой, овальной, капельной, видом линзы и другие. Границы исследуемого объекта оцениваются как гладкие или морщинистые, точные или неточные, линии с отрезками или без отрезка. Проведением УЗ звука считается функция оценивания, проведения звука объекта УЗ. Определение степени проведения считается навык органов нормальной печени. Потому, что при исследовании печени структуры степени освещения показываются одинаково. При циррозе печени или жировой дистрофии печени УХ хорошо втягивает в себя и освещенность УЗ «угасает».

Проводимость волн снижаются, поэтому, глубоко лежащие органы, видны черным. Эхо объекта считается степенью эхо при разных исследованиях. Не пораженные эхо органы (печень, селезенка и другие) имеют одинаковое построение эхо при одинаковой интенсивности эхосигналов. При патологических состояниях (цирроз печени) эти структуры не одинаковы. Определение размеров (биометрия) один из основных методов исследования. Есть нормативные измерения органов по их возрасту и это имеет значение в определении в них врожденных и приобретенных изменений. В определении функциональных показателей этот метод (например, доплерография – определение сократимости желчного пузыря) дает дополнительную информацию при исследовании УЗ объекта.

УЗ диагностика в акушерстве и гинекологии. В акушерстве и гинекологии УЗ сканирование считается ведущим методом потому, что:

- Дает точную информацию об органах, расположенных в малом тазу, их размеры, вид и о беременности.
- Метод исследования очень удобный и никакой подготовки не имеет
- УЗ исследование можно применять всем
- УЗ не вредит живым тканям
- Метод исследования безболезнен и не представляет неудобства.
- УЗ исследование проводится в реальное время, помогает создать несколько удобств.
- Для обработки материала время не требуется, в конце исследования можно вывести нужные картины.
- Исследователь видит нужные картины в реальное время и в целях улучшения качества может им управлять. Это освобождает больного от повторного исследования.

УЗ исследователь в практике гинекологии: При осмотре видны матка, её полость, дополнения, состояние яичников.

Пороки внутренних половых органов. Пороки развития матки: двурогая, седловидная матка, раздвоение матки и ограничение в них.

Фибромиома матки: размеры, объем матки, измерение, расположение фиброматозных узлов, определяется эхоструктура.

Эндометриоз тела матки (аденомиоз). Определяются разные степени эндометриоза.

Гиперпластические процессы в эндометрии. Полипы эндометрии и злокачественные заболевания.

УЗ исследования заболеваний яичников имеют большое значение в диагностике. В большинстве случаев определяются дисгормональное состояние и ретенционные кисты воспалительной природы. Такие кисты 1:3 месяцев сами по себе исчезают. Также определяются в УЗ исследовании кисты с желтым телом, параовариальные, эндометриальные кисты.

Кистомы яичников. Дермоидная киста (созревшая тератома) – иногда не определяется, определяются доброкачественные и злокачественные образования.

Поликистоз яичников. Здесь характерно увеличение размеров яичников и изменение эхоструктур. УЗ исследование имеет особое значение в определении бесплодия и его лечения.

Воспалительные заболевания матки и ее придатков. Существуют ультразвуковые знаки эндометрита, метроэндометрита, пиоэпидидимита, гидросальпинкса, острые и хронические оофориты.

Внематочная беременность. Предоставляет оценить выкидыш, преждевременные роды, ранние аборт и предохранять их от последствий. Под наблюдением УЗ исследования проводятся объемные манипуляции: пункция брюшной полости при образованиях в полости малого таза, лечение внематочной беременности, пункция фолликул, амниоцентез и

биопсия хориона имеет диагностическое значение при врожденных пороках.

УЗ исследование в акушерстве. Преимущества метода в том, что можно использовать его в любом положении: определение разных заболеваний и расстройства плода во время беременности. Использование трансвагинальных датчиков УЗИ диагностики помогает определить ранние сроки беременности. В это время в полости матки определяется оплодотворенная яйцеклетка. В 5-6 неделях определяется эмбрион размеров беременности можно определить сердцебиение эмбриона, голова в 7-8 неделях, в 9 неделях конечности. В первом триместре беременности можно определить развитие разных видов пороков, это предотвращает беременность путем аборта. В 13-16 неделях можно определить пол ребенка.

У поздних развитии беременности анэмбриония или сердцебиение в эмбрионе не определяется. Имеет значение в определении тонуса матки и заболевания бруцеллы.

В поздних сроках беременности в УЗИ определяется следующие размеры: бипариетальные измерения или окружность головы, средний диаметр или окружность живота, длина бедра. Для этого нужна таблица размеров, при помощи которой можно определить гипотрофию беременности и некоторые пороки, вес.

Эхоэнцефалография. Эхоэнцефалография (ЭхоЭГ) в переводе с греческого языка означает: echo – звук, encephalon - головной мозг, grapho – записать, изображать. УЗ энцефалография, нейросанография – исследование головного мозга с помощью УЗ. При этом исследуются мягкие ткани головного мозга (череп). Ткани головного мозга издают обратную акустику, т.е. в разной степени возвращают УЗ. УЗ исследования проводятся на основе этих обратных акустических звуков. ЭхоЭГ является основным диагностическим методом по определению разных заболеваний

в объеме головного мозга (опухоли, гематомы, абсцесса инородных тел, кисты и другие), внутренней части мозга и опухоли мозга. Против этого метода нет никаких запретов.

Методы исследования ЭхоЭГ выполняются с помощью аппаратов УЗ эхоэнцефалографов «Эхо - 11» и «Эхо - 12» (рис. 2.40).



Рис. 2.40. Общий вид аппарата УЗ эхоэнцефалографа

Они снабжены высокочастотным генератором, зондом УЗ, приемником, индикаторным блоком и регистрирующими устройствами. Рабочая частота составляет от 0,88 до 1,65 мГц, глубина измерения 200 мм (расстояние получения информации). С помощью этих аппаратов исследования проводятся по трансмиссионным и эхолокационным методами. Сканеры УЗ бывают одномерными и двухмерными. При исследовании таким методом не обязательно подготавливать больного. Эхоэнцефалография обычно производится в горизонтальном положении, но по состоянию больного можно проводить и в сидячем положении.

Схематическое изображение эхоэнцефалограммы (в норме) на висках верхней части (рис. 2,41) изображен фронтальный разрез головного мозга, а внизу эхоэнцефалограммы (А – правый; Б – левый); СС – средние устройства; (третий желудочек головного мозга), М – эхосигналы, исходящие от структуры средней части головного мозга (М - эхо). ЭС –

эхосигнал, исходящий от внешних структур, НК – начальный комплекс, КК – конечный комплекс в нормальном положении (а) – расстояние, зафиксированное на правой стороне и (б) – расстояние, зафиксированное на левой стороне, равны между собой.

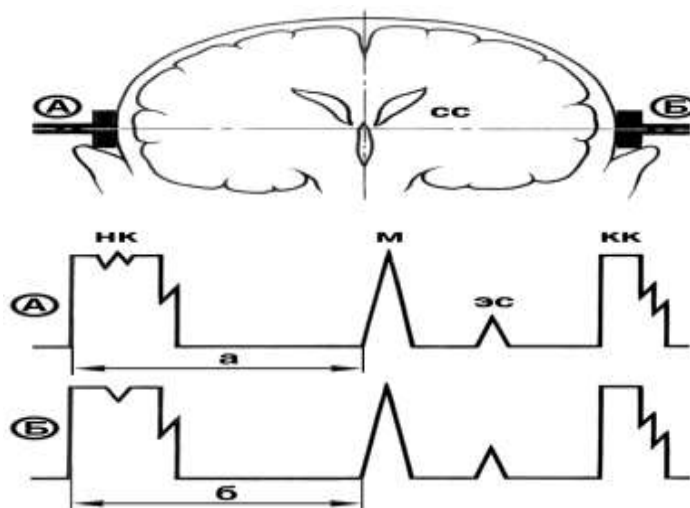


Рис. 2.41. Схематические изображения эхоэнцефалограммы в норме

В целях получения акустического контакта датчик УЗ ставится на необходимую исследуемую область головы, смазанную вазелином, УЗ волны изменяются в виде электрического импульса и появляются на экране. Оптимальные условия при получении эхосигналов: датчик ставится на поверхность боковой части на высоте 4 - 5 см по бинаурикулярной линии. Эхоэнцефалограмма состоит из начального комплекса (НК), конечного комплекса (КК), промежуточного эхо (М) и исходящих эхосигналов с разных тканей мозга. В схематическом изображении эхоэнцефалограммы объемного образования в правом полушарии головного мозга: фронтальный разрез головного мозга, датчик УЗ расположен на виске (А,Б) (в рисунке 2.42 наверху). Внизу этого рисунка изображена эхоэнцефалограмма (А – правая, Б - левая); СС – средняя структура (третий желудочек головного мозга), М – эхосигнал, поступающий от средней структуры головного мозга (М - Эхо), ЭС – эхосигнал, исходящий от средних внешних структур, НК – начальный

комплекс, КК – конечный комплекс. В нормальном положении (а) – расстояние, зафиксированное на правой стороне и (б) – расстояние, зафиксированное на левой стороне, равны между собой.

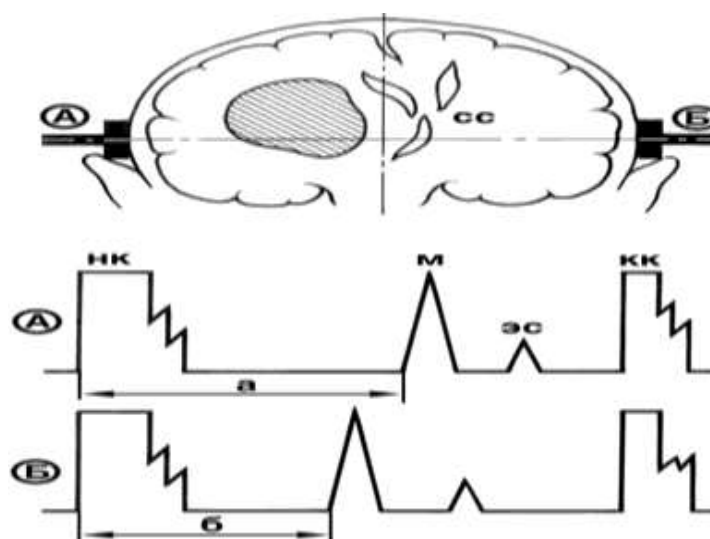


Рис. 2.42. Схематическое изображения эхоэнцефалограммы в объемной производности правого полу шара головного мозга

В патологической ситуации (объемное образование головного мозга изображено в зафиксированном виде) расстояние (а) расширен за счет передвижения средней структуры мозга, М – эхо передвигается, а обратную сторону патологического очага.

Начальный комплекс – состоит из эхосигналов, исходящих от импульса структур генератора, от мягких тканей головного мозга, от черепа и от поверхности мозга. Последний (конечный комплекс) – состоит из эхосигналов, исходящих от внутренней поверхности черепа и мягких тканей мозга. Остальные элементы конечного комплекса проявляются при полном переходе через череп. Между этими основными комплексами ЭхоЭГ создаются импульсы, исходящие с разных структур мозга. Эти импульсы проявляются не всегда. Такие ситуации проявляются при патологических процессах мозга. Постоянные исходящие эхосигналы регистрируются от структур, расположенных в промежуточной области

мозга (третий желудочек, прозрачная перегородка, воронкообразные ткани и др.).

В норме М – эхо соответствует средней линии мозга и её сдвиг на 1 - 2 мм считается нормой. Сдвиг М – эхо больше чем 2 мм наблюдается при объемных болезнях полушарий мозга, который приводит к сдвигу невидимой части мозга. Дополнительными критериями является то, что время исследования эхосигналы поступают на правую и левую полушарии мозга (ассиметрия полушарий; как, например, расширяется расстояние эхосигналов между третьими желудочками (гидроцефалия) и др.). Можно записать эхосигналы пульсации стенок дополнительных артерий – этот метод называется эхопульсографией. Своеобразное свойство ЭхоЭГ заключается в возможности исследования. УЗ зонда в области верхней линии головы. На экране эхоэнцефалографа изображается горизонтальный срез мозга. Кроме того мы можем обнаружить картину патологического изменения мозга, локализацию патологического состояния в данное время. В некоторых случаях проходящих через разные отделы головного мозга, образуют артефакты, которые затрудняют диагностику двух размерного ЭхоЭГ.

Для исследования с помощью двух размерного ЭхоЭГ (нейросонографии) является удобным область передней части открытого родничка. Противопоказания к этому методу исследования нет, не надо быть осторожным при исследовании детей, у которых проведена интубация.

Исследования через родничок проводится в двух плоскостях, сагитальной и фронтальной. При исследовании новорожденных ЭхоЭГ применяются только при диагностике заболеваний такие, как: асфиксия, травме при родах, судорожных припадках, резкому увеличению головы в период первого месяца, при недостатках в развитии нервной системы, при менингите и др.

Обычно при диагностике **кефалогематомы** никакие проблемы не возникают. УЗ исследования помогают определить место её образования и указывают на недостатки костей. На эхограмме кефалогематомы по эхосигналам можно определить свободную зону эхосигналов верхнего слоя костей и между тканями костей.

Определение – **субдурал гематомы** с помощью УЗ зависит от объёма и локализации гематомы. Определить гематому в области мозга и костяных тканях очень сложно. Выявляется свободная зона эхосигналов в костных и плотных тканях мозга.

ЭхоЭГ не может точно определить область распространенного кровенного отека. При **субарахноидальных кровоизлияниях** объем кровоизлияния между полушариями можно анализировать при их увеличении или по Сильвиеву водопроводу.

Кровоизлияние паренхиматоз. Можно точно определить с помощью ЭхоЭГ, в какой части паренхимы произошла гематома, на эхограмме изображается увеличенная эхогенная область неправильных форм и крайностей кровоподтеков.

Кровоизлияние между желудочками мозга – можно точно определить при диагностике с помощью УЗ исследований: кровоподтеки между желудочками мозга, как разделяются на кровоподтеки субэпендимальные и внутрижелудочные кровоизлияния. Субэпендимальный кровоподтек распространяется на область терминала матрикса. Изображение на эхограмме имеет точно разграниченный шарообразный ид, задевающий с боку желудочки мозга в области хвостообразного ядра.

При внутрижелудочных кровоподтеках можно обнаружить разнообразные изменения эхогенов боковой полости желудочка. Его появление зависит от появления тромба.

Ишемическое повреждение – гипоксическое повреждение области обычно закрепляется к перивентрикулярной области. Это изменение бывает в безобразной форме и в форме треугольника.

Ишемическое заражение. При ишемическом заражении гипоксическая зараженная область закрепляется перивентрикулярной области. Это изменение бывает в форме треугольника или неправильной формы. Они бывают неограниченными и в сжатом виде.

Первичное ишемическое повреждение перивентрикулярная лейкомоляция – т.е. в этой области можно обнаружить изменение гистоза, свободных от эхосигналов. Эти кисты могут сливаться с боковыми желудочками.

Постгеморрагическая гидроцефалия – дилатация системы желудочков, наблюдается у 40% больных, которые пережили внутреннее кровотечение желудочка. Для предотвращения увеличения объема желудочка у больного необходимо чаще проводить исследования ЭхоЭГ.

Врожденные пороки. Гидроцефалия это вытяжка головного мозга, характеризующаяся избыточным скоплением цереброспинальной жидкости в желудочковой системе головного мозга. На эхограмме можно обнаружить то, что все области мозга освобождены от эхосигналов. Двухмерное ЭхоЭГ очень удобен при исследовании внутриутробной инфекции и патанотальной инфекции.

Краснуха. У больных болеющих краснухой можно обнаружить некротические очаги в паренхиме головного мозга, а также мелкие кальцефикаты; субэпендимальные псевдокисты; дилатацию желудочков и кальцификатных областей.

Эхокардиография. Эхокардиография (ЭхоЭГ) (с греческого echo – звук, cardio – сердце, grapho – запись, изображение) является синонимом УЗ-кардиографии. Этот метод исследования морфологического разрушения сердца, а также регистрация механического действия сердца с

помощью УЗ сигналов. Для ЭхоКГ существуют специальные приборы, имеющие основные элементы эхокардиографа, УЗ генератор (частотой от 1 до 10 мГц), направление лучей должно быть на стенку грудной клетки в определенную область сердца. УЗ сигналы, четко выраженные с помощью датчиков, электромагнитные усилители, усиливающие УЗ волны, регистрирующие приспособления, записывающая изображения структуры сердца – эхокардиограмма (на экране осциллоскопа). Часть, получающая эхосигналы прибора ЭхоКГ, устанавливается на часть тела, непокрытого легкими. В самом начале определяется положение митральных и аортальных клапанов передних створок, затем приемная часть приборов медленно передвигается в другую область сердца и проверяется в четырех позициях.

Цель ЭхоКГ исследования:

- Выделять клапаны сердца по их расположению.
- В разных ситуациях определить желудочные перегородки и перегородки предсердия, оценка типа движения (нормо - гипо или дискинезия).
- Анатомическая оценка расположения клапанов и желудочных перегородок.
- Выражать действия сердечных клапанов.
- Определить изменения, размер и толщину стенок сердечных камер, ярко выраженных в полости дилатации, также миокарда правого и левого желудочка в гипертрофии.
- Проведение ЭхоКГ- Доплер, ЭхоКГ с двухмерным Доплером выявление или отрицание признаков регургитации клапана, определение внутрисердечных шумов и сжатия сосудов.

ЭхоКГ можно провести одновременно и ЭКГ, с их помощью определяется этапы систолы и диастолы. Кроме анатомических изменений в сердце, с помощью ЭхоКГ можно определить объем сжатия и силу сокращения сердца.

Техника метода:

- Больной ложится на спину или на левый бок.
- Датчик ставится между вторым и третьим ребром на левом краю грудной клетки.
- Дополнительные точки датчика: устанавливаются на верхушке сердца и волны УЗ направляются вдоль основы сердца.
- Датчик можно установить в эпигастральную область.
- Супрастеральная установка датчика.

Стандартные позиции датчика:

- **I стандартная позиция.** Небольшая часть правого желудочка, желудочные перегородки, полость левого желудочка, на уровне нижних нитей митрального клапана, ограниченные передними стенками правого желудочка спереди, а сзади задними стенками (эпикарда) левого желудочка.
- **II стандартная позиция.** Проходит через полость правого желудочка, желудочные перегородки, в обход митрального клапана. Лучи УЗ регистрируются в передней и задней створках.
- **III стандартная позиция.** На эхокардиограмме изображается полость правого желудочка, желудочные перегородки, основа створок митрального клапана, часть левой полости предсердия.
- **IV стандартная позиция.** Лучи УЗИ проходят через выход правого желудочка, по корню аорты, по аортальному клапану и полость левого предсердия.

В настоящее время пересмотрены несколько режимов эхосигналов. Слова отмечаются заглавными буквами. Режимы отмечаются в следующем порядке: Амплитуда – буквой А, motion (действие) – М, brightness – В. Одномерные и двухмерные изображения различаются. Метод УЗ при ЭхоКГ используется для определения скорости течения крови и определения её направления, и это есть ЭхоКГ Доплера.

В режиме А – эхосигналы принимаются в виде «пика», так как интенсивность сигналов пропорционального расстояния между вершинами совпадают с расстоянием между исследуемыми объектами.

В режиме –М – изображаются действующие структуры, стоящие в одном направлении с УЗ волнами.

В режиме –В – т.е. в сканер варианте интенсивность эхосигналов выражается на экране осциллографа. В настоящее время в практике ЭхоКГ можно просмотреть действующее сердце. В этом изображении видны изменения сердца в разных степенях (уровнях), а также анатомический разрез сердца.

Эффекты Доплера: Частота эхосигналов, идущих от не действующего объекта равна передающимся эхосигналам. Если объект направляется в сторону датчика, частота возвращающихся сигналов становится выше, чем передающиеся, а если объект отдаляется от датчика, тогда частота возвращающихся сигналов становится меньше, чем передающиеся сигналы на объект. Разница частот, передающихся и принимающихся сигналов пропорциональна скорости отдаляющегося или приближающегося объекта. Этот процесс называется эффектом Доплера, а разница между частотами передающихся и принимающихся сигналов называются передвижением Доплера.

Нормальная эхокардиограмма. В практике диагностики широко применяется режим «М - ЭхоКГ» двухмерное ЭхоКГ Доплера. Одномерная эхокардиограмма характерна режимом «М» (М - ЭхоКГ). Обычно изображения в М – ЭхоКГ эхопозитивные структуры в ярких цветах, эхонегативные строения – выражаются в виде черных участков. При норме М – ЭхоКГ всегда в изображении видны стенка переднего желудочка, её полость (эхонегативная зона) желудочные перегородки и левая полость желудочка. Изображение других структур зависит от позиций датчика; при приближении датчика изображение задней части

полости левого желудочка вблизи сердечной верхушки можно увидеть аорту и аортальный клапан, стенка заднего левого предсердия. При исследовании М – ЭхоКГ в изображении изменение структур в основном врожденных сердечных аномалиях.

Оценка полости левого желудочка включает в себя нижеследующие:

- Объем сердечного цикла и объем сокращения
- Определение толщины миокарда и её массы
- Изучение функции сокращения миокарда

Изображение на экране полости левого желудочка спереди (сверху) ограничен желудочными перегородками и сзади (снизу) стенками заднего левого желудочка. При этом размер полости желудочка уменьшается, а в конце систолы в норме она составляет 22 - 38 мм. Это и есть последний размер систолы левого желудочка. Во время диастолы желудочные перегородки и задние стенки левого желудочка утончаются, они передвигаются в противоположном направлении, в результате полость левого желудочка увеличивается. В конце диастолы снимается размер диастолы и в норме оно равно 38 - 56 мм.

Объем полости левого желудочка:

- Объем в конце диастолы – ОКД

- Объем в конце систолы – ОКС

Объем определяется по следующей формуле:

$$V = \frac{7.0}{(2.4 + D)} \times D^3$$

формула Теизола

где, V – объем полости (мм³); D – размеры передней и задней полости левого желудочка в период систолы и диастолы – в см.

Ударный объем сердца (УО) (мм³)

УО = ОКД – ОКС

УО по отношению ОКД проявляет выходную фракцию (ВФ)

$$ChF = \frac{ZH}{DOH} \cdot 100\%$$

У здоровых людей ВФ больше 50%. Формула Teicholz об изменениях очагов миокарда в ИБС (ишемические болезни сердца) дают недостаточные сведения, поэтому в настоящее время разработаны множество методов измерения. В двухмерной эхокардиограмме существуют несколько методов измерения. При методе Симпсона «Диск» левый желудочек в разных степенях делится на 20 равных горизонтальных отрезков и площадь диска равна сумме этих 20 частей. Для определения систолического и диастолического объема левого желудочка берется двухмерное изображение двух перпендикулярно расположенных сердечных позиций двух - и четырехкамерного сердца. В обеих проекциях внутренняя площадь желудочка при выделении курсором аппарата ЭхоКГ автоматически полость левого желудочка разделяется на 20 равномерных диска (a_i и b_i) и их площадь (S_i) определяется по формуле:

$$S_i = \frac{(a_i b_i)}{4}$$

Для определения желудочка (V) площадь каждого диска суммируется, и сумма умножается на высоту каждого диска ($4/20$). L – длина левого желудочка. ОКД и ОКС определяется таким способом. Некоторые параметры, используемые для измерения, приведены в таблице 2.5.2.1.

В норме двухмерная эхокардиограмма имеет такие же признаки, как и в одномерной эхокардиограмме. Одномерная эхокардиограмма отличается тем, что в нем изображение сердечной структуры дается в двух измерениях. В двухмерном ЭхоКГ нормальной позиции можно четко увидеть расположение сердечных клапанов, особенно четко выражается анатомия сердечных клапанов. При двухмерном ЭхоКГ на верхнем доступе изображаются нижеследующие: вес четыре камеры сердца антриовентрикулярный клапан, толщина перегородок и полость камеры сердца в двухмерном ЭхоКГ выражается так же, как и в М – ЭхоКГ.

Доплер - спектрограммная форма эхокардиограммы регистрируется вместе с режимом «М» ЭхоКГ. Проверяется течение крови под давлением

Таблица 2.5.2.1

№	Измеряемые параметры	Изменчивая граница, см.	Средние признаки (отметки) см.
1	Полость желудочка в конце диастолы.	0,9 - 2,6	1,7
2	Полость левого предсердия (желудочки в период систолы)	1,9 - 4	2,9
3	Полость левого желудочка в конце диастолы	3,5 - 5,7	4,7
4	Толщина перегородки желудочка в конце диастолы	0,6 - 1,1	0,9
5	Амплитуда систолического движения в перегородках левого желудочка	0,9 - 1,4	1,2
6	Толщина желудочных перегородок в конце диастолы	0,6 - 1,1	0,9
7	Амплитуда систолического движения желудочных перегородок средней в третьей степени	0,3 - 0,8	0,5
8	В степени верхней конечности сердца	0,5 - 1,2	0,7
9	Диаметр дуги аорты	2,0 - 3,7	2,7
10	Сепарация аортального клапана	1,5 - 2,5	1,9

вблизи клапанов сердца, её ламинарность считается признаком нормального течения крови. диагностика внутри сердечных тромб и опухолей: в изображении эхокардиограммы проявляются эхопозитивные тени, изменение движения сердечных камер и изменение внутрисердечной гемодинамики. Например, тромб левого желудочка. ЭхоКГ является бесценным диагностическим методом, предназначенным для исследования внутренних полостей. Но этот метод считается ограниченным, так как мелкие тромбы предсердия могут быть незамеченными.

Экссудативный перикардит: легко диагностируется с помощью ЭхоКГ. Жидкость в полости перикарда отражается в виде эхонегативной тени между висцеральным и париетальным листами. В процессе сильного

напряжения (в сердечном тампонаде) вместе синхронным сердечным движением передвигается и перикардальный мешочек сердца.

Объем жидкости в перикардной полости определяется с помощью формулы (разница между объемом сердца и перикарда). При небольшом количестве объема жидкости (100 мл). Эхонегативная тень регистрируется только в задней перегородке левого желудочка. При увеличении количества жидкости эхонегативная тень охватывает сердце полностью.

§2.5.3. Диагностическая аппаратура, основанная на рентген луче

Рентген лучами называются электромагнитные волны, имеющие приблизительную длину от 80 до 10^{-5} н.м. Рентген лучи были изобретены в 1895 году ученым Рентгеном и были названы «лучи X». в медицине оно используется в целях рентгенодиагностики и при лучевой терапии. И поэтому в медицине возникли методы рентгенодиагностики и рентгенотерапии. Самые длинные волны рентген лучей соединяются с ультрафиолетовыми коротковолновыми лучами, а самые короткие рентген лучи соединяются с длинноволновыми γ лучами. По возбудительному методу рентген лучи бывают двух видов: тормозные и характерные. Самым распространенным источником рентген лучей является двух электродный вакуумный прибор в виде трубки.

Основные особенности рентген лучей: вход, разбивка и распространение, освещение некоторых веществ (люминесценция), фотохимия, образование ионов и биологическое воздействие. Рентген лучи распространяются в виде прямых линий, их скорость равна скорости света, не имеет заряд, входит в ряд квантовых лучей. Воздействует одинаково, как и гамма лучи. Они являются невидимыми лучами, не имеют запаха, не имеют цвет, при прохождении лучей через тело человека они не ощущаются. Проникновение лучей во внутреннюю среду зависит от длины волн, если у них много «твердых» лучей. Проникновение внутрь

бывает больше чем «мягкие» лучи. С помощью высокого электрического напряжения приводя в порядок направления лучей можно измерить качество и количество, способности проникновения лучей. Скорость проникновения лучей изменяется при прохождении через тело человека, вещей и веществ. Это зависит от них толщины твердости сравнительного веса и химического строения. Чем толще тело и чем больше вес атома, тем больше принимает лучи и распространяет их от себя в разные стороны. Например, барий сульфат и свинец пропускают лучи очень мало, поэтому при защите от рентген лучей используют свинцовые перегородки толщиной 1 мм. А газ и воздух не принимают рентген лучи и, не задерживая их в себе, все пропускают.

Когда рентген лучи проникают в вещества, то они преобразовывают эти вещества в источник второстепенных рентген лучей, а сами распространяются в разные стороны, при этом распространение впереди бывает больше, чем распространение на заднем плане. Изображение на экране, освещенное рентген лучами, а также появление тени зависит от проникновения лучей через разные вещества, тела и ткани. Вот по этим свойствам отражение света или тени проявляются в разной степени на экране или на пленке. Рентген лучи больше всего проникают в костяные связки, в мускулы, хрящи и жирны ткани проникают чуть меньше, вены (артерии) и нервы впитывают в себя очень мало лучей, ткани легких совсем не впитывают в себя. Поэтому на экране разные органы выражаются по-разному. Когда лучи проникают через легкие, экран сильно освещается, при изображении сердца и крупных артерий освещение экрана слабеет, при ребрах и позвоночных костях экран темнеет. Поэтому грудная клетка проявляет на экране разные тени (обычный естественный контрастный процесс) и это помогает определить степень заболевания. Все это стало основой создания методов рентгенологических исследований. Рентген лучи, проникая в кадмий сульфат, цинка сульфат, кальций

вольфрамат, преобразовывает их освещаться (люминесценция), это можно увидеть в темноте. Освещение веществ называется люминофорами. Этот процесс помог создать освещающий (флюоресцирующий) экран. А экран от воздействия рентген лучей освещается желто-зеленым цветом. Кроме того, изобретен экран усилитель, используемый при фотосъемке, при этом экран освещается, синим цветом. Освещение экрана зависит от «твердости» рентген лучей и светочувствительности слоя экрана, который включает в свою структуру разные вещества. Чем больше освещается экран, тем ярче выражаются детали изображения. На этой основе и возник метод рентгеноскопии.

Фотохимические свойства рентген лучей, основана на воздействии светочувствительного слоя фотоматериалов (пленка, бумага), в результате чего при освещении изображения появляется чернота. Светочувствительный слой состоит из желатинги и серебряного галоида. Серебряный галоид – это химическое соединение серебра и брома, самая светочувствительная и энергочувствительная смесь разных лучей.

При рентгенографии объекта лучи рентгена проникают через него и какая-то часть остается в нем, а другая часть доходит до пленки. При обработке пленка в проявителе входит в химическую реакцию с микрокристаллами раствора. В результате облученный серебро - бромид раздробляется, остается чистый серебряный металл. Таким образом, при воздействии раствора проявителя ранее омертвленные микрокристаллы вновь проявляются. После проявления на эмульсионном слое пленки проявляется 20 – 25 % не восстановленный серебро-бромид, он расплавляется при процессе закрепления, снимается со слоя фото изображения и тонет на дно раствора натрий тиосульфат как серебряный металл. На основе этого свойства и возникла рентгенография.

Свойства ионизации. Рентген лучи ионизируют воздух. При прохождении через воздух и газы раздробляют нейтральные молекулы и

создаются положительные и отрицательные ионы. Поэтому рентген и радиоактивные лучи называются ионизаторами.

Все виды лучей, несмотря на расположение источника, прикасаясь к телу, глубоко проникают в ткани и меняют их свойства. В основе этого изменения лежит физический процесс, в результате столкновений лучей между собой возникают ионизированные и возбужденные молекулы.

Эффективность ионизации веществ и живых тканей зависит от видов проникания в них. Рентген лучи сами по себе не могут ионизировать вещества, в результате проникания и распространения создают второстепенные электроны, а это ионизирует орган, в который проникли лучи. Поэтому рентген лучи имеют свойства второстепенной ионизации органов. Регистрация (фиксация) рентген лучей и их использование, а также их воздействие на биологический объект определяется через процесс взаимодействия между рентген фотоном атома вещества и электронов молекулы. В 1896 году русский физиолог И. Р. Тарханов один из первых изучил биологическое воздействие рентген лучей.

Рентген лучи имеют свойства, преобразующие изменения в клетках, тканях, органах и, в общем, во всех живых организмах. Проникновение энергии рентген лучей в биологические объекты в связи с появлением ионизации возникает в процессе ионизированных возбужденных молекул. Эти химически активные молекулы, входя в реакцию между собой и между живыми веществами, в результате образуют жиры, ферменты, нуклеопротеиды и обрывают химические узлы нуклеиновой кислоты, химически активные радикалы. В этом процессе ионизация воды (жидкости клеток) в начальной стадии имеет большое значение. В результате диссоциации молекул воды «Н» и «ОН» появляются радикалы, и они приводят к образованию больших активных химических пироксидных составов. Эти составы взаимодействуют с растворенными молекулами веществ, создают радиационные, химические реакции, в

результате белки раздробляются и появляются составы, похожие на аминокислоты и гистамины. В этом процессе в клетках и между клетчатыми веществами происходят сложные физические и химические изменения.

При биологическом воздействии рентген лучей на первичные, эндокринные и гормональные системы общее иммунобиологическое состояние организма играет важную роль.

В конце воздействия рентген лучей в тканях развиваются дистрофические изменения, живые ткани теряют свою функциональность.

Организация рентген обслуживания. Рентген кабинет является специальной комнатой, оборудованной рентген аппаратурой, расположенный в больницах и поликлиниках

Для получения рентген лучей необходим источник – электрический ток и рентген аппарат. Рентген аппараты работают под напряжением 127, 220 и 380 Вт при переменном токе. В настоящее время рентгенодиагностические аппараты могут подсоединяться любому вышеуказанному напряжению. Рентгенодиагностические аппараты, используемые в медицинской практике, по строению и использованию делятся на следующие виды, как: рентгеноскопия – с изображением на экране; рентгенография – снимок рентгена на пленке; урологический рентген – специально разработанный аппарат для диагностики урологических заболеваний; ангиокардиологический – для исследований сердца; стоматологический – для исследования зубов и челюстей и другие аппараты.

Рентгенодиагностические аппараты могут устанавливаться стационарно, а также могут быть и передвижными. Передвижные рентген аппараты разбираются по частям и переносятся с одного места на другое, устанавливая их в автомашине или в вагоне железнодорожных поездов.

Основной частью рентген аппарата считается двух электронный вакуумный прибор в виде трубки. Рентгенодиагностические аппараты по электропитательной схеме рентген трубки разделяются на следующие группы:

- Аппараты без кенотрона, их рентген трубка напрямую соединяется на главный трансформатор и используется половина волны переменного тока. В состав этих аппаратов входят низковольтные передвижные аппараты, у которых напряжение достигает 100кВ тока: «Арман-1», «12-П-5» (передвижной, используется в палатах, разработан в бывшем СССР). «Тур-ДЕ-16», «Тур-ДЕ-18» и рентген стоматологический «5-Д-1», «5-Д-2».
- Одно или двух кенотронный аппарат, работающий на половине волны переменного тока, имеющий силу 6кВт и напряжение 100кВ.
- Большие стационарные аппараты, работающие на трех фазах электрического тока, имеющие четыре, шесть кенотрон. Они имеют 10кВт силу и работают под напряжением 140 кВт и больше.

В настоящее время многие лечебно-профилактические учреждения оборудуются новыми современными стационарными рентгенодиагностическими аппаратами. Их система кенотрон селенная система обеспечения электрическим током заменяется полупроводниковыми аппаратами.

По системе питания и штативной конструкции рентгенодиагностические аппараты подразделяются на следующие группы: высшие, первые, вторые и третьи группы. Рентгенодиагностические аппараты высшего класса снабжены трехфазными двенадцати полупроводниковыми выпрямителя (регуляторами). Эти регуляторы обеспечивают максимальное напряжение 150 кВ, а анодным током от 1000 до 2000 мА. Их система усилителей рентген воздействия – (УРВ) работает по следующему принципу: распределитель света – УРВ – трубка телевизора – монитор.

В эту группу входят:

А) радиодиагностическое устройство фирмы «Сименс», разработанный в Германии, его штатив, «Сереграф», «Орбископ», структура системы питания «Гигатос-Е», «Гарантикс» и др.

Б) рентгенодиагностическое устройство «Телевикс-2», производитель фирмы (США) «Женерал-электрик».

В) рентгенодиагностическое устройство производства Германии «ТУР-Д-1500».

Рентгенодиагностические аппараты, входящие в первую группу имеют трехфазную полупроводниковую структуру с максимальным высоким напряжением 125-150 кВ, анодный ток достигает от 600 до 800 мА. Эти устройства автоматизированы на высоком уровне и обеспечены универсальным штативом, УРИ, телевизором, кино и флюорографической камерой.

В первый класс аппаратур входят:

а) «РУМ-20» и «Рентген-50» (производство бывшего СССР)

б) «ТУР-Д-701» и «ТУР-Д-1001» (Германия)

в) «Дуромокс» (Ч-СР)

г) «ЕДР-750» (ВХР)

Во второй класс входят рентгенодиагностические аппараты, имеющие схему однофазной системы питания с двумя полупроводниковыми выпрямителями. Их высокое напряжение доводится до 125-150 кВ, анодный ток достигает до 400-500 мА. В комплект этих аппаратов входят штатив, УРИ система и приемник телевизора.

В этот класс входят аппараты:

а) «РУМ-10» и «РУМ-22» (бывший СССР)

б) «Хиродур-125» и «Мегамета-125» (ЧР)

в) «Диагномакс-125» и «Недиагномакс-125» (ВНР)

В третий класс входят рентгенодиагностические аппараты с низкой силой. Они предназначены для электрической сети с напряжением 220 и 380 Ватт, имеют одну фазу, систему с двумя полупроводниковыми выпрямителями, высокая мощность 125 кВт, анодный ток – 125-300 мА. Штативы аппаратов простые. Они рассчитаны для не больших больниц.

В этот класс входят:

- а) «Рентген-30», «УРД-Д-100» и «РУМ-5» (бывший СССР)
- б) «ТУР-Д-350» (Германия)
- в) «Дурамета» (Ч-СР)

Мощные рентгенодиагностические аппараты работают под высоким напряжением электрической энергии. Мощный переменный ток с помощью кенотрона или полупроводника (селенная пластинка) превращает в мощный постоянный ток. Если электрическая система рентген трубки 4 или 6 кенотрон (или от двух до двенадцати полупроводников) изменчивые, то все изменчивые токи превращаются в постоянные. И увеличивают мощность аппарата. Поэтому в медицине подобные аппараты широко применимы. В одном рентген кабинете можно установить два или более штатива и управлять одним пультом. Поэтому при постройке рентген кабинета предусматривается количество устанавливаемых штативов и рентген аппаратов, и ставятся строгие требования по соблюдению санитарных норм, а также обеспечения безопасности и предотвращения облучения. Рентген лаборант должен иметь дозиметр для определения дозы облучения. Допускаемая доза облучения в год не должна превышать 1 ЕД, при увеличении этого показателя условия работы нужно изменить.

Организация и деятельности кабинета рентгенодиагностики находится под постоянным контролем СЭС, главным руководителями городских, областных и республиканских лечебно-профилактических учреждений. По требованиям санитарии кабинет рентгенодиагностики

должен располагаться в специально предназначенном здании, расположенного в местности, где собирается мало народа. Для обеспечения безопасности облучения, кабинет должен быть изолирован необходимыми защитными средствами.

Современный рентгенодиагностический кабинет должен состоять из 4 комнат и 1 санитарного узла: процедурная, комната пульта управления, комната для врача, фотолаборатория.

Процедурная комната должна быть большой, в нем располагаются основные части рентген аппарата, В этой комнате врач рентгенолог обследует больного, рентген лаборант делает снимок.

В комнате пульта управления находится устройство пульта рентген аппарата, оно управляет рабочим столом рентген аппарата на расстоянии. Размер комнаты должен иметь параметры 6 - 9 м². Процедурная комната и комната пульта управления должны быть соединены между собой и, разделяющей их стене, должно быть вмонтировано дверце со свинцовым стеклом для наблюдения и голосовым аппаратом для общения с больными. Комната врача должна иметь параметры 10 м², здесь врач выполняет работы, независимые от лучей.

В фотолаборатории обрабатываются пленки со снимками (проявления изображения, закрепления, промывки в проточной воде, сушка). Объем комнаты зависит от количества рабочего стола рентген аппарата 9 - 12 м². Между фотолабораторией и процедурной комнатой должен быть танбур и двойная дверь. Эти комнаты должны быть заполненные. Комнаты время от времени нужно проветривать естественным и искусственным способом, для этого устанавливается вентиляция. В этих комнатах должны быть установлены водопроводные краны, и санитарные узлы с горячим и холодным водоснабжением.

Рентген кабинет должен быть оборудован всеми необходимыми принадлежностями (кушетка, столы, стулья, красные и мрачные фонари,

негатоскопы и другие) канцелярские принадлежности (журнал регистрации, ручка, карандаш, тетради) и принадлежности для фотолаборатории: комплекты для обработки пленок, стол для проявки пленок, кассеты разных размеров (13x18, 18x24, 24x30, 30x40, 35x45 см²), красные фонари, негатоскопы, свинцовые номера, сушильный шкаф, приборы для обработки барий сульфата и т.п. Рентген кабинет должен быть оборудован и пожарно-безопасным оборудованием: огнетушитель, лопата, ведро и другие.

В каждом рентген кабинете должны быть 2 комплекта защитных средств. В комплект входят: резиновые перчатки, фартуки и юбки, обработанные свинцом; толщина их эквивалентной свинцовой пластинки равна 0,3-1 мм; в 2 года один раз проверяется состояния защитных средств и определяется пригодность их к работе.

Для предотвращения излучения радиации больного он должен пройти обследование рентгенолога, врач определяет соответствующую дозу излучения для пациента. Время, от времени проводимое рентген обследование количество и доза облучения должно приниматься во внимание. Для уменьшения дозы воздействия лучей нужно сократить действие техники и время приема лучей; принять меры предосторожности и найти пути сокращения диафрагмы; улучшить методы исследования; каждый сотрудник должен повышать свою квалификацию; рентген обследование должно проводиться строго по клиническим требованиям и по указанию врача.

Рентгенодиагностический аппарат состоит из следующих: пульт управления, трансформатор высокого напряжения кенотрон, штатив рентген трубки и экран. Чтобы не получить электрическую травму, металлическая часть рентгенодиагностического аппарата должно быть установлено с заземлением на изолированном проводе.

Пульт управления рентген аппарата соединяется к электрической сети дистанционно.

Пульт управления обеспечен различными измерительными устройствами, с их помощью можно определить напряжение электрической сети (В), высокое напряжение тока (кВ), силу тока (мА), время, кроме того, в нем устроены приспособления по управлению, а также имеется прибор, обеспечивающий работу аппарата в рабочем месте и электронная световая сигнализация.

В пульте управления устроен автотрансформатор, который балансирует напряжение электрического тока и трансформатор, уменьшающий напряжение на 15 В, который нагревает и подготавливает рентген трубку и кенотрон к работе. Пульт управления аппарата имеет два этапа соединения:

1 – этап – нагрев (подготовка) – соединяется уменьшающий трансформатор, зажигаются спиралеобразные провода, изготовленные из вольфрама, расположенные в катодах рентген трубки, они разогреваются и подготавливаются к притяжению высокого напряжения. Время подготовки 10 секунд.

2 – этап – соединение высокого напряжения. Пультом управляет лаборант рентгенолог по указанию врача рентгенолога.

Переменный ток в сети трансформатора высокого напряжения (127 В, 220 В, 380 В) предназначен для преобразования в ток высокого напряжения (от 30 кВ до 150 кВ), для получения рентген лучей необходим постоянный ток высокого напряжения, получают через кенотрон.

Кенотрон похож на вакуумную колбу. Внутри с двух сторон колбы устроены электроды – анод и катод. Катод изнутри имеет кольцеобразную пластинку, между ними находятся вольфрамовые спирали. Катод закреплен в центральный столб. Наружная часть соединена с понижающими и высоконапряженными трансформаторами.

Анод – округленная изнутри пластинка, похожая на тарелку, изготовленная из вольфрама или молибдена, закрепленная на центральный столбец, пригибается к входящей части анода в колбу.

Рентген трубка является электровакуумной, высоконапряженные катодные лучи превращаются в рентген лучи. Для этого лучи катода (электроны) обеспечиваются большой скоростью. После этого они резко останавливаются для того, чтобы столкнуться с поверхностью анода. При их столкновении кинетическая энергия превращается в тепловую энергию и в рентген лучи.

Используется экран, освещенный рентген лучами. Рентген лучи считаются невидимыми и определяются только при воздействии их на тела. Рентген лучи, проникая в вещества, создают свет (люминесценцию), оно проявляется в темноте. Для рентгенографии используется специальный люминесцентный экран.

При обследовании рентген путем больной должен стоять между рентген трубкой и экраном (перед штативом) (рис.2.43). При прохождении рентгеновским лучам из предмет (организм), определенный част

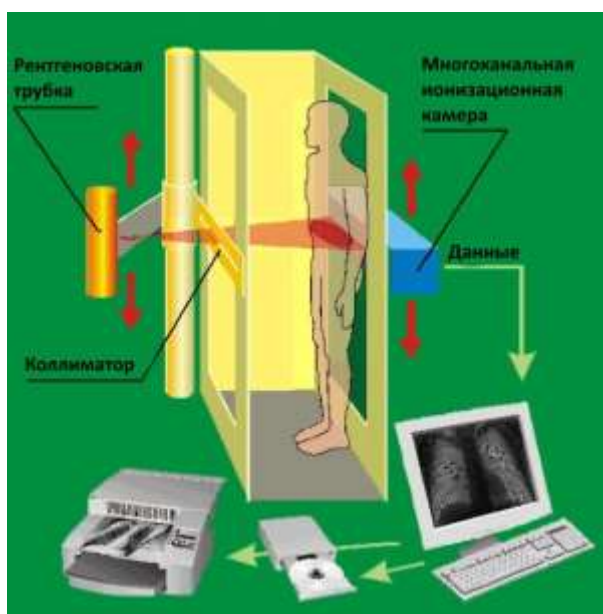


Рис. 2.43. Схематический вид современный рентгеновский аппарат

поглощаются и распространяются, остальное дойти до экрана отражает исследованный орган.

Использование вышеуказанных современных рентгеновских аппаратов стоит отметить, что все эти методы значительно снижают время экспозиции и лучевую нагрузку на пациента. Также с их помощью можно добиться более резких и четких изображений, которые можно без труда увеличивать и рассматривать по частям (рис. 2.44). После этого изображение сохраняется на цифровых носителях, и заносится в базу данных компьютерной системы.

В современной медицинской практике применяются почти все созданные современные рентгеновские аппараты (рис. 2.45, 2.46 и 2.47) работающие на основе схемы указанное на рис. 2.43.

По требованиям санитарии во избежание облучения в рентген кабинете не должно быть лишних предметов. Рентген пленки и снимки (рентгенограммы) должны храниться в металлических ящиках и шкафах с плотно закрывающимися дверцами. Специалисты, работающие в рентген кабинете с рентген приборами, должны проходить медицинское



Рис. 2.44. Рассмотрение проекции по отдельным частям с помощью цифровой детектор



Рис.2.45. Современный рентгеновский аппарат соответствующих всем требованиям медицины



Рис. 2.46. Малодозовый цифровой флюорограф предназначенных в отдельную категорию для обследования детей



Рис. 2.47. Современный рентгеновский аппарат соответствующий снятие прецизии по координатным осям X, Y и Z

исследование согласно постановлениям министерства здравоохранения и получить полный инструктаж по технике безопасности. Врач рентгенолог является ответственным по проведению рентген обследований с радиационной безопасностью (без радиации). При использовании рентген кабинета и передвижных рентген аппаратов должен принять все меры предосторожности. В рентген кабинете, кроме больного, никого не должно быть.

Беременные женщины освобождаются от работы с рентген аппаратами. Рентген исследования у женщин (рожающего возраста) проводится в течение первой недели менструационного цикла, а беременные должны обследоваться по назначению врача во второй половине беременности только в срочной необходимости ситуации.

Профилактические рентгенологические исследования здоровых людей проводится по указанию и приказу Министерства здравоохранения проводится флюорография, т.е. широкоформатная флюорография с минимальным облучением, профилактическим рентгенологическим обследованиям дети и женщины не подлежат. При рентгенологических обследованиях облучаемая площадь должна быть минимальной величины, время должно быть коротким, и это все не должно повредить обследованию.

Биологическая реакция человеческого организма на рентген лучи зависят от величины воздействия рентген энергии на тело. Принято считать одной экспозиционной дозой облучения $23 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг (за пределами системы – 9 Р), а это можно определить при рентгеноскопии грудной клетки больного.

Усилитель рентгенологического изображения (УРИ) и облучение больного в среднем уменьшается до 10 – 12 раз. Через усилитель рентген лучей экран освещается более 1000 раз. А это уменьшают силу тока, и создает возможность уменьшению высоконапряженного тока,

поступающего в рентген трубку, а также уменьшению воздействия рентген лучей на кожу больного.

Если проведение обычной рентгеноскопии за минуту равно $16,5 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг (6 Р), тогда при УРИ – $1,03 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг (0,4 Р).

При работе с помощью рентген телевизора доза облучения уменьшается на 15 раз и равна $1,03 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг (0,4 Р/мин). В итоге общая доза уменьшается на 25-30 раз и доза облучения работников намного уменьшается. Доза облучения процесса томографии равна дозе рентгеноскопии грудной клетки. Самое малое облучение можно обнаружить при рентгеноскопии.

В процессе рентгенографии при использовании дополнительных фильтров (Al, Cu) количество поступающих лучей и облучение больного намного уменьшается, но качество снимка не портится. Для уменьшения дозы облучения нужно оптимально использовать рентген лучи, сократить время исследования, не повреждая качество исследования, преградить пучок лучей, использовать защитные средства (фартуки, шторы, перчатки), а не обследуемая часть тела защищается (покрывается) резиной из свинца. Особенно нужно обратить внимание на защиту женщин возраста полового созревания.

В каждом рентген кабинете на самом видном месте должно быть вывешена инструкция по технике безопасности, утвержденная руководителем лечебно - профилактического учреждения.

Основным документом проведения рентген исследования больного считается направление, выданное и подписанное врачом. Каждый рентген осмотр должен быть основан и правила исследования не должны нарушаться.

Рентгенолог может не исследовать больного, который не имеет соответствующего основания и подготовки к обследованию, и должен произвести запись в истории болезни больного об этих основных фактах.

Врач рентгенолог должен зафиксировать в истории болезни и в амбулаторной карте результаты рентгенологического исследования и дозу облучения, полученного больным. Такая запись должна фиксироваться и в журналах регистрации и отчета.

Сложные, специальные – и контрастные вещества при рентгенологических исследованиях назначаются строго на основании клинической рекомендации и по согласию врача - рентгенолога.

Методы рентген обследования. Рентгенологическое исследование состоит из плановой проверки органов или морфологических систем и их функциональную деятельность, оценка нормального или патологического состояния, мероприятия для получения диагностических сведений. Результат рентгенологических исследований зависит от оборудования рентгенодиагностических кабинетов и полного обеспечения, в соответствии выбранного метода и его технического выполнения, а также от грамотности и профессиональности, опытности рентгенолога и своевременного проведения исследования.

Существуют множество методов рентгенологических исследований. По этой причине их можно разделить на следующие группы:

- 1 – основной;
- 2 – дополнительный и сложный;
- 3 – рентгеноконтрастный;
- 4 – рентгенофункциональный;
- 5 – новые современные методы снимок органов и систем.

Основными методами рентгенологических исследований являются: рентгеноскопия, рентгенография, флюорография и электрорентгенография.

Рентгеноскопия – это метод исследования легких, сердца, аорты, грудного промежутка и диафрагмы с помощью рентген лучей. При исследовании больной стоит между экраном и рентген трубкой перед

штативом. При рентгеноскопии грудной клетки используется ток высокой напряженности от 50 - 70 кВ (по толщине объекта) и сила тока 3 - 4 мА. При исследовании пищевода, желудка, желчного пузыря и мочевого клапана с помощью освещения экрана технические данные увеличиваются.

Рентгеноскопия дает возможность провести исследование (проекцию) органов или систем в любых условиях и ситуациях. Этот метод помогает наблюдать и изучать деятельности и функции ребер, диафрагмы, сердца, желудка, кишечника и т.д. При исследовании органа с помощью рентген лучей можно обнаружить изменения его состояния, как, например, происходит уплотнение, исчезновение тканей, появление на их месте воздуха и газа.

По интенсивности уплотненной местности в рентгеноскопии появляются разного рода затемнения (тени), а не видная часть тканей на экране отражается освещенным.

Рентгеноскопия является приблизительным методом обследования, она дает сведения о морфологии и функции органа, поэтому при изменениях производится рентгенография, при рентгенографии измененная часть четко отражается, поэтому этот процесс можно изучить всесторонне.

Рентгеноскопия и рентгенография пополняют друг друга и дают достаточные сведения при определении болезни и диагностике.

Рентгенография – метод снимки с помощью рентген лучей. Основной, классический и надежный метод, обоснованный на изображении тени исследуемого органа на рентген пленке. Результат рентгенографии называется рентгенограммой.

Рентгенограмма – (снимок) – имеет своеобразные особенности, четко и чисто отражает на рентген пленке строение объекта, дает возможность получения необходимых сведений для произведения динамических

наблюдений, а также для получения консультаций больного к различным специалистам.

Рентгенограмма является юридическим и рентгенологическим документом, отражающим исследуемый орган, она должна храниться в архиве рентген кабинета до определенного срока годности.

Флюорография – это метод снимки изображения с флюоресценцированного экрана на фотопленку, или на пленку флюорографии в виде маленького снимка. Метод выражается в следующем: орган, изображенный лучами, на флюоресценцированном экране фотографируется с помощью специальных фотоаппаратов, при этом пленка автоматически передвигается. На флюоресценцированном экране находятся цинк сульфата и соли кадмия, поэтому при воздействии лучей они освещаются желто-зеленым цветом, изображение четко отражается на пленке. Размер экрана 35 x 35 см².

Флюорография применяется в лечебных учреждениях, которые могут принять большое количество людей зрелого возраста по современным методам исследования. Преимущество флюорографии в том, что оно может исследовать большое количество людей за короткое время с экономической точки зрения это выгодно и дешево. Она имеет большое значение при определениях заболеваний легких (туберкулез, опухоли, пневмокониоз), сердца (врожденные и приобретенные пороки), молочной железы (опухоли узлы), а также в определении утаившихся болезней органов.

В настоящее время приобретен большой опыт исследований флюорографии с широкоформатными кадрами в проведении массовых профилактических осмотров в определении заболеваний и изменений, которые развиваются скрытно в гортани, желудке и кишечниках, а также способствуют росту начальной стадии раковых заболеваний.

В этих целях используются широкоформатные флюорографы 12-К-7, «Серикс-6», «2АК-32» и современные флюорографы ФЦОИ – 7 (рис. 2.48), ФЦОИ – 12 (рис. 2.49), ПОЛИСТАТ М32 (рис. 2.50), малодозовый цифровой сканирующий флюорограф АПТСФ – АМИКОП (рис. 2.51), и схематический вид малодозовый цифровой сканирующий флюорограф АПТСФ – АМИКОП (рис. 2.52) и др., и специальные гастрофлюорографы (КСД-12-04 японской фирмы «Тошиба»), они дают возможность увидеть или понаблюдать за прохождением контрастной жидкости через гортань и желудок.



Рис. 2.48. Флюорограф с цифровой обработкой изображений ФЦОИ - 7



Рис. 2.49. Флюорограф с цифровой обработкой изображений ФЦОИ – 12



Рис. 2.50. Цифровой рентгенодиагностический флюорограф POLISTAT M32 с детектором 43x43 см



Рис. 2.51. Общий вид малодозовый цифровой сканирующий флюорограф АПЦФ - АМИКОР

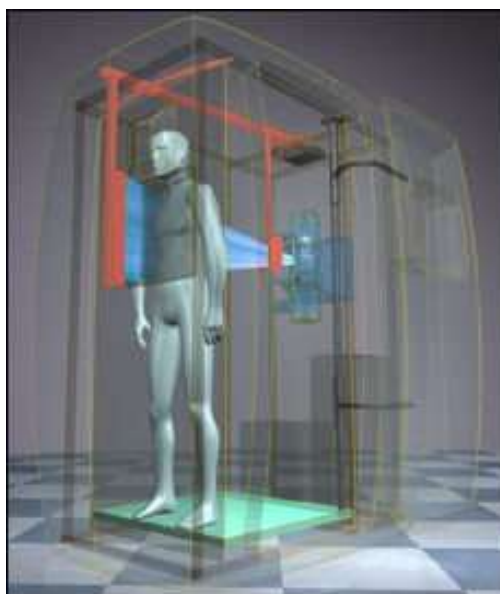


Рис. 2.52. Схематический вид малодозовый цифровой сканирующий флюорограф АПЦФ - АМИКОР

В научно-исследовательском институте Интероскопии бывшего Советского союза было изобретена оснащенная гастроплюорография, с помощью которой можно не только наблюдать проход контрастной жидкости по каналам пищеварения, но и глубоко изучить свойства морщинок слизистой оболочки желудка и мотора эвакуатора. Гастроплюорограф обеспечен рентгенологическим усилителем (РТК) «Сапфир», монитором телевизора, телеуправляющим тубусом корректирующей стенки живота, штативным устройством для переворачивания, исследуемого больного в удобное положение. Штатив управляется на расстоянии, имеет возможность исследования больного со всех сторон (полипозиционный), в положении лежа, стоя. Флюорограммы снимаются на пленку РФ - 3 размером 70 мм с экрана РТК, размер снимка 60х60 мм². Исследование проводится под наблюдением экрана телевизора в следующих технических условиях: напряжение тока – 70 - 100 кВ, сила тока – 1,5мА время экспозиции 0,08 секунд. При флюорограмме сила тока 40 мА. При получении сведений гастроплюорография не уступает традиционным рентгенологическим исследованиям. Результат флюорографии называется флюорограммой, их размеры могут быть 70х70, 90х90 или 100х100 м², они изучаются флюороскопом. Если флюорограмма указывает на патологическое изменение, больной направляется на рентген. В рентген кабинете больной исследуется методом рентгенографии и рентгеноскопии. Детям флюорография не рекомендуется.

Электрорентгенография (синоним: ксерорадиография, ксерорентгенография) – метод рентгенографии, при котором рентгеновское изображение получают на заряженной полупроводниковой пластине, а затем переносят на обычную бумагу.носителем изображения при этом является электрически заряженный слой аморфного селена. Изображение на поверхности селеновой пластины появляется благодаря

«стеканию» зарядов пропорционально интенсивности падающего на слой селена рентгеновского излучения.

Первые работы по электрорентгенографии выполнены в 1938 году Карлсоном (Ch. Carlson). Однако отдельные стороны этого процесса были изучены еще в 1916 году русским изобретателем Е. Е. Гориним, который ввел термин «электрофотография» и впервые выдвинул идею использования фотополупроводников для получения изображений. В бывшем СССР по электрорентгенография были начаты в 1949 году.

Электрорентгенографический процесс состоит из 5 этапов:

1. Нанесение на селеновую пластинку положительного электростатического заряда, в результате чего она становится чувствительной к рентгеновскому излучению.

2. Рентгеновская съёмка исследуемого объекта, при которой вместо рентгеновской пленки используют селеновую пластину. При этом под влиянием рентгеновского излучения, проходящего через исследуемый объект, на поверхности пластины меняется электрический потенциал (уменьшается положительный заряд) и т. о. создается скрытое электростатическое изображение.

3. Проявление, при котором пластину опыляют черным порошком. Отрицательно заряженные частицы порошка оседают на поверхности пластины соответственно сохранившемуся на ней положительному заряду.

4. Перенос порошкового изображения с пластины на бумагу контактным способом.

5. Закрепление изображения в парах ацетона и толуола.

Все этапы, кроме рентгеновской съёмки, осуществляются с помощью электрографического аппарата, состоящего из технологического блока (для зарядки пластин и переноса изображения с них на бумагу) и блока закрепления. В бывшем СССР выпускаются электрографические аппараты ЭРГА – 02 и ЭРГА – 03. Для выполнения электрорентгенографии

используют приставки к рентгенодиагностическому аппарату – электрорентгенографы. На рис. 2.53 приведены рентгенограммы коленного сустава снятого с помощью выше указанного аппаратов – электрорентгенографы.

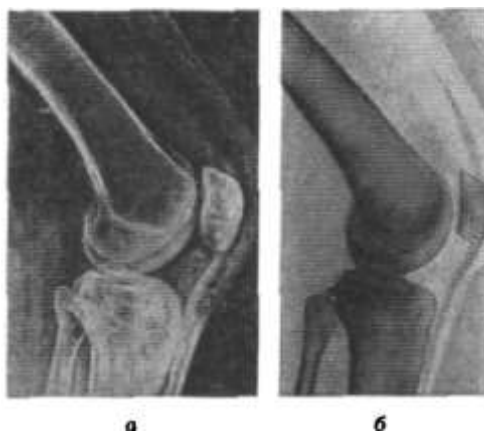


Рис. 2.53. Рентгенограммы коленного сустава в норме (боковая проекция): а – выполненная методом электрорентгенографии на бумаге, б – выполненная на рентгеновской (сверхчувствительной) пленке

Электрорентгенография имеет ряд важных отличий от обычной рентгенографии. В частности, при электрорентгенографии отмечается так называемый краевой эффект – более интенсивное отложение порошка на границе участков с различными потенциалами, что обеспечивает резкость контуров тени, высокую контрастность и некоторое увеличение размеров элементов изображения. Все это создает впечатление объемности деталей и в целом увеличивает диагностические возможности метода. При исследовании мягких тканей удается получить изображение кожи, подкожной клетчатки, мышц, связок. В мягких тканях отчетливо выявляются воспалительные инфильтраты, кровоизлияния, кисты, очаги кальциноза и оссификации.

Существенным преимуществом метода является его экономичность и быстрота получения изображения – метод позволяет за 2 – 3 минуты получить сухой снимок (рентгеновское изображение объекта исследования)

на обычной бумаге). Это дает возможность широко использовать электрорентгенографию в амбулаторно – поликлинической сети, травматологических пунктах, медицинско – санитарных частях, а также в интраоперационной и неотложной диагностике.

К недостаткам электрорентгенографии относят возможность искажения изображения, появление артефактов, «пробоев» в виде черных круглых очагов со светлыми ореолами, продольных полос и др., что связано с многократным использованием пластины, наличием механических повреждений и царапин на ее поверхности.

Детям электрорентгенография не рекомендуется.

Методы дополнительных и сложных рентген исследований включают в себя томографию, зонографию, маммографию, рентгенкинематографию и рентгентелевидение.

Томография – метод многослойного снимка исследуемого органа. Процесс томографии состоит из следующих этапов: расположение процесса, глубина, укладывание больного в положении лёжа и рассчитать соответствующий слой, определение технических условий и сделать снимки. Процесс томографии основывается на передвижении кассеты с пленкой и рентген трубкой одновременно в противоположном направлении друг к другу, а также без подвижного состояния больного в лежачем виде. Расстояние и объем томографического шага между двумя слоями зависит от толщины объекта. Для легких этот шаг может быть в размере от 0,5 - 2 см и больше.

Толщина слоя зависит от слоя фокуса рентген слоя, от слоя пленки и от длины расстояния передвижения рентгена или же от степени поворотного узла. Чем больше степень поворотного угла, тем меньше толщина слоя, а может быть и наоборот.

При томографии обзора легких поворотный угол рентген трубки должен быть равным 30° или, длина расстояния передвижения 400 мм, а для тщательного обследования рекомендуется $45 - 50^\circ$ или 600 мм.

Томографию можно производить в «прямую», «сбоку», «поперечном» положениях. Томограмма дает возможность получения объективных результатов о расположении патологического процесса, о ее формах, объеме, структуре и взаимодействиях между органами и тканями. Использование дает возможность одновременной снимки нескольких слоев, уменьшает время исследования, а также уменьшает дозу облучения больного.

Томография используется при определении разных заболеваний органов дыхания, сердечно сосудистой системы, скелета органов брюшной полости и других органов.

Зонография – рентгенологический метод исследования, снимающий изображение слоя под малым углом ($5^\circ - 10^\circ$) поворотного угла рентген трубки. За последние годы она широко используется в целях определения и диагностики заболеваний легких, как: рак, туберкулез, воспалительных и гнойных процессов, заболеваний, связанных с профессией и других болезней.

Зонография отличается от простой (обычно) томографии своими особенностями. Эти особенности заключается в следующем: исследование большого количества деталей (элементов), легкое определение поверхности исследуемого слоя, малое количество снимок и малая доза облучения больного.

Зонография производится после получения результатов двухкратного снимка рентгенограмма грудной клетки. Зонограммы дают возможность полного обследования структуры легких.

При правильном положении тела зонография проводится в технических условиях, как: угол поворота рентген трубки равен $7^\circ - 10^\circ$,

высокое напряжение анодного тока 65 - 100 кВ, сила тока – 30 - 50 мА, время процесса – 0,15 - 0,25 секунд. При зонографии в боковом положении напряжение анодного тока сравнительно больше на 10 - 15 кВ, чем в правильном положении тела.

При зонографии больного нужно уложить так, чтобы патологическое изменение, возникшее в легких должно расположиться вблизи поверхности томографического стола. При снимке бокового положения грудной клетки определяется поверхности слоя. Поверхность среднего слоя определяется по формуле:

$$\frac{H}{2} - 1sm$$

Где – Н – поперечная величина грудной клетки, она измеряется, укладывая больного в лежачем положении на томографическом столе.

При проведении одной зонографии в разных технических условиях больной получает от 0,41 кл/кг (0,16 Р) до 3,33 кл/кг (1,29 Р) экспозиционное облучение. При зонографии время обследования сокращается в среднем на 3 раза, чем при обычной томографии. Для диагностики достаточно одной зонограммы, чем 2 - 3 обычных томограмм. Таким образом, выяснилось, что при зонографии доза облучения на 6 - 9 раза меньше, чем при облучении обычной томографии (И.П. Королук и др.)

Рентгенкинематография – РТК – метод снимки с помощью киноаппарата на пленку размером 16 или 35 мм со скоростью 25 - 50 кадров за секунду. Этот метод в норме и патологии, морфологических и функциональных исследованиях обеспечивает ценными сведениями.

Рентгентелевидение – метод отправки рентген снимки на расстояние; для этого к РТК подключается телекамера. Этот метод широко используется для определения изменений в органах при рентгенологических исследованиях, при этом воздействие дозы облучения на больного и работников кабинета остается минимальным, а также

улучшается качество исследования. При необходимости процесс исследования записывается на магнитную ленту и просматривается на экране телевизора.

Метод исследования рентгеноконтрастными средствами. Если при исследовании некоторые органы или структура системы не выделяются по отношению к окружающим органам и тканям, то их исследуют с помощью контрастных средств разными методами. Использование (применение) контрастных средств дает возможность рентгенологическим исследованиям всех органов и систем человеческого организма, и эти методы считаются самыми передовыми методами рентген диагностики. Контрастные средства, применяемые при рентгенологических исследованиях, делятся на 2 группы.

К первой группе можно отнести контрастные средства, у которых атомный вес большой, имеет особенность проникновения рентген лучей и отражать на экране или рентгенограмме интенсивные тени с помощью контрастных средств (соли тяжелых металлов – соединение бария и йода).

В рентгенологических исследованиях используется химическое вещество – барий сульфат, который производится и реализуется в специальных пакетиках по 100 гр. Это средство считается безвредным, оно не растворяется в водах организма, не воздействует на слизистую оболочку, выходит без изменения. Сюда можно включить препарат 50% барий сульфат пасту «Рекон» используется при рентгенологических исследованиях пищеводных путей, дыхательных путей и других органов. Состав йода, растворимый в воде и масле, применяется в виде разных консервантов и таблеток. Сложные растворы йода выпускаются в ампулах, в которых состав йода 30 - 90%. Сюда входят «Триомбраст», «Трийодтраст», «Йодамид», «Блигност».

Во вторую группу входят, не поглощающие рентген лучи, контрастные вещества с низким удельным весом, как кислород, азотная и углеродная окись.

§2.5.4. Компьютерная томография

Исходя из вышеизложенных характеристик рентген облучений, мы усвоили сведения о степени облучения человеческого организма при снимках теневых проекций органов. С появлением в медицинской практике рентгенодиагностики, появилась возможность использования методов рентгеноскопии и рентгенографии.

Рентген томография и компьютерная томография (КТ) являются интересными и перспективными методами рентгенографии (рис 2.54).

Компьютерная томография — метод неразрушающего послойного исследования внутреннего строения объекта. Метод основан на измерении и сложной компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями. В настоящее время рентгеновская компьютерная томография является основным томографическим методом исследования внутренних органов человека с использованием рентгеновского излучения.

Историческое развитие КТ:

- 8 ноября 1895 года – Вильгельмом Рентгеном были изобретены рентген лучи.
- 13 января 1896 года – два Бергманликских врача первые применили рентген аппарат.
- В 1946 году изобретен процесс ядро магнитного резонанса (ЯМР)
- В 1963-1964 годах Н. Кормак впервые опубликовал две статьи, посвященные рентген томографии.
- В 1972 году Дамадян первым предложил метод сканирования через ЯМР.



а

б

Рис. – 2.54. Общий вид современный компьютерный томограф (а) и условия расположения тела человека для исследование (б)

- В 1972 году радиолог Г. Хаунсфильд первым в клинических условиях применил в практику КТ.

Первая компьютерная томография была разработана при совместной работе инженеров английской фирмы «EMI» под названием ЭМИ - сканер.

Г. Хаунсфильд использовал детектор фотоэлектрического усилителя в качестве основной структурной части этого аппарата. Единственный источник трубка закрепляется на этот детектор. С помощью этого устройства процесс записи одной томографии занимает 4 - 20 минут.

Созданное устройство входит в I поколение КТ, и она предназначена для исследования головного мозга.

Первое поколение КТ были предназначены только для исследования не движущихся органов. Процесс исследования с помощью устройств с более упрощенным строением занимает долгое время. Их диапазон обследования считается небольшим, и диаметр составляет 24 см.

В 1974 году было основано II поколение КТ. Эти устройства в отличие от I поколения состояли из нескольких детекторов и работают они намного мощнее, чем предыдущие. В устройствах I поколения трубка-детектор устроена неподвижно, а в устройствах II поколения трубка-детектор

передвигается уклоном 3° - 10° . Облучение пациента уменьшено, а качество снимка томограммы увеличено. Для получения одной томограммы используется 20 - 60 минут.

КТ III поколения стали действовать, начиная с 1976 - 1977 годов. Эти устройства дали возможность получения снимков любого слоя и поверхности человеческого тела. Система трубки - детектора вращается под 360° . Траектория исследования тоже увеличивается, ее диаметр достигает до 50 - 70 см. КТ III поколения имеет возможность съемки внутренних органов. Время съемки томограммы сокращено и занимает 3 - 5 минут.

IV поколение КТ основано 1979 году. Количество детекторов этих устройств достигает 1100 - 1200, они устроены в кольцо, здесь детекторы не вращаются, двигается только рентген трубка. В результате вращения рентген трубки на 360° время снимки томограммы сокращается до 1 - 1,5 минут.

Начиная с 1968 года стали выпускаться высококачественные аппараты КТ VI поколения. Эти устройства были созданы фирмой «Иматрон», они работают в определенном, реальном масштабе времени.

КТ – аппарат состоит из комбинационного рентген устройства и компьютера. Рентген устройство делает разные снимки тела больного под любым углом, передает снимок в компьютер и на мониторе появляется КТ изображение. Томографические снимки могут сниматься в нижеследующих комбинациях (2.55):

- а) неподвижный объект и действующий источник, приемник луча (рентгенологическая пленка, селенная пластинка, кристалльный детектор);
- б) неподвижный источник луча и подвижный объект, приемник луча;
- в) неподвижный приемник луча и подвижный объект, источник облучения. Для того, чтобы проявить изображение КТ нужно создать широкий лучевой пучок рентген лучей. Этот процесс выполняется с

помощью вращения детектора вокруг неподвижной головы пациента (см. рис. 2.55, 2.56 и 2.57).

Изменение облучения и ее ослабление определяется по результатам цифровых изменений выделенный слой томограммы, ее изменение синтезируется компьютером, и изображение исследуемого слоя проявляется на экране видеомонитора (рис.2.55 и 2.58).

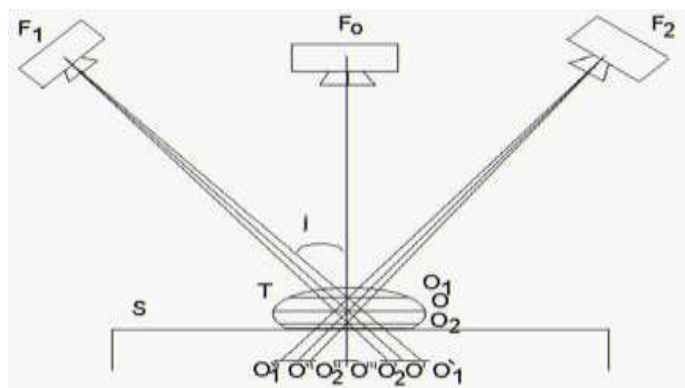


Рис. 2.55. Принципиальная схема проявления изображения: F₀, F₁, F₂ – положение начального, настоящего и конечного положения фокуса рентген трубки; $J \frac{1}{2}$ – угол вращения трубки; S – площадь стола; T – обследуемый объект; O – обследуемый слой (все проекции точки на пленке при первоначальной положении рентгеновской трубки); O₁, O₂ – верхняя и нижняя часть изображения от обследуемой слой; O', va O'' – исходящее и конечное положение точки рентген проекции; O'₁ и O''₁ – рентгеновские проекции в пленки исходящее и конечное положение точки O₁; O'₂ и O''₂ – рентгеновские проекции в пленки исходящее и конечное положение точки O₂.

Преимущества КТ по оснащению к простому рентген исследованию заключается в следующем:

1. Чуткость и точность исследования.
2. КТ дает возможность получения снимка только в разрезе исследуемого органа и патологического очага.
3. Благодаря КТ можно получить точные сведения об отдельных тканях органов и их патологических изменениях.

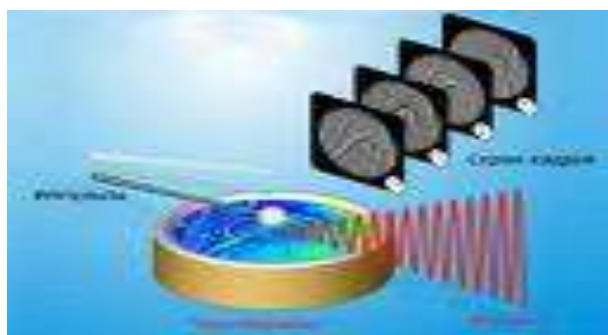


Рис. 2.56. Проявление широкого лучевого пучка в необходимой степени



Рис. 2.57. Сканирование с помощью пучка рентген лучей при компьютерной томограмме.



Рис. 2.58. Проявление изображения на экране видеомонитора исследуемого слоя

4. КТ дает возможность получения сведения не только об исследуемом органе, но и патологических изменениях соседних органов и тканей. В

настоящее время по всему земному шару установлено приблизительно более 40000 КТ.

На сегодняшний день КТ является самым популярным диагностическим методом при определении множества заболеваний.

Например:

- заболевания головного мозга;
- заболевания позвоночника и позвоночного мозга;
- заболевания легких и грудного промежутка;
- заболевания печени, почек;
- заболевания поджелудочной железы и верхней части почек;
- заболевания аорты и артерии легких.

Этот метод способен выявить обзор по поперечному разрезу, в любых плоскостях и глубинах обследуемого органа.

По КТ головного мозга и головного черепа врач может определить опухоли мозга, траекторию инсульта, гематомы, патологию кровяных сосудов. По КТ позвоночника можно увидеть грыжу диска, сужение канала позвоночного мозга.

Инструкция КТ:

В медицине КТ широко применяется во многих целях.

1. Тесты скрининга проводится в следующих ситуациях:

- Головные боли
- Травма головного мозга
- В состоянии без сознания
- При опровержении рака легких

2. Срочное КТ проводится при:

- Тяжелых травмах
- Подозрении на кровоизлиянии мозга
- Аневризме аорты

3. КТ используется в целях плановой диагностики

4. В целях контроля результатов лечения

5. В целях диагностики и лечения. Например: пункция под контролем КТ.

Противопоказания в КТ:

Противопоказания КТ не имеет. Этот метод исследования применяется при любых состояниях больного (даже в период вентиляции легких больного). Беременным женщинам и детям назначается при экстренных ситуациях.

§2.5.5. Диагностическая аппаратура спектрометрии (ЭПР, ЯМР, МРТ)

Из курса физики нам известно, что вероятность спонтанного взаимного перехода от одной поверхности к другим мелким поверхностям атома расположенного в магнитном поле уменьшается. Однако, такие переходы происходят воздействием внешнего электромагнитного поля. Для этого частота электромагнитного поля должна совпадать с частотами фотона, соответствующего разнице выделенной энергии между поверхностями. В таком случае можно обнаружить всасывание энергии электромагнитного поля. Этот процесс называется **магнитным резонансом** [1].

Электронно-парамагнитный резонанс (ЭПР) и ядерно-магнитный резонанс (ЯМР) отличаются друг от друга в зависимости от разнообразных частиц, имеющих магнитный момент.

В веществах, содержащих парамагнитные частицы – молекулы, атомы, ионы, радикалы, в структуре которых имеются электроны с магнитным моментом, происходит ЭПР. В этом случае процесс Зеемана объясняется выделением электронного слоя. ЭПР, происходящее в частицах магнитного момента чистого спина, является самым распространенным и называется электронно-спиным резонансом. Для всасывания электронного энергетического резонанса нужно выполнить следующее условие:

$$h\nu = g\mu_B B_{\text{рез}} \quad (2.5.1)$$

Магнитный резонанс возникает в процессе одновременного воздействия неизменяемого магнитного поля с индукцией - $B_{\text{рез}}$ и электромагнитного поля с частотой - ν (2.5.1). Согласно условиям всасывание резонанса происходит по двум методам, т.е.: или напрямую изменить показание магнитной инструкции, или напрямую изменить частоту магнитной инструкции. С технической точки зрения первый метод самый удобный вариант.

Многие научные исследования, из них медицинские и биологические, основаны на анализе линейных групп. В спектре ЭПР выявление линий, расположенных очень близко, условно называются **разводами**. Для спектра ЭПР существуют два вида характерных разводов.

Первое – **электронный развод**, наблюдается в молекулах и атомах, в которых имеются несколько электронов, проявляющих спектр ЭПР.

Второе – **самый тонкий (самый нежный) развод** – наблюдается при взаимодействии электронов и ядерно магнитного момента.

Современный метод измерения ЭПР основан на определении любой величины в момент вибрации системы в процессе всасывания электромагнитной энергии.

Прибор, используемый в этих целях, называется **спектрометром ЭПР**. Схематическое изображение спектрометра ЭПР приведен в рисунке – 2.59 и оно состоит из следующих частей (рис.2.59): 1 – электромагнит, создающий однополюсное сильное магнитное поле с изменяемой равной индукцией; 2 – генератор лучевого электромагнитного поля сверхвысокими частотами (СВЧ); 3 – объемный резонатор, дающий возможность определить значение энергии, всасываемого в результате воздействия на исследуемое вещество; 4 – электронная схема, дающая возможность записи или наблюдения спектра ЭПР; 5 – исследуемое вещество; 6 – осциллограф.

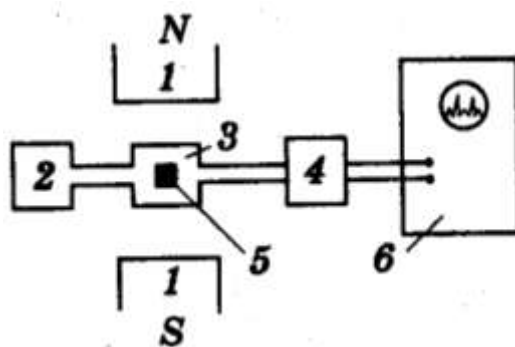


Рис. 2.59. Схематическое изображение спектрометра ЭПР

Один из современных спектрометров ЭПР – первичного выпуска «Рубин» (рис.2.60) используется частота 10 ГГц (общая длина – 0,03 м). По условиям (2.5.1) максимальное всасывание для $g = 2$, $B = 0,3$ Тл. Метод ЭПР в биологии и медицине применяется в изучении свободных радикалов. Например, изучение спектра ЭПР дает возможность определению облученных белков, определению механизмов появления свободных радикалов, проверки изменения первостепенных и второстепенных радиационных облучений.

Метод ЭПР широко используется в изучении фотохимических процессов активности канцерогенных веществ и частных фотосинтезов.

Метод ЭПР используется для определения радикальной концентрации воздуха в санитарно-гигиенических целях.

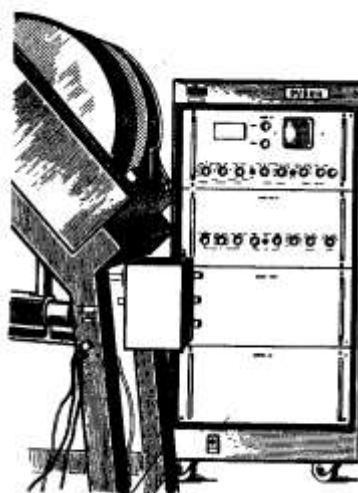


Рис. 2.60. Общий вид спектрометра ЭПР «Рубин»

Для исследования биологических молекул разработан специальный метод «спин-знак». Суть этого метода в том, как соединяются между собой исследуемая биологическая молекула и структура хорошо известной частицы парамагнитного вещества. Через спектр ЭПР определяется состояние «спин-знака» этой молекулы. Закрепляя знаки на разные части молекул можно изучить расположение сборников разных атомов молекул, определить взаимное воздействие, изучить их природу, химическую связь, а также их молекулярное движение.

Одной из последних разработок является Малогабаритный автоматизированный ЭПР спектрометр **ESR 70-03 XD/2** (рис. 2.61). В этом приборе воплощен многолетний опыт Белорусского государственного университета по разработке ЭПР спектрометров. Прибор предназначен для **физико-химических** исследований в научных и **производственно-технологических** целях, и может применяется в медицине, экологии, геологии, химии, металлургии, пищевой промышленности и других отраслях.



Рис. 2.61. Общий вид автоматизированный ЭПР спектрометр ESR 70-03 XD/2

Спектрометр является полностью автоматизированным прибором и имеет технические параметры сопоставимые с большим ЭПР спектрометром. Согласование СВЧ тракта производится автоматически под управлением встроенного микропроцессора, что обеспечивает высокую точность настройки тракта и уменьшает время снятия спектра.

Конструктивные особенности

Прибор выполнен по моноблочной схеме, что позволяет разместить его на любом лабораторном столе, и при необходимости перемещать его.

Основные параметры:

- Рабочая частота - 9.1 - 9.5 ГГц
- Чувствительность - 5×10^{10} spins/0.1 мТл
- Неоднородность магнитного поля - 3×10^{-5} мТл
- Нестабильность резонансных условий - 3×10^{-5} h⁻¹
- Напряженность поляризующего магнитного поля - 0.01 - 0.8 Тл
- Спектральное разрешение - 3×10^{-5}
- Частота ВЧ модуляции магнитного поля - 100 кГц
- Максимальная СВЧ мощность в резонаторе - 200 мВт
- Тип резонатора - H₁₀₂
- Внешний диаметр образца - 11 мм
- Интерфейс - RS232, USB
- Потребляемая мощность - 400 Вт
- Габаритные размеры - 460 (Ш) × 300 (В) × 460 (Г) мм³
- Вес - 65 кг

Спектрометр ЭПР EleXsus E 500 CW (рис. 2.62). - Современные аппараты средства, объединенные с компьютерной архитектурой клиентсервер и пакетом специализированных программ Херр, делают этот ЭПР спектрометр одним из лучших приборов для исследования парамагнитных сред различной природы.



Рис. 2.62. Общий вид спектрометра ЭПР EleXsus E 500 CW

Назначение и технические характеристики спектрометра

Области применения прибора:

- измерения магнитной восприимчивости;
- парамагнитные резонансы в переходных металлах, лантанидах, актинидах;
- резонанс электронов проводимости;
- исследования дефектов в кристаллах;
- исследования процессов рекомбинации при низких температурах;
- проведение импульсных экспериментов;
- исследования двойного электронно-ядерного резонанса;
- исследования процессов рекомбинации при низких температурах.

Основные блоки прибора:

- Охлаждаемый водой магнит с зазором 160 мм. Имеются катушки быстрой развертки с амплитудой до 200 Э. Максимальная амплитуда развертки магнитного поля – 16 кЭ, стабильность поля – не хуже 1мЭ, максимальное поле – 20 кЭ.
- Высокодобротный резонатор ER 4123SHQE, который работает совместно с малошумящим двойным микроволновым мостом, обеспечивающим

высокое отношение сигнал/шум. Диаметр входного отверстия для образца – до 8 мм.

Спектрометр оборудован двумя типами криостатов. Азотный, продувной – для диапазона температур 100 – 300 К с входным диаметром до 5 мм. Высокочастотный гелиевый, продувной – диапазон температур 3,8 – 300 К с входным диаметром до 5 мм.

ЯМР - спектроскопия - спектроскопический метод исследования химических объектов, использующий явление **ядерного магнитного резонанса**. Большинство последних инноваций в ЯМР спектроскопии сделаны в так называемой ЯМР спектроскопии белков, которая становится очень важной техникой в современной биологии и медицине.

Для приобретения навыков и опыта, для понятия физической сущности ЯМР нужно изучить структуру ядерно магнитных томографов, научно усвоить физико-техническое содержание, их значение в диагностике и лечених.

Нам известно, что ядерно магнитный момент равен сумме дефектов магнитного момента, находящихся в составе ядра. Обычно этот момент выражается в магнетонах ядра ($\mu_{\text{я}}$); $1 \mu_{\text{я}} = 5,05 \cdot 10^{-27} \text{ А} \cdot \text{м}^2$. Магнитный момент протона приблизительно равен $\mu_{\text{пр}} = -1,91 \mu$. Здесь «-» означает противоположность нейтрона или ядромангнитного момента по отношению к спинку.

В магнитном поле расположенный ядерно магнитный момент имеет только дискретное направление. Чтобы выполнить эти переход, а также создать всасывание энергии электромагнитного поля нужно выполнить подобное условие (2.5.1).

$$h\nu = g_{\text{я}}\mu_{\text{я}}B \quad (2.5.2)$$

где g – множитель Ланде ядра.

В результате изменения направлений ядромангнитных моментов в неизменяемом магнитном поле, всасывание точно частотных электромагнитных волн называется **ядро магнитным резонансом (ЯМР)**.

При выполнении вышеизложенного (2.5.2) условия процесс ЯМР можно наблюдать только в свободных атомных ядрах. На практике определенные (выявленные) частоты резонанса в молекулах и атомах не совпадают с условиями (2.5.2). При этом наблюдается «химический сдвиг», который возник в результате воздействия локального магнитного поля, образованного от электронного тока под воздействием внешнего магнитного поля. В результате такого «диамагнитного эффекта» создается дополнительное магнитное поле. Индукция этого магнитного поля пропорциональна внешней индукции магнитного поля, но по направлению противоположна. Поэтому индукция полного магнитного поля, воздействующего на ядро, выражается уравнением:

$$B_{\text{эф}} = (1 - \sigma)B \quad (2.5.3)$$

Где σ – по величине равно 10^{-6} , зависимой от электронной оболочки ядра. Отсюда видно, что для ядер, сплетенных из разных типов, наблюдается резонанс разных частот. Именно этот процесс становится причиной возникновения химического сдвига. Химический сдвиг зависит от природы химического соединения, строения молекул, концентрации данного вещества, вида растворителя, температуры и т.п.

Если в молекуле два или более двух ядер по - разному экранированы, то есть если эти ядра в молекулах не эквивалентной позиции, тогда они имеют разные химические сдвиги.

Спектр ЯМР подобной молекулы имеет столько кривых резонансных линий, сколько и число химических неэквивалентных групп ядра. При этом интенсивность каждой линии пропорциональна количеству (числу) ядер в группе.

По ширине линии спектра ЯМР делятся на 2 вида, эти линии получают с помощью спектрометров ЯМР (рис. 2.63). Спектры твердых тел имеют большую ширину, и использование такого рода ЯМР называется широколинейным ЯМР. В жидкостях наблюдаются тонкие линии, и это называется высоко разводимые ЯМР. В рисунке 2.64 для твердых тел (а) и для жидкостей (б) изображены линии ядромангнитного резонанса. Острота высокой точки проявляется в жидкостях по следующим причинам. Каждое ядро взаимодействует с соседним ядром. При изменении направления ядромангнитных моментов данного вида ядра и перехода от одной точки к другой изменяется также и магнитное поле, воздействующее на разные виды ядер. Это означает, что для целого комплекса этих ядер линия резонанса должна состоять из широкой полосы. Однако, из-за быстрого передвижения молекул жидкости локальное магнитное поле тоже не стоит на одном месте. Это приводит к тому, что ядро этих жидкостей остаются под

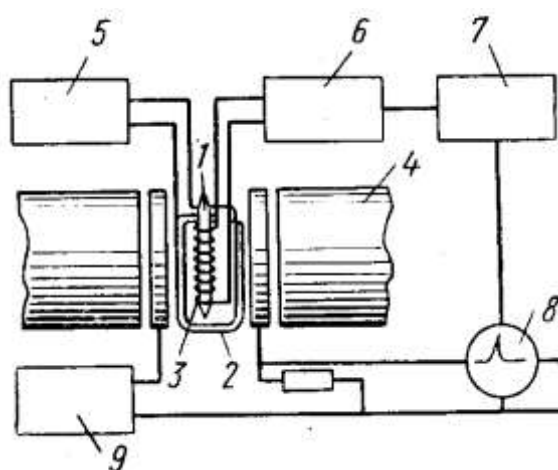


Рис.2.63. Блок схема спектрометра ЯМР: 1 – ампула с установленным образцом; 2 – двигающееся колесо; 3 – принимающееся колесо; 4 – электромагнит; 5 – высокочастотный генератор; 6 – высокочастотный усилитель; 8 – осциллограф или самопишущее устройство; 9 – распространенный генератор

средним воздействием магнитного поля, поэтому линия резонанса образует высоко конечный угол. Ядра, которые занимают химические эквивалентные места в молекуле, при ЯМР образуют одинарную линию для химических соединений.

Спектр структуры сложных соединений бывают много линейными. По химическому сдвигу и расположению линий спектра можно определить структуру молекул. Метод ЯМР широко применяется в области химии и биологии при решении ряда вопросов, как изучение всех видов органических и неорганических молекул от простого до сложного, а также при изучении структуры новых разработанных результатов в процессе химических реакций. Эффективность такого исследования в том, что этот метод не нарушает объект исследования, так как это происходит в химических реакциях.

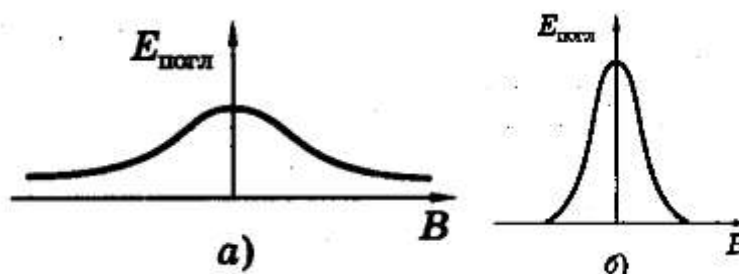


Рис. 2.64. Линии ядерно магнитного резонанса (а) – при твердых телах, (б) – при жидкостях

Определение параметров спектра ЯМР во многих точках тканей раскрывает интересные возможности в медицине. Сканируя структуру общего вида ткани по слоям, можно получить полное представление, как, например, о распределении пространственных молекул с атомами водорода или фосфора (соответственно протоны фосфора или ядерно магнитном резонансе).

Эти все исследования проводятся без повреждения исследуемого вещества и поэтому можно проводить любые исследования в живых организмах. Этот метод называется интроскопией ЯМР. Она дает

возможность выделить здоровые и поврежденные ткани костей, кровяных сосудов. С помощью интроскопии ЯМР можно различать изображение мягких тканей, как, например, выделить серые и белые вещества мозга, различать здоровые и опухолевые клетки. При этом можно определить даже самые малые частицы, одного из десяти мили метрических частиц поврежденной ткани (опухоль) ЯМР интроскопия считается самым эффективным и полезным методом при диагностике состояния изменений при разных заболеваниях тела и тканей.

При ЯМР (рис.2.65) томографии фиксируется на экране томографа состояние и жизненный процесс тканей головы. С помощью ЯМР измеряется и фиксируется энергетическое состояние и плотность химических элементов в тканях, как водород, фосфор, карбон, калий, азот, кислород, натрий хлор, сера.



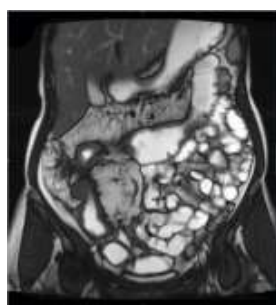
Рис.2.65. Общий вид томографа ядерно магнитного резонанса

Метод ЯМР имеет большое преимущество в диагностике заболеваний как, например, опухоли головного мозга, распространенный склероз, болезни системы кровообращения. ЯМР интроскопия также является новым методом исследования функциональной степени биомолекул тканей. С помощью этого метода (спектроскопия ЯМР) исследуется полное состояние тела, а с помощью интроскопии ЯМР можно получить томограмму любой части тела (рис 2.66).

Клиническая диагностика с помощью ЯМР интроскопии имеет большое преимущество в том, что изучает процесс патологии не на основании традиционной патоморфологии, а степени функциональной деятельности молекул.

Современное устройство ЯМР томографии является системой диагностики, которая имеет возможность исследования, изображая в высоком контрасте внутреннюю структуру мягких тканей при изучении органов и тканей, а это помогает при оптимизации выбора параметров измерения и их дифференциации.

В настоящее время ЯМР томография широко используется как и компьютерная томография при исследовании большинства органов и тканей, особенно при определении начальной стадии раковых опухолей. На рис. 2.67; 2.68 и 2.69 приведена некоторые современные ЯМР спектрометры, ЯМР анализаторы и приборы.



**МРТ тонкого
Кишечника**



МРТ сердца



МРТ молочной железы



МРТ головного мозга



МР ангиография



МР сустав колени

Рис. 2.66. Томограмма некоторых частей человеческого тела



Рис. 2.67. ЯМР спектрометр для томографии и интроскопии MesoMR23-060H-I (а) и MacroMR12-150H-I (б)



Рис. 2.68. ЯМР спектрометр анализатор MicroMR Series-2MHz NMR Analyzer (а) и EDUMR20-015V-I (б)



Рис. 2.69. Общий вид современного прибора ЯМР (а) и проведения исследования в различными методами (б, с), что этих методов исследования намного более безопасен, чем рентген или компьютерная томография

Магнитно - резонансная томография (МРТ) – способ получения **томографических** медицинских изображений для исследования внутренних органов и тканей с использованием явления **ядерного**

магнитного резонанса. Способ основан на измерении электромагнитного отклика атомных ядер, чаще всего ядер атомов водорода [19], а именно, на возбуждении их определённым сочетанием электромагнитных волн в постоянном магнитном поле высокой напряжённости.

Годом основания МРТ принято считать 1973 год [20], когда профессор химии Пол Лотербур опубликовал в журнале *Nature* статью «Создание изображения с помощью индуцированного локального взаимодействия; примеры на основе магнитного резонанса» [21]. Позже Питер Мэнсфилд усовершенствовал математические алгоритмы получения изображения. В 2003 году обоим исследователям была присуждена Нобелевская премия по физиологии или медицине за их открытия, касающиеся метода МРТ. Однако вручению этой премии сопутствовал скандал, как бывало в ряде случаев, по поводу авторства открытия [22].

В создание магнитно-резонансной томографии известный вклад внёс также американский учёный армянского происхождения Реймонд Дамадьян, один из первых исследователей принципов МРТ, держатель патента на МРТ и создатель первого коммерческого МРТ - сканера. В 1971 году он опубликовал свою идею под названием «Обнаружение опухоли с помощью ядерного магнитного резонанса». Имеются сведения, что именно он изобрёл само устройство МРТ [23,24,25].

Используемое в методе МРТ, ЯМР известно с 1938 года. Первоначально применялся термин ЯМР - томография, который после Чернобыльской аварии в 1986 году был заменён на МРТ в связи с развитием радиофобии у людей. В новом названии исчезло упоминание о «ядерном» происхождении метода, что и позволило ему войти в повседневную медицинскую практику, однако используется и первоначальное название.

Томография позволяет визуализировать с высоким качеством головной, спинной мозг и другие внутренние органы. Современные технологии МРТ делают возможным неинвазивно (без вмешательства) исследовать работу органов — измерять скорость кровотока, тока спинномозговой жидкости, определять уровень диффузии в тканях, видеть активацию коры головного мозга при функционировании органов, за которые отвечает данный участок коры (функциональная магнитно - резонансная томография - фМРТ).

МРТ в медицине преимущественно используют для диагностики патологии мягких тканей. Метод нашел широкое применение в онкологии, диагностике патологии позвоночника и головного мозга, ангиологии и других областях медицины. Диагностика не связана с ионизирующим излучением и относительно безопасна для пациента. Способ диагностики основан на измерении электромагнитных полей от разных органов и тканей в организме человека. Эту информацию анализирует компьютер и выдает результат, который оценивает специалист.

Из выше изложенного известно, что МРТ является самым новым и современным радиологическим методом. С помощью томографа МРТ (рис. 2.70) можно снять изображение с любой поверхности тканей человеческого тела для получения этих результатов можно проводит процедурной исследование [рис. 2.71]. При этом не используются ионизированные лучи, а воздушное пространство и кости (суставы) не препятствуют при проявлении изображения (рис. 2.72 и 2.73). Этот метод является более сложным, чем компьютерная томография (КТ), а также, относительно дорогим. МРТ в основном состоит из сильного магнита, радиопередатчика, радиочастотного, принимающего колеса и компьютера. Магнитная часть имеет форму туннели и рассчитан на помещения для людей с крупными телосложениями. Большая часть магнитной части имеет магнитное поле, направление линий силы поля расположены параллельно



Рис. 2.70. Общий вид современного аппарат для магнито - резонансной томографии



Рис. 2.71. Фотография проведение процедуры МРТ обследования

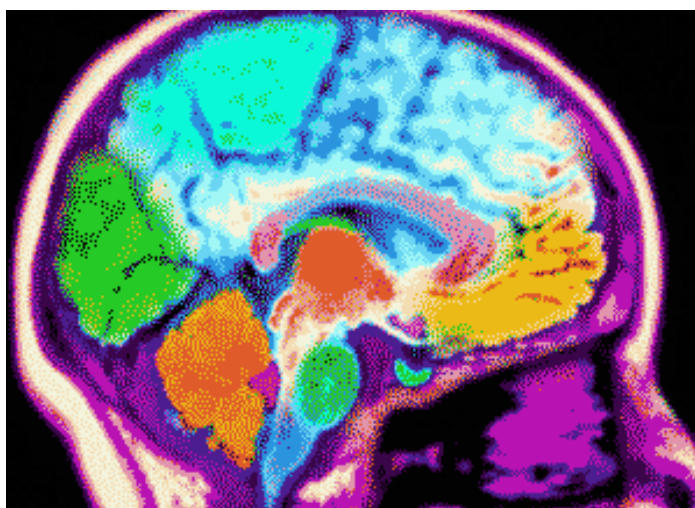


Рис. 2.72. Фотография МРТ головного мозга



Рис. 2.73. Анализ головного мозга

с осью человеческого тела. Направление оси Z совпадает с направлениями вектора B_0 индукции магнитного поля. Единица B в системе СГСЭ 1 Тесла или 1Гаусс, $1\text{Тл} = 10\text{ Гс}$. При клиническом МРТ используется $0,02 - 2\text{ Тл}$ (в практике – 4 Тл). Во многих томографах используется магнитное поле с индукцией $0,1 - 1,5\text{ Тл}$.

Выше указанные цифры можно сравнить с индукцией « B » магнитного поля Земли в следующем порядке: в полюсе « B » магнитного поля Земли равна $0,7\text{Гс}$, в экваторе – $0,3\text{Гс}$, если сравнить с системой СИ $0,7 \cdot 10^{-1}\text{ Тл} - 0,3 \cdot 10^{-1}\text{ Тл} = 0,04\text{Тл}$. $1\text{мТл} = 10\text{Тл}$. Таким образом, средняя индукция магнитного поля Земли равна $0,05\text{ мТл} = 0,5\text{Э}$ (Эрстед). Эрстед – единица измерения усиленной силы магнитного поля в системе СГСЭ. В основе метода МРТ лежит облучение больного импульсами радиоволн, при котором появляется облучение ядра атома водорода. По изображению томографии принято отмечать относительную разницу сигналов буквой « S », которые поступают от тканей « A » с контрастом « C » по отношению к тканям « B »: $C_{AB} = (S_A - S_B)/S_B$, где S_A – магнитно резонансный сигнал, поступающий из тканей « A ». МР сигналы, поступающие от S_B не различаются при $C_{AB} = 0$ (изоинтенсивные). При $C_{AB} > 0$ в тканях « A » изображение светлее (гиперинтенсивные), чем в тканях « B ». при $C_{AB} < 0$ в тканях « A » изображение гипоинтенсивное. В МРТ интенсивность сигналов

в МР выражает внутреннюю структуру веществ и в изображении дает возможность не только различать патологическое состояние от здорового, но и дает возможность наблюдения с помощью изображения на снимках за функциональной деятельностью некоторых структур головного мозга, связанных с физико-химическими факторами.

Эти факторы действуют самостоятельно, независимо друг от друга, но с помощью выбора параметров импульсивной последовательности в МРТ и выбора вида можно показать воздействующие факторы на отражение ткани в изображении. При этом одна и та же ткань в одном и том же режиме света может отражаться светлым, и в другом темным.

Импульсивная последовательность это повторяющаяся серия одного или трех радиочастотных импульсов, идущих от протонов тканей и создающих МР сигналы, а также в определенное время растущие по координатным мерам, происходящих открытием магнитных градиентных полей. В МРТ в различии от КТ сигналы МР существуют в последовательной импульсивной системе, обеспечивающий разные освещения в изображении. А это обеспечивает большие возможности, чем КТ для характеристики разных тканей центральной нервной системы. Кроме того, томографы охватывают программы, используемые для математических разработок протоколов с полученными данными.

Ключевыми достоинствами являются:

- отсутствие лучевой нагрузки в отличие от КТ;
- высокоинформативный метод диагностики опухолей на ранних этапах;
- можно получить качественное изображение без использования контраста;
- позволяет уточнить не только структуру, но и некоторые функциональные параметры (скорость тока спинномозговой жидкости, активацию коры головного мозга, скорость кровотока и др.).

Важно! Это метод практически не применяют в диагностике патологии легких, желудка, костей и кишечника.

Несмотря на относительную безопасность исследования существует ряд противопоказаний для его проведения:

1. Наличие кардиостимулятора у пациента.
2. Некоторые виды имплантатов в среднем ухе.
3. Металлические пластины, осколки или аппарат Илизарова.
4. Первый триместр беременности, поскольку нет доказанных данных о влиянии магнитных полей на формирование плода.
5. Психически неустойчивые пациенты.
6. Пациенты в коме или с сопутствующими тяжелыми заболеваниями в стадии декомпенсации.
7. Наличие татуировок, в состав которых входят красители на основе металлических соединений.
8. Некоторые другие.

Если при МРТ применяют контраст, то в список противопоказаний добавляется аллергия на контраст, беременность и тяжелая почечная недостаточность.

Использование МРТ существенно расширило возможности медицины. Этот эффективный и относительно безопасный способ используют и у взрослых, и у детей.

§ 2.6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, ПРИБОРЫ И АППАРАТУРЫ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ЗАЩИТЫ ОТ НЕГАТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Нам известно, что живой организм живет благодаря взаимодействию с внешней средой и обмену энергией. Он получает и применяется от разнообразных, характерных физических воздействий, как: инфракрасные и ультрафиолетовые лучи, температура, влажность, атмосферное давление. Воздействие внешних факторов на организм являются не только

негативными, но их можно использовать в целях диагностики, профилактики и лечения, а также используется в виде методов (рентгенография, ионовая медицинская радиография, синхронные лучи, климатотерапия).

Поэтому врач (медицинский работник) в процессе своей деятельности должен уметь оценивать значение воздействия положительных и негативных факторов на организм человека. Так как в процессе диагностики и лечения человека, в организме происходят разнообразные сложные процессы: кровообращение, распространение эластичных волн и колебаний по кровяным сосудам, механическая деятельность сердца, генерация биопотенциалов, дыхательная система, теплоотдача, испарение, обмен веществ в клетках, явление диффузии и другие факторы. При этом нарушение нормативной дозы воздействия факторов внешней среды приводят к негативным последствиям. Поэтому современная медицина считает необходимым использование и применение разнообразной медицинской техники и приборов в процессе диагностики, различных методов лечения любых заболеваний, а также использование приборов, измеряющих и регистрирующих факторы воздействия на организм человека. Поэтому медицинские работники должны знать структуру прибора, технических средств и аппаратуры, их принцип работы в применении при защите и контроля воздействия внешней среды на организм человека.

§ 2.6.1. Оборудования и приборы для регистрации показателей внешнего воздействия, техническое приспособление и приборы регистрирующих ионизирующих излучений, химических и бактериологических воздействий

Прежде чем приступить к изучению использования приборов, нужно иметь представление о факторах негативных явлений внешней среды, воздействующих на организм человека, знать, как нужно от них

защищаться и контролировать ситуацию. Для этого мы рассмотрим ионизирующее облучение, его химические и физические особенности, а также химические и бактериологические воздействия.

Ионизирующими лучами называют поток частиц и электромагнитных квантов, которые образуются от взаимодействия среды с ионизирующими атомами и молекулами. Рентген и гамма лучи, альфа частицы, электроны, позитроны, протоны, нейтронные потоки являются ионизирующими лучами. Самым распространенным источником ионизирующих лучей является раздробление ядер атомов. Доза, принятая относительно к единице времени, называется силой дозы.

Единицей дозы облучения принято считать Грей (Гр), эта доза облучения равна воздействию 1 Ж энергии ионизирующего луча на 1 кг массы облученного вещества, сила дозы облучения в секунду отмечается в грейдах (Гр/с). Единица дозы облучения за пределами системы ($1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Гр} = 100 \text{ эрг/г}$) единица силы по отношению ко времени рад в секунду (рад/сек).

(Рад – означает заглавные буквы английского термина Radiation Absorbed Dose). Для определения дозы облучения нужно измерить ионизирующую энергию, проходящую через тело, кажется необходимым разделить энергию на массу тела. Так как тело является неоднозначным, энергия, распространяется по разным направлениям. Поэтому термин «принятая доза» редко применяется в практике. Но можно оценить принятую дозу облучения по воздействию окружающего его воздуха.

Для работников медицины и биологов проблемы, связанных с взаимодействием ионизирующих лучей с веществами, а также дозиметрия элементов облучения являются очень интересными.

Воздействие ионизирующих лучей на вещества происходит только при взаимодействии частиц, входящих в состав этих же веществ.

Независимо от природного происхождения лучи оцениваются в зависимости от энергии, полученной от воздействия количественных облученных веществ по отношению к массе вещества. Такая характеристика называется дозой облучения (дозой принятого луча). Разнообразные эффекты ионизирующего облучения отличаются дозой принятых лучей. Эта доза на время облучения сложно связаны на вид дозы ионизирующего вещества, на частицы энергии и на состав облученного вещества, и пропорциональна ко времени облучения.

Для дозы рентгена и гамма (γ) луча появилось новое понятие экспозиционная доза облучения (x). Это понятие является измерением рентгена и ионизированного воздуха со стороны гамма лучей.

В системе СИ единицей экспозиционной дозы принято считать килограмм кулон (Кл/кг).

В практике при рентгене или γ облучения экспозиционной дозы в качестве единицы используется (Р) рентген. При такой дозе в результате ионизации 1см^3 сухого воздуха при 0°C и 760 мм по ртутной шкале при изменении знака на 1 единицу СГСА появляются иононосительные заряды.

1Р равен появлению $2,08 \cdot 10^9$ пар ионов при сухом воздухе экспозиционной дозе 0,01293 г, то есть $1\text{Р} = 2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг.

Сила экспозиционной дозы в системе СИ имеет единицу 1А/кг, а единица за пределами системы 1 Р/с.

Так, как доза облучения пропорциональна падающему ионизирующему облучению между облучением и экспозиционными дозами должна быть пропорциональная связь $D = fX$ (2.6.1), где f – коэффициент проходимости, который зависит, прежде всего, от облучаемого вещества и энергии фотонов.

Для воды и мягких тканей человеческого тела $f = 1$; отсюда следует принятая доза в «Рад»ах, выраженное в рентгенах в экспозиционных дозах

становятся равными по количеству. И эта же ситуация определяет удобную приемлемость единиц «рад» и рентгена вне системы.

Для костяных тканей f коэффициент уменьшается из-за увеличения энергии фотонов примерно от 4,5 до 1.

При таком виде облучения обычно, чем больше доза облучения, тем больше становится и биологическое воздействие. Но разные облучения приняты именно в одинаковых дозах воздействуют по - разному.

В дозиметрии принято сравнивать биологические эффекты с рентген и подходящими эффектами, проявляющие γ лучами. Коэффициент «К» - называется коэффициентом качества, который указывает на высокую эффективность биологического воздействия на ткани принятых в одинаковых дозах, чем рентген или γ лучи.

Коэффициент качества отмечается на основании практических сведений. Он зависит не только от вида частиц, но и от их энергии. Приблизительные показатели «К» для некоторых облучений приведены в таблице 2.6.1 (в скобках обозначены энергия частиц.)

Принятая доза дает сведения о коэффициенте качества вместе с ионизирующим облучением биологического воздействия, поэтому умножение этого воздействия применяется в качестве общей величины и называется дозой эквивалента облучения.

$$H = DK \quad (2.6.2)$$

Так как «К» не имеет собственной величины, то она владеет величиной эквивалентной дозы к дозе принятого облучения, но называется она *зиверт* (Зв). Эквивалентной единицей за пределами системы принята единица Бэр (Бэр – биологический эквивалент рентгена): $1\text{бэр} = 10^{-2} \text{Зв}$. Эквивалент дозы, выраженный в Бэрах, равен умножению принятой дозы рассчитанной в радах с коэффициентом качества.

Природные радиоактивные источники (космические лучи, радиоактивность Земли и воды, радиоактивность ядер в структуре

№	Наименование облучения	К
1	Рентген, γ и β облучение	1
2	Тепловые нейтроны (0,01 эВ)	3
3	Нейтрон ы (5 МэВ)	7
4	Нейтроны (0,5 МэВ протоны)	10
5	α - облучение	20

человеческого тела и др.) создают фон, совпадающий приблизительно 125 мБэр эквивалентной дозе. Для людей, работающих с лучами, допустимая годовая норма облучения считается 5 Бэр, минимальная доза летального исхода γ облучения равна 600 Бэр. Эти сведения касаются полностью облученного человека.

§ 2.6.2. Измерительные приборы общей и личной защиты

Необходимость оценивания воздействия ионизирующих лучей на живые и неживые разнообразные природные вещества стали причиной возникновения дозиметрии. Начальным толчком развития дозиметрии стало измерение воздействия рентген лучей на человека.

Дозиметр – устройство, которое измеряет поглощения и силу дозы ионизирующего облучения в период определенного времени или воздействующие на тело человека, работающего с ним.

Дозиметры разделяются на три вида:

1. Дозиметры, используемые в хозяйственном быту.
2. Личные дозиметры.
3. Радиометры.

Дозиметрическими приборами или (дозиметрами) – называют приборы, измеряющие дозу ионизирующего облучения или измерительные приборы, связанные с измерением разных величин доз.

По конструкции дозиметры состоят из детектора ядерного облучения и измерительного прибора. Обычно они имеют степени определения доз и

силы дозовых единиц. В некоторых случаях намечается сигнализировать силу дозы за пределами определенной величины.

По назначению дозиметры подразделяются на ионизационные, люминесцентные, полупроводниковые, фотодозиметры и другие виды.

Дозиметры могут быть разработаны для применения при измерении определенной дозы облучения или регистрации смешанных облучений.

Дозиметры, предназначенные для измерения экспозиционной дозы рентген и γ лучей, называются рентгенометрами.

В качестве детектора обычно в них применяются ионизационные камеры. Заряд, проходящий через цепь камеры, пропорционален ее силе. В рисунке 2.74 изображен микрорентгенометр МРМ-2 с ионизационной камерой.

Состав газа ионизирующей камеры, а также вещества, составляющие их биологические ткани, выбираются для создания условий, впитывающих энергию.

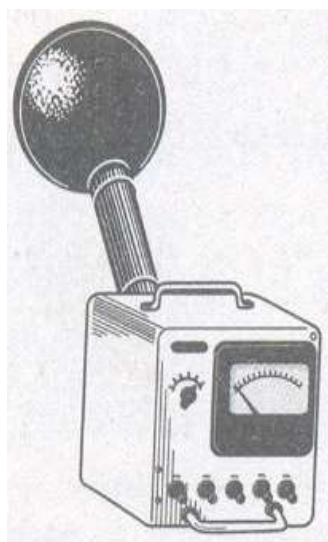


Рис. 2.74. Микрорентгенометр МРМ-2 с ионизационной камерой

На рисунке 2.75 показано контактное индивидуальное ДК-0,2 дозиметрическое устройство. Каждый индивидуальный дозиметр изначально, заряжен состоящий из маленького ионизирующего цилиндра. В результате ионизации камера разряжается. Внутри этой камеры

сделанный монтаж регистрируется в электрокамере. Его показатели связаны с ионизирующими лучами экспозиционной дозы.

Также существуют дозиметры, состоящие из счетчиков, разряженных газом детекторов. Применяют радиометры, измеряющие концентрацию или активность радиоактивных изотопов.

α , β , рентген и γ облучения, нейтроны, протоны регистрационных приборов называются ионизирующими облучающими детекторами. Также используют детекторы, которые изучают измерение энергии частиц, процесс, оказывающий друг на друга, и их распад.

Работа детекторов основано на процессе регистрации, когда образуются частицы.

Условно детекторы можно разделить на три группы: следовые детекторы, счетчики и интегральные устройства.

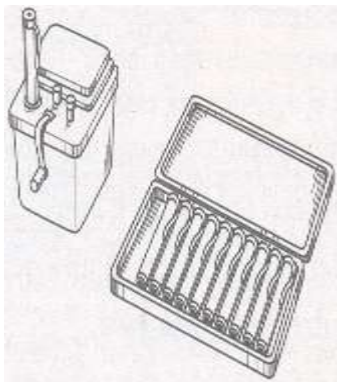


Рис. 2.75. Комплект индивидуального дозиметра с устройством ДК-0,2

Трековые детекторы дают возможность наблюдения траектории (следов) частиц, счетчики регистрируют образовавшиеся в небе частицы, интегральные устройства дают информацию об ионизирующем облучении, его течениях.

Все дозиметры общей работой похожи на принципиальную схему 2.76 рисунка. Роль датчика (измерительный преобразователь) выполняют датчики ядерных облучений. Выводные устройства бывают в виде стрелковидных инструментов, сами пишущие, электромеханические счетчик, звуковые и световые сигнализаторы и другие рабочие устройства.

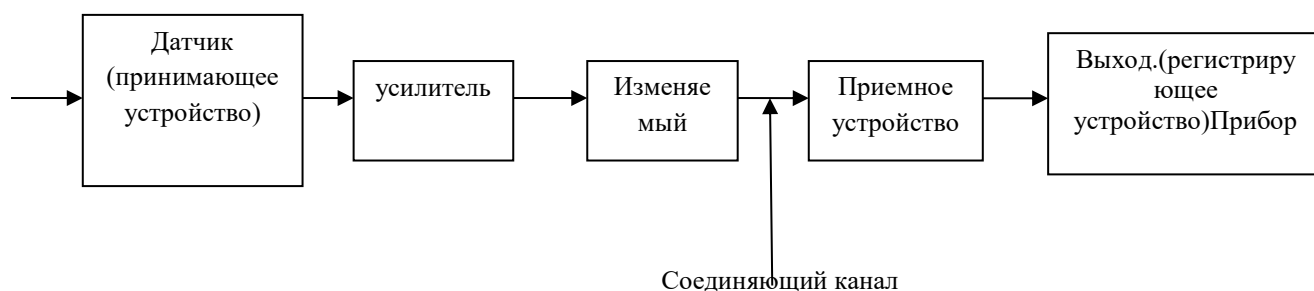


Рис. 2.76. Общая схема принципа работы дозиметров

Люди, работающие ионизирующими лучами, должны защищаться от вредного воздействия. Это очень большая и важная задача среди задач физики. Нужно знать разницу времени, расстояния и материала – 3 вида защиты.

Нам известно из курса биофизики, что насколько много времени, насколько мало расстояние, настолько и экспозиционная доза может увеличиваться. От ионизирующих лучей их воздействия нужно стоять на далеком расстоянии.

Защитные модели из материала основаны на поглощении разных видов ионизирующих облучений.

От α облучения защита проста, для поглощения лучей нужна одна бумага или несколько сантиметровой толщины слой неба. Но во время работы радиоактивными частицами нужно защищаться от α частиц, попадающих через носовые ходы или во время еды в организм.

От β облучения защиты достаточно алюминия, толщиной в несколько сантиметров, плексиглас или стеклянные пластинки. Нужно иметь в виду появления γ лучи из β^+ частиц электронных частиц во время аннигиляции.

Сложно защищаться от «нейтральных» лучей, считающихся рентгеном, γ облучением и нейтронов. Эти излучающиеся частицы очень малы при воздействии между собой, и поэтому эти лучи глубоко проникают.

На имея в виду вторичные эффекты, ослабление ручек рентген и γ облучений по закону Бугера светового поглощения $I_1 = I_0 e^{-\mu x}$ и отображается в формуле

$$\Phi = \Phi_0 e^{-\mu x} \quad (2.6.3)$$

Здесь μ – ослабленный линейный коэффициент, χ – показатель молярного поглощения.

Извне идущие на Земле и называющиеся космические лучами различными потоками частиц действуют ионизированным. Эти лучи были определены в 1912 году. Космические лучи делятся на два – первичные и вторичные

Но границу атмосферы земли первичные космические лучи идут со всего неба и солнца. Он состоит из 92,9% протонов и 6,6% α частиц. Не смотря, на устройства, состоящие из протонов, эти облучения примерно 50% энергии порядковый номер $Z > 1$ ядра несут.

Вторичные космические облучения образуются атомом ядра, входящие в атмосферу земли с первичным облучением между собой.

Большинство первичных космических облучений энергии частиц больше 10^9 эВ, для некоторых частиц 10^{21} эВ может быть выше. Общая сила космических облучений примерно равно 1,5 ГВт, идущие на землю, но меньше чем энергия, отдающая от солнца к земле. В ознакомление принципом работы выше описанных. В основном ДРГЗ – 02 дозиметра устройство и принцип работы потому, что он считается простым дозиметром лаборатории.

Структура и принцип работы дозиметра ДРГ 3-02. Дозиметр ДРГ 3-02 предназначен для измерения силы экспозиционной дозы облучения рентген и гамма лучей в условиях лабораторий и производства [19]. Режимная норма эксплуатации и испытания приборов 4 - группы по климатическим и механическим испытательным требованиям соответствует ГОСТ 22261 - 82.

Основная техническая характеристика дозиметра. Дозиметр обеспечивает измерение силы экспозиционной дозы рентген и гамма лучей в следующих энергетических диапазонах от $3,2 \cdot 10^{-15}$ - $480 \cdot 10^{-15}$ Ж (20 – 3000 кэВ). Диапазон дозиметра измерения силы экспозиционной дозы бывают до 0 - $25,8 \cdot 10^{-9}$ А/кГ (0 – 100 мкР/с) и его измерение делятся на мелкие диапазоны:

0 - $0,0258 \cdot 10^{-9}$ А/кГ (0 - 0,1 мкР/с); 0 - $0,0774 \cdot 10^{-9}$ А/кГ (0 - 0,3 мкР/с); 0 - $0,258 \cdot 10^{-9}$ А/кГ (0 - 1 мкР/с); 0 - $0,774 \cdot 10^{-9}$ А/кГ (0 - 3 мкР/с); 0 - $2,58 \cdot 10^{-9}$ А/кГ (0 - 10 мкР/с); 0 - $7,74 \cdot 10^{-9}$ А/кГ (0 - 30 мкР/с); 0 - $25,8 \cdot 10^{-9}$ А/кГ (0 - 100 мкР/с).

Примечание: указаны по степени дозиметра в единице «мкР/с».

Граница допустимой ошибки при измерении дозиметром по ограничению измерения т 0,1 и 0,3 мкР/с, по отношению к последним данным в малых диапазонах шкалы в разнице $\pm 15\%$. А в других малых диапазонах составляет $\pm 10\%$.

Ошибка, связанная изменением энергии дозиметра рентген и гамма лучей в пределах $3,2 \cdot 10^{-15}$ - $480 \cdot 10^{-15}$ Ж (20 – 3000 кэВ), энергия лучей составляет 25% по отношению $200 \cdot 10^{-15}$ Ж (1250 кэВ) (кобальт - 60).

Чувствительность анизотропии энергии рентген и гамма лучей в рабочем диапазоне составляет 25% в пределах пространственного угла $3,5 \pi$ ср. по статистическому характеру измеряемого луча показатель коэффициента вариации дозиметра в небольшом чувствительном диапазоне составляет минимум 20%.

При хаотическом действии в процессе четырех часовой работы ноль дрейф схемы измерения дозиметра не превышает 2% по максимальному сдвигу стрелки измерительного прибора. Время адаптации к режиму работы дозиметра не превышает 3-х минут. Непрерывное рабочее время дозиметра считается принять 8 часов. Показатель нестабильного рабочего времени непрерывной 8 часовой работы дозиметра не превышает $\pm 10\%$.

Стабильность показателя дозиметра в диапазоне (0 - 0,1) мкР/с составляет 10 с, в диапазоне (0 - 0,3 мкР/с) составляет 3 с, а в других остальных диапазонах составляет 1,5. При обеспечении номинальным напряжением тока потребительная сила дозиметра равна 2,2 ВА. При работе с помощью элементов РТС-85 сила потребительного тока равна 20 мА.

В дозиметре используется сцинтиллятор с воздушным эквивалентом с воздушным эквивалентом, диаметр которого 39 мм, высота – 20 мм (люминофор со вспышкой). Радиационный ресурс дозиметра составляет 10^3 Ж/кГ (10^3 рад).

Сцинтиллятор и фотокатод фотоувеличителя определяется световым затвором. При открытии и закрытии затвора относительность светового потока, падающего на фотокатод, равен минимум на 100. Пульт измерения длиной $2 \pm 0,1$ м и кабель сети $3 \pm 0,1$ м.

Номинальное напряжение дозиметра 220 В, обеспечивается переменным током сети под частотой $50 \pm 0,5$ Гц, выход частоты в наружу разрешается до 5% и напряжение до 33% + 22 В или в типе РТ с 58 до 10% ртутно - свинцовых элементов. Разрешается использовать 10 аккумуляторов типа Д – 0,26 С для обеспечения дозиметра из состава питательного комплекта эТ2.709.001.

Один комплект элементов типа РТС-85 обеспечивает работу дозиметра минимум 300 часов.

Геометрический сцинтиллятор приспособлен на $(11,7 \pm 0,6)$ мм расстоянии к центру блока детектора вокруг оси и его частей края. Во время измерения для нормального состояния дозиметра и его управления, расположенного на поверхности панели, органы должны быть в горизонтальном положении. Процесс эксплуатации дозиметра должен быть приспособлен к нормальному атмосферному давлению.

Для проверки способности работы в определенное время и стабильности (стоячей) комплектуется типом Т-19 контрольным источником (стронций - 90, Иттрий - 90, бета источник). Дополнительные границы ошибок измерительного дозиметра следующие:

- Измерение температуры $\pm 20\%$ от $\pm 20^\circ \text{C}$ до $-10 - +40^\circ \text{C}$.
- Измерение влажности на $90\% + 30^\circ \text{C}$ температуры $\pm 10\%$.
- Постоянная работа магнитного поля $\pm 10\%$ сила $318,4 \text{ А/м}$ (4Е).
- При действии $\pm 10\%$ интенсивность облучения 10 Вт/м^2 УЮЧ.
- При действии $\pm 1\%$ быстрое течение нейтронов плотность 20 нейтрон/см^2 , разрешение на границы рентген и гамма облучений сила $2,1 \cdot 10^{-10} \text{ А/кГ}$ ($0,8 \text{ мкР/с}$).

Время истекания срока дозиметра в малом на 3500 часов. Средняя продолжительность работы 8 лет.

По тому, что было выше сказано, можно делать выводы для излучения этой темы нужно иметь сведения о дозиметрах, их строение и системы работы.

Показатели 16 мкР/час СБМ – 20 Гейгер калькулятор «сосна» дозиметр с батареей – радиометр (рис. 2.77), «Соекс 01-М» современный личный дозиметр (рис. 2.78), «Radex RD1706» дозиметры (рис. 2.79) и современные радиации прямо поглощают «АЭС» (рис. 2.80) личные дозиметры и другие.



Рису. 2.77. Общий вид СБМ – 20 Гейгер калькулятора «сосна» дозиметра с батареей – радиометра



Рис. 2.78. Общий вид личного дозиметра «Соекс 01 - М»



Рис. 2.79. Общий вид личного дозиметра «Радекс РД1706»



Рис. 2.80. Общий вид персонального дозиметра «АЭС»

§ 2.7. Аппаратура для стерилизации и дезинфекции

Стерилизация и дезинфекция – обеззараживание микроорганизмов, приводящих к заболеваниям, обеззараживание среды, защита от вторичной инфекции. Оказывает действие на среду и предметы путем проникновения через волокна на организм, поэтому они должны быть чистыми и уменьшать заражение от бактериальной флоры. В свою очередь, это важно в хирургических операциях. Многие инструменты, материалы, хирург и его ассистенты, перчатки и обязательно должны быть стерилизованы.

Стерилизация – это понятие, как уничтожение многих микроорганизмов, даже форма увеличения при помощи спор.

Дезинфекция – обеззараживание, уничтожение патогенных микроорганизмов, вызывающих разные заболевания, но не все микроорганизмы уничтожаются.

Стерилизацию можно осуществить разными видами (технически, химически и радиационно).

Радиационная стерилизация несколько миллион электрон Вольт (эВ) энергии гамма облучения только можно для упаковки медицинского оборудования, которые проводят в заводах. Достоверность этого метода в том, что изделие уже стерилизационное и в готовой упаковке.

В лечебных учреждениях в основном используется метод термической стерилизации. Материалы, не выдерживающие стерилизацию при температуре более 100° (термолабильные материалы) обрабатываются методом химической стерилизации. Химическая стерилизация производится жидкими или газообразными химическими средствами. Стерилизация в антисептических жидкостях обычно проводится в растворах, в состав которых входят:

- Трехкратный раствор (кадетников); фенол 3 части, формалин – 20, сода – 15, вода – 1000 часть.
- 6% - вый раствор перекись водорода до 50⁰ С подогретый.

Для дезинфекции инструментов используют 6% раствор перекись водорода (санитарным разработкой).

Рекомендуют химические газовые стерилизации оксида этилена с метил бромидом.

В больницах инструменты и шовные материалы стерилизуются паром или при помощи стерилизатора воздухом. Стерилизация паром при температуре 120 - 130°C, 1,1 - 2 атм. давления, а стерилизация воздухом при 200° С горячим воздухом.

Паровые стерилизаторы выпускаются 2 типов: В - тип вертикально – ВК – 12; ВКО – 16; ВК - 30; ВКО - 50; ВКУ - 50; ВКО - 75; ВК - 75; Г – тип горизонтально. Они маркируются следующим образом: ГК - 100; ГК - 280; ГПД -280; ГП - 400; ГПЛ - 400; ГП - 560; ГПД - 560; ГПС - 560. Маркировочные цифры в стерилизованной камере объемом дм³. Буквы обозначают следующее: К – круглый, П – прямоугольный, О – огонь, У – огонь и электричество. Не существование третьей буквы говорит об электричестве. В горизонтальном стерилизаторе нагревание осуществляется только электричеством, поэтому третья буква (Д) «двухсторонняя», загружается одной стороной, освобождается противоположной.

Паровой стерилизатор – это камера, она герметически закрыта крышкой и туда пускается пар через генератор. Обеспечение стерилизатора паром идет с центральной комнаты или специально через паровые приборы.

Для стерилизации материалов и инструментов их помещают в биксы, затем в камеру.

Огненный – в паровом стерилизаторе пар происходит из-за нагревания и кипячения воды. Они очень выгодны в широких местах.

Каждый паровой стерилизатор состоит из 2 главных блоков: паровой генератор и стерилизационная камера. В паровом генераторе есть

небольшой казан. В электрическом паровом стерилизаторе вода в казане закипает при помощи электрической трубки. Стерилизационный манометр казана, показывающий давление, который превышает максимума, тогда его защитный клапан, в заполнении казана водой оснащен показателем из стеклянной планки. Камера и казан связаны между собой закрывающим вентилем, проводящий пар.

Стерилизация является самой ответственной деятельностью, которая выполняется профессионально подготовленным медицинским работником, так как не соблюдение правил техники стерилизации приводит к заражению инфекциями больных, а неправильное обращение со стерилизаторами приводит к их поломке или выходу из строя, даже может привести к взрыву.

Воздушные стерилизаторы сделаны в виде осушительных шкафов и термостатов. Контроль температуры производят по термостату, установленному в камере. Рабочая температура до температуры 180° - 200°С. В нижней части камеры вмонтированы электрообогреватели.

Исходя, из выше изложенного можно сделать выводы: биологическая, химическая, фармацевтическая стерилизация в медицинских и клинических лабораториях требует большой ответственность, так как все используемые материалы и приборы должны быть стерильными.

В настоящее время производятся различные стерилизаторы и стерилизационные шкафы, отвечающие требованиям современной медицинской техники и новым технологиям производственными фирмами и компаниями развитых стран как Германия, Япония, Россия и другие. Рассмотрим несколько видов и них.

Серия – 7000 (Function line Over). Сухо жарочные шкафы серии 7000 – самые эффективные и широко распространенные шкафы, используемые в биологических, химических, фармацевтических и медицинских

лабораториях и клиниках (рис-2.81). Они выпускаются по моделям UT6, UT12 и UT20, T6, T12 и T20. Объем их камер составляет 60, 120 и 200 л.



Рис. 2.81. Сухо жарочные шкафы различных объемов «Серии 7000»

Буква «Т» на моделях означает натуральную конвекцию, UT – работа методом принудительной конвекции. Его основной технической характеристикой являются нижеследующее: нужная температура нормализуется микропроцессором. Рабочая температура от 50 - 250° С. Управляется через сенсорную панель. Дисплей цифровой. Установка таймера времени для работы 99 часов 59 минут. Для стерилизуемых предметов согласно стандарту в комплекс имеются две сеточные полки, изготовленные из хромовой смеси.

В модели со знаками «Р» (Т6Р, UT6Р и др.) существуют программированное устройство по установке температуры и времени.

Серия – 6000 (series Standart models). Сухо жарочные шкафы этой серии используется в лабораториях по стерилизации и обработке тепловым методом медицинских приборов и принадлежностей (рис-2.82).

Шкафы серии – 6000 производятся в следующих моделях T6030, T6060, T6120, T6200, T6420, T6720, ST6030, ST6060, ST6120, ST6200, ST6420, ST6720. UT6060, UT6120, UT6200, UT6420, UT6760. SUT6060, SUT6120, SUT6200, SUT6420, SUT6760. T/ST – модель природной



Рис. 2.82. Сухо жарочные шкафы разных объемов «Серии - 6000»

конвекции UT/SUT – модель, работающий в принудительной конвекции. Объем камер от 30 до 750 л.

Сухо жарочные стерилизаторы. Новое поколение сухо жарочных программированных шкафов производится в Японии и широко применяется в практике (рис. 2.83). такого рода стерилизаторы являются удобными и безопасными в эксплуатации. Они выпускаются по указанным моделям в таблице 2.7.1. Стерилизаторы «MOV – 112 С» при постоянном температуры обеспечивают стерилизации оборудования. Если температура снижается до 5⁰ С (при открытых дверей), таймер повторно загружается и цикл подогревания начинается за нова.

Таблица – 2.7.1.

№	Модель стерилизатора	Объем камеры (л)	Температура нагрева °С	Вид конвекции
1	MOV – 112	97	40 - 250	Натуральный
2	MOV – 112F	90	40 - 200	Принудительный
3	MOV – 112S	90	40 - 200	Принудительный
4	MOV – 212	157	40 - 250	Натуральный
5	MOV – 212F	150	40 - 200	Принудительный
6	MOV – 212S	150	40 - 200	Принудительный



Рис. 2.83. Сухо жарочный стерилизатор модели «MOV – 112 C»

Паровые стерилизаторы. Лабораторные паровые стерилизаторы марки MLS-2420U, MLS-3020U, MLS-3751L и MLS-3781L производится в Японии (рис. 2.84 и 2.85) с вертикальным автоклавам и крышки открывається в верхним положением, воздух откачиваются гравитационными методами.

Автоклавы используется при смонтированном на полу. Технические характеристики этих стерилизаторов приведено в табл. 2.7.2.



Рис. 2.84. Паровые стерилизаторы марки MLS-2420U и MLS-3020U



Рис. 2.85. Паровой стерилизатор MLS-3751L и MLS-3781L

Таблица 2.7.2

№	Показатели	Модели	
		MLS - 2420U	MLS - 3020U
1	Объем камер	Ø240x450 мм (объем 20 л)	Ø300x670 мм (объем 48 л)
2	Диапазон температуры	105 - 126° С	
3	Дисплей	Цифровой	
4	Таймер	Цифровой 0 - 180 мин.	
5	Резервуар для конденсатора	3 л (полипропиленом)	
6	Приспособления безопасности	Защитный клапан, защита безводной работы, контроль упругости дверца, контроль задвижки, защита от перегрева, ограничитель тока, контроль термистора.	
7	Дополнительные предметы	Виниловая крышка, корзина из нержавеющей стали.	
8	Внешний край	380x490x840 мм	440x550x1050 мм
9	Масса (вес)	47 кг	69кг

Техническая характеристика стерилизаторов марки MLS-3751L и MLS-3781L приведена в таблице 2.7.3.

ГК – 25 (рис. 2.86), ГК-25-2 (рис. 2.87), ГК- 10, ВК-30-01 (рис. 2.88), ВК-75-01, ВК-30-2, ВК-50-01, ВП-01/75, ГК-100, ГК-100-4, ГКД-100-4, ГП-400-1 и другие. Эти паровые стерилизаторы произведены в России, они широко применяются во всех областях медицинской практики.

Паровой стерилизатор ГК-25 с круглой горизонтально расположенной камерой предназначен для использования с установкой на

столе. Он разработан для стерилизации металлических, стеклянных, резиновых и других материалов, используемых в медицине, имеет камеру в объеме 25 л и выполнено комбинационным методом для выхода лишнего воздуха с камеры (рис. 2.86).

Таблица 2.7.3

№	Показатели	Модели	
		MLS-3751L	MLS-3781L
1	Объем камер	Ø370x415 мм (объем 50 л)	Ø370x640 мм (объем 75 л)
2	Диапазон температуры стерилизации	105 - 135° С	
3	Температура выдержки стерилизационных материалов	60 - 100° С	
4	Дисплей	Цифровой	
5	Таймер	Цифровой 0-250 минут до 72 часов	
6	Резервуар для конденсатора	4 л (полипропиленом)	
7	Приспособления безопасности	Защитный клапан, защита безводной работы, контроль закрытия крышки, контроль упругости дверца, защита от перегрева, ограничитель тока, контроль термистора.	
8	Внешний край	600x560x754 мм	600x560x979 мм
9	Масса (вес)	63 кг	74кг



Рис. 2.86. Паровой стерилизатор ТК-25 с округлой горизонтальной камерой

Паровой стерилизатор экспресс ГК – 25 - 2 с круглой горизонтальной камерой (рис.2.87) устанавливается на стол, предназначен для стерилизации металлических, стеклянных медицинских принадлежностей под высоким паровым давлением. Для одного цикла работы используется 1л чистой воды. Характеристика стерилизатора на таблице 2.7.4. Стерилизатор используется в основных стоматологических и косметологических отделениях медицинских учреждений.



Рис. 2.87. Экспресс стерилизатор ГК-25-2, работающий под давлением

ВК-30-01 (рис. 2.88) и ВК-75-01 стерилизатор с округленной с круглой вертикально, расположенной камерой устанавливается на пол, используется при стерилизации медицинских принадлежностей под высоким паровым давлением. Стерилизатор можно использовать в местах, где нет водопроводов и канализации. Заправка парового генератора производится через специальное приспособление.

Стерилизатор работает в двух режимах: 1) 132° С – 20 мин. под давлением - 0,2 МПа; 2) 120° С – 45 мин. под давлением - 0,11 МПа. Воздух из камеры выводится гравитационным методом. Объем камеры ВК – 30 - 01 – 30 л и камеры ВК – 75 - 01 – 75 л.

№	Показатели	ГК-25-2
1	Объем камеры, в (л)	25
2	Габарит , (УхЭхБ), мм	610x453x395
3	Диаметр камеры, мм	250
4	Управление	Автоматическое
5	Выведение воздуха из камеры	Метод гравитационного надувания
6	Сушение	Природное (естественное)
7	1-режим($t^{\circ}\text{C}$ – мин. -МПа)	134 - 5 - 0,22
8	2-режим($t^{\circ}\text{C}$ – мин. -МПа)	-
9	Режим свободного программирования ($t^{\circ}\text{C}$ – мин. -МПа)	-
10	Тест – вакуум, тест – Бови-Дика	Нет
11	Этапы ввода параметров и стерилизации	Двухрядовой дисплей
12	Принтер	Нет
13	Масса (вес), кг	30
14	Система безопасности	1) Блокировка дверца камеры открывается при давлении свыше 0,01 МПа. 2) датчик уровня воды, теплоограничитель.



Рис. 2.88. Паровой стерилизатор вертикальной камерой ВК – 30 - 01 цилиндрической формы

Приспособления для дезинфекции. Для дезинфекции помещений и предметов существуют специальные приспособления. Дезинфекция предметов производится в специальных дезинфекционных камерах, а дезинфекция помещений производится с помощью разнообразных брызгающих приборов или засыпкой порошкообразных средств.

Камеры для дезинфекции предметов. Дезинфекционные емкости 3 м² и 1,8 м². Как и стерилизаторы, они тоже производятся в двух вариантах: установленные в самой камере котельной и присоединение к центральным котельным для поставки пара. Дезинфекция производится паром, воздухом и паром, паром и раствором формалина.

Существуют такие камеры, которые работают по принципу выше указанных трех позициях. Дезинфекция, проводимая под 98° С температурой считается надежной. Но меховые, шерстяные изделия не выдерживают высокой температуры и поэтому такие предметы и вещи обрабатываются раствором формалина при температуре от 40°С до 70°С. Этот метод является более практичным и приемлемым и производятся в камерах КДПЗ с объемом 3 м³ двумя дверцами «загрязненная» открывающаяся во внутрь и «чистая» открывающаяся в наружу. Это камера тоже работает во всех принципах.

Дезинфекция помещений используются аппараты двух групп:

- 1) газообразующие и парообразующие дезинфекционные аппараты;
- 2) аппараты для брызгающих средств и аппараты для сыпучих порошков.

Первая группа аппаратов является образованием серного газа (8O₂) или формалинового пара.

Аппарат системы Гузикова – предназначен для дезинфекции с серным газом и, обычно, используется при дезинфекции клопов, тараканов и всяких насекомых.

Используя выше изложенные метод, для дезинфекции помещений и поверхностей некоторых предметов (мебели, мягких, принадлежностей и другие) применяются старинные аппараты и средства дезинфекции как, например, гидropульты, серные и формалинные аппараты. Среди них, до сих пор, используются обыкновенные ручные аппараты и конструкции, которые применяются при дезинфекции жилых домов и помещений.

Гидропульты. Они бывают разных типов, в основном, из них очень широко распространены два вида: 1) металлическая ручная конструкция со шлангом, применяющая вовнутрь жидкость, и брызгающаяся под давлением воздуха; 2) металлические аппараты в виде «костыля».

Гидропульт ГС-2М (рис.2.89) Насосный поршень изготовлен в виде тесто каталки, вместо обычного шланга используют маслостойкий резиновый шланг.

Гидропульт в виде костыля (рис. 2.90) предназначен для дезинфекции. Его можно установить в любую емкость с раствором и использовать при дезинфекции, тем самым он эффективен и удобен.

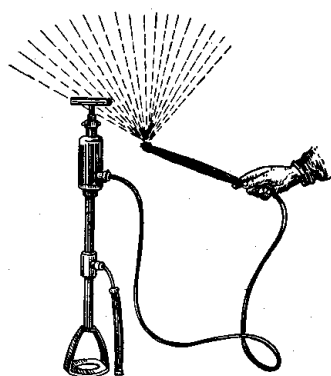


Рис. 2.89. Гидропульт в виде
тесто каталки

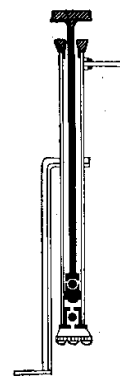


Рис. 2.90. Разрезанный вид
костыльного гидропульта

В целях дезинфекции используют ряд обыкновенных приборов как, парикмахерские пульверизаторы, разные распылители для опыления химических растворов («Автомаск», «Дезинфаль»), а также механические приборы, изобретенные за последние годы и, широко используемые в практике.

«Автомакс» распылитель жидкости (рис 2.91) предназначен для дезинфекции помещений, оборудований и разных принадлежностей, а также вспомогательных помещений (санитарных узлов, туалетов). Другие типы «Автомакс» работают под давлением (до 5 атм.) воздуха и дезинфицируют воздух, жидкость наполняется в резервуар до отметки (14) контрольного отверстия и выдавливается с помощью насоса. Распыление происходит при закрытии всех отверстий резервуара и присоединения шланга, а также при равномерном движении ручки штока (1). Подготовленный прибор подвешивается ремнем (11) на плечи. Жидкость направляется на металлическую трубку при открытии запорного крана (12)

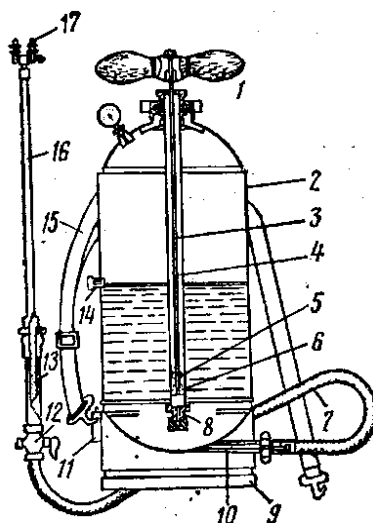


Рис. 2.91. Схематический вид «Автомакс». 1-ручка штока, 2-резервуар, 3-цилиндр насоса, 4-шток поршня, 5-буфер поршня, 6-поршень, 7-шланг, 8-выдавливающий клапан, 9-каркас, 10-штупер, 11-лента, 12-закрывающий кран, 13-фильтр, 14-дно контрольной пробки, 15-ремень, 16-металлическая трубка, 17-распылительные парные рожки

и распыляется на мелкие частицы через распылитель (17). Прибор после завершения работы нужно освободить от сжатого воздуха, понемногу отрывая контрольную пробку. Затем прибор нужно промыть.

Распылитель «Дезинфаль» (рис 2.92) распыляет дезинфекционные жидкости малого количества. Он состоит из резервуара с емкостью 1 - 2 л (1) и центрального выдавливающего насоса. В верхней части резервуара находится механизм, приводящий в действие рычаг, когда он нажимается, жидкость распыляется по сторонам. Резервуар наполняется жидкостью через отверстие, которое имеет крышку (4). Насос работает движением вручную (примерно 25 раз в минуту), давление воздуха в резервуаре повышается до 1 - 2 атм.

Взяв во внимание ответственность над процессами дезинфекции в настоящее время, этот процесс нужно проводить на высоком уровне качества. Поэтому проведение процесса дезинфекции по требованиям высоких технологий имеет важное место в предотвращении ряда заболеваний, а также дает эффективные результаты при диагностике и лечении. В этих целях компании и фирмы в России, США, Германии, Японии, Швеции, Швейцарии и в других развитых странах производят высококачественные и программируемые дезинфекционные камеры и машины, соответствующие требованиям высоких технологий, а также широко используемых в современной медицине. Мы рассмотрим именно такую машину, разработанную по требованиям высоких технологий.

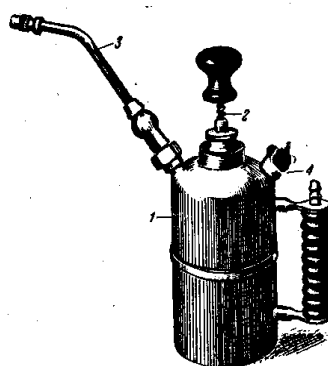


Рис. 2.92. Общий вид «Дезинфаль» с пневматической ручкой распылителем. 1-резервуар, 2-поршень, 3-распылитель, 4-крышка отверстия, в которую вливается жидкость.

Дезинфекционная камера LGM – 2000. Эта камера предназначена для паровой дезинфекции постельных принадлежностей: одеяло, матрасы,

одежды, обуви, подушки и других бытовых вещей (рис.2.93). Принцип работы камеры: дезинфекция производится чистым паром, пар выходит из внутреннего слоя стен камеры (из рубашки), пар дополнительно нагревается и внутри камеры конденсация пара уменьшается.

Подача пара в камеру идет из установки «рубашка». Через программу обеспечения (питания) автоматическим образом выполняются ниже следующие операции:

1. Дезинфекция одежды под 100°C и 10 минутная вакуумная сушка.
2. Дезинфекция матрасов и подушек под 105°C и 60 минутная вакуумная сушка.
3. Дезинфекция одежды 100°C и 30 минутная вакуумная сушка.
4. Дезинфекция матрасов и подушек под 105°C и 40 минутная вакуумная сушка.
5. Дезинфекция одеял и подушек под 100°C и 60 минутная вакуумная сушка.



Рис. 2.93. Дезинфекционная камера LGM – 2000

Камера имеет возможность дезинфекции по индивидуальной программе. Техническая характеристика камеры приведена ниже в таблице 2.7.5. За последние годы производятся современные и более эффективные, удобные стирально-дезинфицирующие машины и широко используются в практике (рис.2.94, 2.95, 2.96).

Таблица 2.7.5

№	Параметры	Значения
1	Габарит аппарата (ДхШхВ), мм	2462x1792x1990
2	Габарит камеры (ДхШхВ), мм	2100x1000x1200
3	Масса без упаковки, кг	2800
4	Объем камеры, м ³	2,0
5	«Рубашка» и номинальное рабочее давление, МПа	0,05
6	Высокая температура в камере, °С	111
7	Длительность дезинфекционного этапа, в минутах	0 - 170
8	Длительность процесса сушки, в минутах	0 - 170
9	Вместимость в камеру матрасов и одеяло толщиной 100 мм (количество)	10
10	Вместимость в камеру матрасов и одеяло толщиной 120 мм (количество)	8



Рис. 2.94. Стирально-дезинфицирующая машина с ультразвуком DGM – QX -1200.

Для автоматической и дезинфекционной обработки современных хирургических приборов и инструментов, разработанных по новым высоко технологическим и сложным конструкциям и особенно гибких эндоскопов, разработаны комплексные системы. Например, специально разработанная автоматизированная система «Adapta Score ASP» (рис 2.97) предназначена для сложной чистки и дезинфекции гибких эндоскопов.



Рис. 2.95. Стирально-дезинфицирующая машинка DGM-ES-350(P)



Рис. 2.96. Стирально - дезинфицирующая машинка DGM-ES-350(P)



Рис. 2.97. Система «Adapta Score ASP» автоматически обрабатывающая гибкие эндоскопы.



Рис. 2.98. «AER, ASP» система, автоматически обрабатывающая гибкие эндоскопы, с фильтрующей системой воды в открытом виде

В процессе чистки и дезинфекции все каналы по всем параметрам находятся под строгим контролем, кроме того, с помощью фильтрующей системы воды «AER, ASP» автоматически производится обработка, т.е. мощная дезинфекция сушка, двух гибких эндоскопов одновременно. Система эксплуатации является обычным и удобным, отвечает на все случаи безопасности.

§ 2.8. Целенаправленные специальные высокотехнологические технические средства для диагностики

§ 2.8.1. Основные принципы работы и устройство аппаратуры искусственной почки, искусственного кровообращения и искусственного сердца

Аппарат «искусственных почек» - является аппаратом, который сортирует и выводит экзогенные ядовитые вещества, производит диализ крови, балансирует водяные электролиты, а также приводит в порядок кислотно-щелочной баланс. Искусственные почки заменяют временное применение гемостаза, но не моделирует инкреторную функцию и

почечный процесс (круглая фильтрация, канальная реабсорция и секреция и другие).

Гемодиализ – ((haemodialysis) греческое слово, означает «haemo» - кровь, «dialysis» - разделение). Это метод очищения крови от малых и средних молекулярных веществ путем ультрафильтрации и диффузии через полупроходные мембраны кроме почек.

Гемодиализ применяется при острой и хронической почечной недостаточности, при возникновении интоксикации под воздействием различных лекарственных препаратов, а также тяжелом нарушении структуры электролита крови и при отравлении диализационных веществ.

При хронических заболеваниях почек гемодиализ нужно начинать тогда, когда при почечной недостаточности она имеет консервативную эффективность. При переходе на этап терминала, при отказе управления гемостаза, при возникновении тяжелых симптомов уремической интоксикации, при диспепсических разрушениях, при анемии, при сильном запахе мочи, при кровяных выделениях, при сухости и пожелтении кожи, при зуде, при нарушении сна и другие. При хронических почечных недостатках абсолютное назначение гемодиализа считается выявлением признаков. При временной почечной недостаточности можно применить гемодиализ.

При введении раствора диализа полупроводниковая мембрана искусственных почек отделяет стерилизованную крови проводную систему от не стерилизованной системы. Проводимость мембраны, ее поверхность, конструкция аппарата, температура аппарата разница концентрации веществ обеих сторон мембраны, силуэт и форма молекул зависит от других веществ разных типов в искусственных почках диализ разных веществ проходят в разных скоростях.

Давление градиента искусственных почек, необходимое для ультрафильтрации, достигается за счет положительного (+) давления на

систему вливания крови и отрицательного (-) давления на систему раствора диализа.

За счет добавок осмотически активных веществ (глюкозы, магнитол), увеличивая осмотическое давление раствора можно усилить процесс выведения воды.

Разработка и исследование искусственных почек производилось Американским ученым Джоном Абелем и его сотрудниками (1913 г). Создание искусственных почек долгое время сталкивалась с серьезными трудностями, так как не было полупроводниковой мембраны, отвечающей нормативным требованиям гемодиализа (основной причиной тому послужило не изучение физико - химических свойств полупроводниковой мембраны).

Большое количество вариантов таких мембран (как плавательные пузырьки рыб, желудок телят и другие) не пригодны к применению так, как их механическая сила плотности слабее. Эта задача была решена Талхаймером (W.Thalhimer, 1938 г) в этих целях он впервые предложил использование целлофана и испытал его в практике.

Голландский ученый Вильям Колф в 1944 году впервые успешно использовал «искусственные почки». Они были применены при операции 67 летней женщины с тяжелыми симптомами уремии интоксикации.

В 1955 году в бывшем СССР по предложению академика В. В. Парина было предложено создание аппарата искусственных почек.

В 1958 году впервые аппарат искусственных почек был применен при лечении больного с почечной недостаточностью со стороны А. Я. Пытеля и Н.А. Лопаткина, но в 1960 году советскими врачами и инженерами был создан первый советский аппарат.

Несмотря на разновидность конструкций, все аппараты работают по одной принципиальной схеме, и они состоят из основных элементов: 1 - диализатор, 2 - перфузионная конструкция по обороту крови через аппарат,

3 - конструкция подготовки диализирующего раствора и подача ее диализатору, 4 - монитор, управляющий и контролирующей технические параметры гемодиализа.

Диализаторы разделяются на следующие основные группы: действующие и не действующие диализаторы в виде барабанов; капиллярные диализаторы.

В аппаратах бывшего Советского союза использовались типы пластиночных аппаратов (АИП - 140, Диахрон - 80, СГД - 6, Диацентр -1 и другие). Широко использовались капиллярные диализаторы. Его основа была с тонкими стенками (11 - 30 мкм) внутренний диаметр 200 - 260 мкм капилляры и состоит из полупроводниковой мембраны. Тысячи таких капилляров соединены в узлы и устроены в цилиндрический футляр, сделанный из прозрачной пластинки.

В таких цилиндрических футлярах от начала до конца промежутки между капиллярами, для разделения системы циркуляции диализационного раствора, проходимый в цилиндр через штуцер, от полупроводниковой системы проводится герметизация специальным составом.

Полупроводниковая мембрана является необходимым функциональным элементом аппарата. Эффективность и безопасность «искусственных почек» зависит от их особенностей. Перед мембраной ставятся следующие требования:

1. Не воздействовать на кровь негативно и при контакте, не выводить ядовитые вещества (около 95% крайних поверхностей совпадают с полупроводниковой мембраной, поэтому при применении искусственной почки, при вливании крови непосредственно попадают в контакт).

2. Обеспечение эффективной очистки от ядовитых веществ и метаболита, возникшего от экзогена.

3. Обеспечение скорости обязательной ультрафильтрации.

4. Не проводить белки.

5. Достичь высокой прочности, предотвратить разрушения мембраны от механической нагрузки и изменения режима температуры. Мембрана, подготовленная из целлофана с отверстиями 1,5 - 2,5 нм, толщина мембраны 10 - 20 мкм.

В то время, как при развитии уремического синдрома среднемолекулярного метаболизма без химического расщепления имеет важное значение, тогда для гемодиализа разработаны мембраны с среднемолекулярными веществами и из других полимерных материалов, с высокими показателями по сравнению с обычными мембранами.

Диализаторы по сравнению с поверхностями и диализа имеют разную площадь (0,24 - 2,5 м²). Есть возможность повторного использования самых необходимых параметров (образцы, метод стерилизации, время подготовки, объем первостепенного заполнения, остаток объема, ультрафильтрация, внутренняя сопротивляемость, обрыв частот мембраны). Ряд диализаторов (капиллярные, катушечные и пластинчатые) диализаторы использовались только один раз. Подобные диализаторы выпускаются в сборном виде, они стерилизованы и подготовлены к использованию.

Соблюдая все меры предосторожности, некоторые из них можно использовать повторно. Основным эффективным показателем «искусственных почек» является клиренс и диализанс, оно показывает чистоту диализированной жидкости за определенное время (мин) и выбранную скорость от всяких данных веществ.

Клиренс и диализанс определяются по формуле Вольфа: $C = \frac{D^2(A-R)}{U \cdot a}$

C – клиренс (мл/мин), D – диализанс (мл/мин), A – концентрация веществ, входящих в диализатор, R – концентрация веществ, выходящих из диализатора, U – концентрация веществ диализирующего раствора, a – скорость жидкости (мл/мин).

Устройство перфузии с помощью насосов через аппарат служит для продвижения крови: мембранные, роликовые и сигма насосы. Основным узлом прибора считается контролирующим работу аппарата «искусственных почек» и подготовку диализирующего раствора. Стерилизация одноразовых используемых устройств или механизмов приспособлений намного надежнее. Их недостаток проявляется в их ценности.

Поэтому часто применяется повторное использование диализаторов. Для стерилизации используется 2% ный раствор формалина. Перед операционным процессом система стерилизации физиологическим раствором – гепарин (2 л физраствора). Подготовительный период 30 - 40 минут.

Бывшей Советская модель «искусственных почек» изображена в рисунке 2.99, в нем с помощью насоса 2 кровь больного через катетер 1 попадает в диализатор 3. Кровь больного проходит через последнюю целлофановую пластинку и сталкивается и соединяется с диализационным раствором (в каждом находится 11 секций).

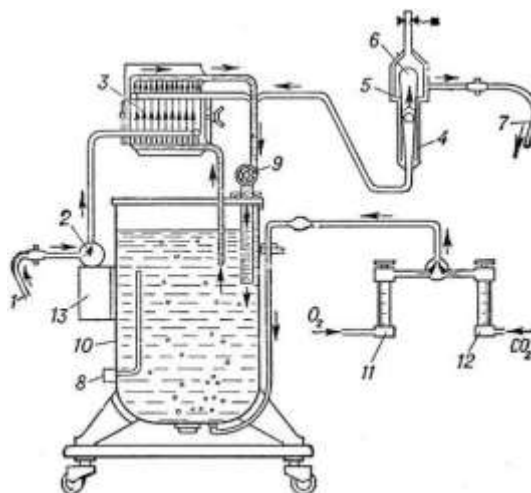


Рис. 2.99. Схематический вид «искусственной почки»: 1 – катетер, 2 – насос для крови, 3 – диализатор, 4 – счетчик продуктивности, 5 – фильтр, 6 – держатель воздуха, 7 – катетер, возвращающий кровь больного, 8 – нагреватель, 9 – насос диализированной жидкости, 10 – бак для раствора, 11 – ротаметр для кислорода, 12 – ротаметр для карбонат кислоты, 13 – перфузный насос гидропривода

Его состав соответствует обычной стандартной структуре крови, состоит из ионов и глюкозы (K; Na; Ca; Mg; Cl; HCO₃). Это необходимо для коррекции электролита крови. Кровь после диализатора попадает в счетчик 4, регистрирующий ее продуктивность, здесь кровь очищается от воздуха. После кровь через катетер попадает в систему кровообращения больного. Диализированный раствор с помощью автоматического нагревателя достигает 38°C и заполняется карбогеном, чтобы она равнялась на pH 7,4. Через насос 9 диализированный раствор отправляется в диализатор.

Скорость течения крови в диализаторе 250 - 300 мл/мин. Клиренс аппарата по моче 140 мл/мин. на сегодняшний день новое поколение аппаратов «искусственной почки» создаются по новым ультрасовременным технологиям, с некоторыми моделями из них мы познакомимся по рисункам 2.100, 2.101, 2.102, 2.103, 2.104.

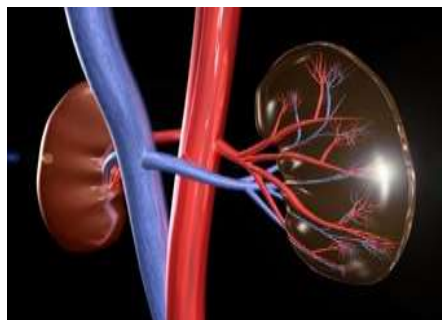


Рисунок 2.100. Модель почек человека в нормальном положении

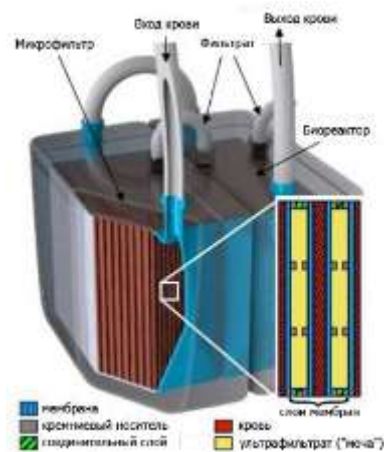


Рис. 2.101. Общий вид «искусственной почки», созданной по современным технологиям



Рис. 2.102. Аппараты гемодиализа, созданные по новым современным технологиям



Рис. 2.103. Соединение аппарата больному путем вена - веноз или артериовеноз и процесс анализа работы



Рис. 2.104. Соединительное оборудование установки гемодиализа к аппарату «искусственных почек».

Аппарат искусственного кровообращения (АИК).

Экстракорпоральное кровообращение, искусственная перфузия, искусственное кровообращение – это метод обеспечения искусственным путем кровообращения организма в отдельных участках органов. Основу этому методу дали результаты исследований ученого Брюхоненко и его сотрудников. Они создали аппараты «сердца и легких». Впервые в практике в 1930 году при открытой операции сердца Терехинский применил метод искусственного кровообращения и, начиная с 1953 года, этот метод стал широко применяемым в клинике города Гиббен США. В 1957 году в НИИ имени Вишневского бывшего СССР была удачно проведена операция с помощью искусственного кровообращения. В практике существуют 3 метода использования искусственного кровообращения в клинических условиях: общее кровообращение, региональное кровообращение и вспомогательные кровообращения в разных вариантах.

1. Общее кровообращение – наиболее распространенный метод. Этот метод включает в себя короткий промежуток времени, заменить механическими приспособлениями насосную функцию сердца и функцию обмена газа легких. Этот метод обычно используется в кардиохирургии.

2. Региональное искусственное кровообращение – это метод перфузии в отдельных органах человеческого тела или в отдельном участке, изолированном от других артерий. Этот метод применяется в онкологии и гнойной хирургии в целях введения лекарственных препаратов в поврежденную местность.

В целях кардиохирургии применяется вариант перфузии коронар – коротадного регионального искусственного кровообращения. Искусственное кровообращение широко применяется в основном в кардиохирургии, в основном все операции выполняются с помощью этого метода.

Искусственное кровообращение выполняется с помощью перфузионного аппарата.

Для общего искусственного кровообращения перед АИК ставятся следующие требования:

- Аппарат должен обеспечить надежное и без перебойное кровообращение по всему организму, в период перфузии. Обеспечить температуру крови согласно определенной норме (для взрослых пациентов 4 - 5 л).

- Оксигенатор должен обеспечивать адекватную артериализацию крови: насыщения кислородом не менее 95% и применение CO_2 при давлении 35 - 45 мм ртутного столба.

- Объем наполнения АИК должен быть небольшим (в перфузии пациентов старшего возраста не должен превышать 3л).

- Аппарат должен быть насыщен специальным приспособлением для обеспечения возврата протекающей крови из поврежденного сердца или ткани в контур кровообращения.

- Поврежденность крови в аппарате должен быть минимальным (в первые часы перфузии свободный гемоглобин плазмы должен составлять не выше 40 МГ %).

- Физиологический блок АИК должен быть изготовлен из химически безопасных материалов по отношению к крови, его конструкция должна обеспечить чистку и стерилизацию в условиях клиники.

Всякое АИК имеет 2 блока: физиологическое и механическое. Все детали, относящиеся к крови, относятся к физиологическому блоку. Основной сетью этого блока является оксигенатор или «искусственные легкие» и артериальный насос или «искусственное сердце». При этом детали физиологического блока существуют в виде разнообразных резервуаров и шлангов, которые составляют систему экстракорпораль –

эта система называется циркулярным контуром аппарата, через который происходит циркуляция искусственного кровообращения.

АИК, используемое в кардиохирургии, состоит из следующих частей: 1-коронарный отсос; 2 - манометр; 3 - фильтр; 4 - переключатель тепла; 5 -артериальный насос; 6 - оксигенатор; 7 - принимающие артерии. На рисунке 2.105 представлена типичная схема АИК используемого в кардиохирургии для общего искусственного кровообращения.

Кровь пациента с артерий собственной температурой вливается в оксигенатор, установленный ниже операционного стола, где кровь насыщается кислородом, очищается от лишних карбоновых кислот, с помощью насосов вводится в артерии пациента. Прежде, чем кровь

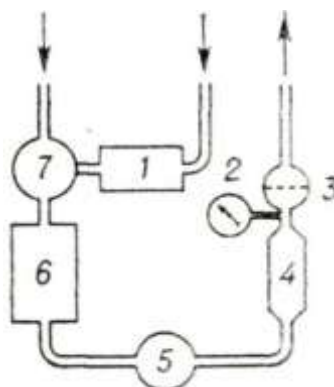


Рис. 2.105. Схема аппарата искусственного кровообращения: 1 — коронарный отсос; 2 — манометр ; 3 — фильтр-ловушка; 4 — теплообменник; 5 — артериальный насос; 6 — оксигенатор; 7 — приемный сосуд.

вливается в систему кровообращения (для получения нормальной температуры) и в целях очищения крови от тромбовых масс, частиц кальция и газовых пузырьков эмболии, пропускаются через очищающий фильтр.

Оксигенаторы. Оксигенаторы делятся на два класса: оксигенаторы, работающие по обмену газов от взаимодействия крови и кислорода; оксигенаторы, работающие при разделении кислорода и

крови в газовых мембранах. Оксигенаторы первого класса делятся на два типа: пузырьковая и пленочная. Во второй класс входят оксигенаторы и мембранами.

Насосы. При АИК применяются два основных класса насосов: с клапанами и без клапанов.

Насосы с клапанами делятся на насосы с внутренними клапанами и насосы с наружными клапанами. Самыми популярными насосами являются насосы с мембранами и с камерами. Клапанные насосы подразделяются на насосы с внутренними и наружными клапанами. Наиболее типичными представителями клапанных насосов являются мембранные и камерные насосы (рис. 2.106, 1 и 2).

Насосы без клапанов работают пробегом роликов или нажатием механических «пальчиков» поперечным надавливанием на эластическую трубку и выдавливанием основы крови (рис. 2.106, 3 и 4). В целях доведения до минимума повреждения кровяных клеток при конструировании аппаратов АИК принимаются во внимание реологические особенности крови (свертывание крови, скорость течения крови по магистрали аппарата, величина чисел Рейнольдса и т.д.).

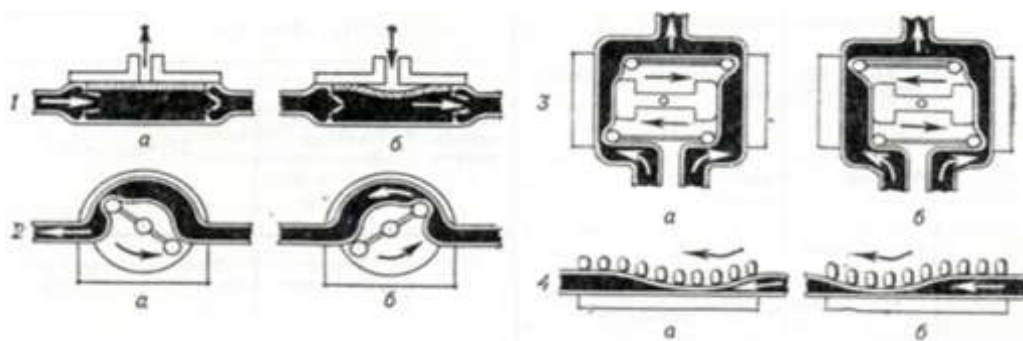


Рис. 2.106. Схемы клапанных (1 и 2) и бесклапанных (3 и 4) насосов: 1 — мембранный насос; 2 — камерный насос; 3 — роликовый насос; 4 — пальчиковый насос; а и б последовательные положения подвижных частей (направление передвижения указано черными стрелками) насоса в различные моменты его рабочего цикла; направление движения крови указано белыми стрелками

Дополнительные узлы – это тепло заменители и коронарные отсосы. При процессе искусственного кровообращения первым делом нужно обеспечить нормальную температуру тела больного. При АИК используются два вида теплообменников: трубчатый и щелевой, конструкция которых приведена на рисунке - 2.107. Охлаждение или подогревание крови достигается за счет изменения температуры воды, омывающей теплообменник. Нормальная температура крови поддерживается за счет теплоты воды, которая промывает тепло заменитель. Этот процесс выполняется с помощью вакуумных или

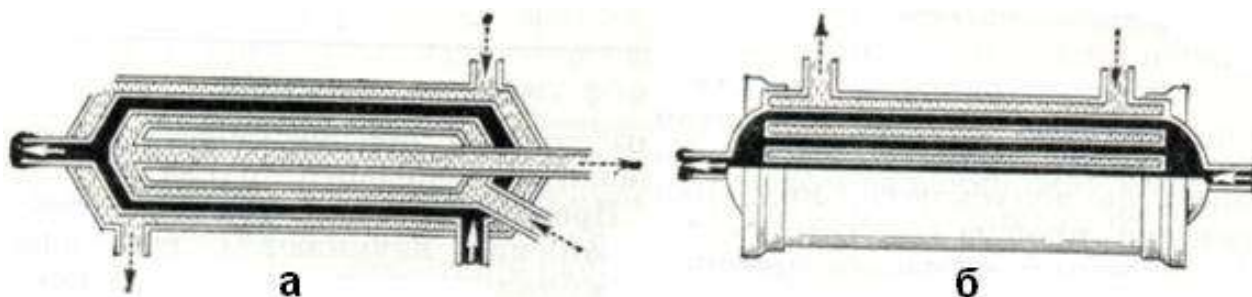


Рис. 2.107. Схемы теплообменников: а) трубчатый теплообменник: кровь протекает через ряд параллельных трубок, помещенных в цилиндрическую емкость, через которую циркулирует вода; б) — щелевой теплообменник типа «труба в трубе»: кровь протекает через узкую щель между внутренней и наружной трубами (с двойными стенками), по которым циркулирует вода-направление движения крови указано белыми стрелками, воды — пунктирными стрелками

роликовых насосов. Вспомогательными частями физиологического блока являются дополнения крови и разные виды артерий, которые выводятся отсосом, а также фильтры для воздушных пузырьков. В механический блок АИК входит движущие части оксигенатора, корпус аппарата с приводами насосов, а также измерительные аппараты использованных газов, температура крови и другие процессы, повышающие эффективность работы насосов.

В виде источника энергии используется электрический ток или сниженный газ. Одним из основных элементов блока является ручной привод. Обычным процессом совершенствования аппарата является одноразовое использование физиологических блоков.

Образцы АИК. АИК - 5м, ИСЛ - 4 аппараты, используемые для коронарных перфузий, являются дополнительными приспособлениями к общему аппарату для перфузий, не имеют отдельных оксигенаторов. Продуктивность работы артериальных насосов 6 и 8 л в минуту, объем заполнения 2,0 и 2,5 л. Основное требование к использованию аппаратом перфузии абсолютной чистоты поверхностной части. Чтобы добиться этого результата все элементы физиологического блока обрабатываются детергентами или с помощью щелочных растворов определенной концентрации. Затем аппарат собирается и стерилизуется. Автоклавирование или бактерицидный газ в холодном виде (этиленовая окись) производится с пропиолактонной смесью диоксида или бета.

АИК наполняется кровью или заменяющим кровь раствором, а в следующем этапе для операции соединяются с пациентом. Для того, чтобы начать работу искусственного кровообращения артериальные насосы ставятся на низкое положение и в то же время зажимы снимаются. Однако, пациенту не допускается полное вливание крови синхронно увеличивается и определяется объемная скорость перфузии в норме, то есть на 1 м² поверхности тела она должна составлять 2,2 - 2,4 м/мин.

Продолжительность искусственного кровообращения зависит от патологического характера организма и происходит с протезированием нескольких клапан сердца одновременно с продолжительностью от нескольких минут до трех более часов. Однако, момент перфузии нужно сокращать до минимума. Уменьшая работоспособность артериального насоса, одновременно можно перейти на приостановку аппарата и постепенный переход на естественное кровообращение.

Аппарат искусственного сердца – (АИС) – служит для выполнения определенной функции заместителя насоса сердца (при операции или обработки какой-либо части сердца) в 1937 году В. П. Демихов разработал модель АИС, применил его при операции желудочка сердца у собак, и он стал пионером в разработке искусственного сердца. Эта модель состоит из пары насосов с мембранами, работает с помощью электромотора, устанавливается в определенном расстоянии от грудной клетки. При помощи этого аппарата в организме собаки добились кровообращения в течение 2,5 часов, имплантированным на место удаленного собственного сердца, стали отсчётом новой эры в медицине. Однако эти исследования были начаты 50 года прошлого столетия.

Эстафету подхватили американские ученые, но лишь два десятилетия спустя В. Кольф и Т. Акутсу разработали искусственное сердце из **полихлорвинила**, состоящее из двух мешочков, включённых в единый корпус. Оно имело 4 трёхстворчатых клапана из того же материала и работало от пневмопривода, расположенного снаружи. Эти исследования положили начало целой серии конструктивных решений искусственного сердца с внешним приводом.

Искусственное сердце — представляет собой технологическое устройство, предназначенное для поддержания достаточных для жизнедеятельности параметров **гемодинамики**.

В настоящее время под искусственным сердцем понимается две группы технических устройств.

- К первой относятся гемооксигенаторы (**аппараты искусственного кровообращения - АИК**) (рис.2.108). Они состоят из артериального насоса (рис. 2.109), перекачивающего кровь, и блока **оксигенатора**, который насыщает кровь кислородом. Данное оборудование активно используется в **кардиохирургии**, при проведении операций на открытом сердце (рис. 2.110).

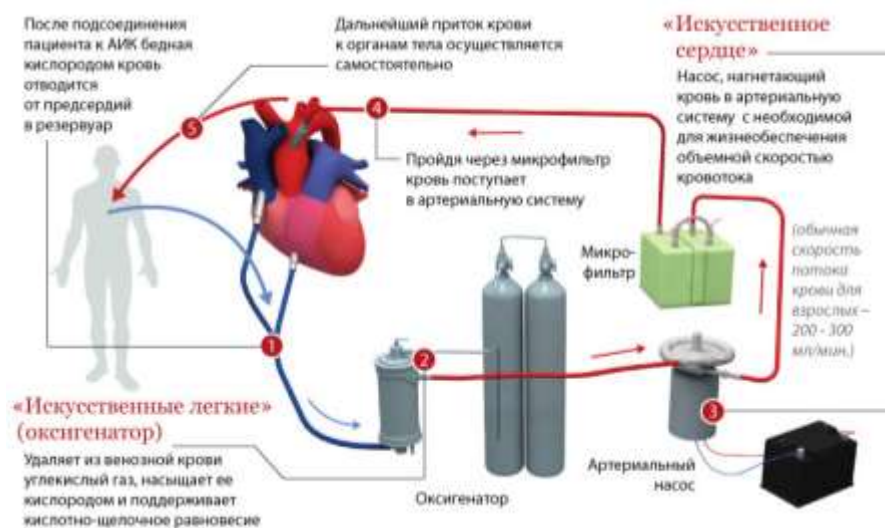


Рис 2.108. Схематический вид аппарата искусственного кровообращения которые предназначен для временного выполнения функции сердца и легких



Рис.2.109. Общий вид артериального насоса марки «CardioWest»



Рис.2.110. Применение аппарата искусственного кровообращения при операциях на открытом сердце

- Ко второй относятся кардиопротезы, то есть технические устройства, имплантируемые в организм человека, призванные заменить сердечную мышцу и повысить качество жизни больного. Следует отметить, что в настоящее время данные устройства являются лишь экспериментальными и проходят клинические испытания.

Идея имплантации искусственного сердца для поддержания жизни реципиента на период поиска подходящего донора была реализована в 1969 году, когда американский хирург Д. Кули произвёл имплантацию искусственного сердца больному, которого после резекции обширной аневризмы левого желудочка не удавалось отключить от аппарата искусственного кровообращения. Через 64 часа работы искусственное сердце было заменено на аллотрансплантат, однако еще через 36 часов больной погиб от пневмонии. Это был первый случай двухэтапной операции трансплантации сердца, которая сегодня широко распространена.

В бывшем СССР в конце 1960 - х годов в ОКБ Сухого (Опытно – конструкторское бюро П. О. Сухого – одно из ведущих российских предприятий по разработке авиационной техники) была создана группа по созданию пневмогидравлического насоса, способного временно заместить естественное сердце человека и поддержать его жизнедеятельность до того момента, когда появится возможность установить донорское сердце взамен искусственного. В 1974 году в период пребывания президента США Р. Никсона в Москве было заключено соглашение между СССР и США «О совместных исследованиях и разработке искусственного сердца».

Приказом Минавиапрома ОКБ Сухого было определено главным исполнителем по разработке искусственного сердца с пневмоприводом (рис.2.111). Совместные работы по проблеме искусственного сердца с медиками США велись в течение 20 лет.



Рис. 2.111. Экспериментальное искусственное сердце «Герц-02»

В период с конца 1960-х годов (основной продукцией которого являлись механические **искусственные клапаны сердца**) были разработаны, изготовлены и переданы в клиники сотни аппаратов вспомогательного кровообращения, работающих по методу внутриаортальной баллонной контрпульсации, (АВК-1, АВК-2, АВК-3, АВК-5М (рис.2.112), АВК-7 и транспортный вариант — АВКТ) (рис.2.113). В 1981 году был создан аппарат «АВК-5МС» с **электрокардиостимулятором**. В 1984 году разработан аппарат вспомогательного и искусственного кровообращения «АВИК-9М», способный до 10 суток осуществлять совместно или отдельно электрическую стимуляцию сердца и вспомогательное кровообращение. В 1986 году освоен аппарат «АВИК-10» (рис. 2.114) для управления работой насосов вспомогательного кровообращения. Блок оперативного контроля вспомогательного кровообращения «ВК-02» (рис. 2.115), предназначенный для контроля за состоянием пациента в операционных, с успехом применялся в кардиоклиниках страны, и был удостоен серебряной медали **ВДНХ**.

Управление такими моделями искусственного сердца автоматической системой дали возможность использования и проведения испытаний разных материалов и их применения в практике. Для этого



Рис. 2.112. Общий вид аппарата вспомогательного кровообращения
АВК-5М

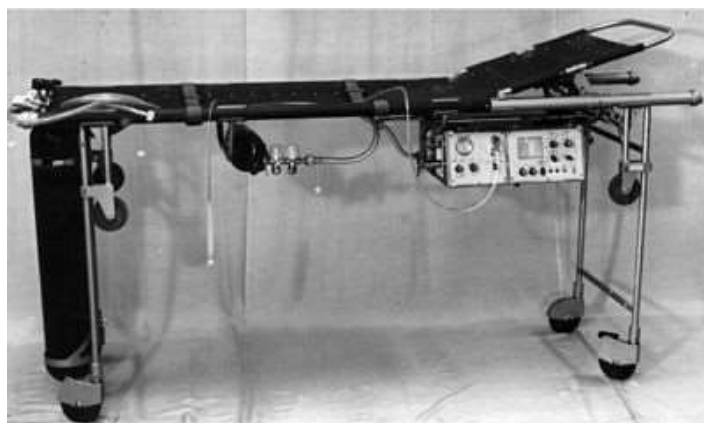


Рис. 2.113. Общий вид аппарата вспомогательного кровообращения
АВКТ-2



Рис. 2.114. Общий вид аппарата вспомогательного кровообращения
АВИК-10



Рис. 2.115. Общий вид блок ВК-02

проводятся различные исследования по выявлению специальных энергических источников и их переработки. В 70 - х годах прошлого века инженерно-технические учения бывшего советского союза создали более 20 моделей искусственного сердца. Двое из этих моделей более применяемые:

1. Модель, изготовленный «типа мешочка» из фторсиликатного каучука. Перед этой моделью ставятся следующие требования: использование долгосрочных и нагрузка выдерживающих материалов, а также управляющих, тромбообразующих материалов, образование постоянных зон, создание конструкций, исключая передвижения в местностях, скорости напряжения, в период цикла кровообращения до минимума площади повреждения элементов крови.

Внутренние стенки камеры желудочков должны быть мягкими и гладкими, наружные стенки твердыми и полутвердыми. Во внутренней части мешочков имеются входные и выходные клапаны. Если между стенками желудочков есть воздух или жидкость, внутренние мешочки сжимаются и возникает выдавливание крови. Снижение давления между мешочками во внутренней и наружной части образует разницу в давлении, открывает клапан и желудочек наполняется кровью.

В современных моделях искусственного сердца существуют желудочки, пульсирующие течения крови. Эта модель имеет небольшой вес, в среднем совпадает с весом человеческого сердца и очень удобен для имплантации. Аппарат имеет большую чувствительность по обеспечению течения крови по артериям, имеет возможность достижения количества пульсовых циклов 140 - 150 ударов в минуту, прогон крови в объеме 14 - 15 литров в минуту.

2. Вторая модель искусственного сердца имеет конструкцию типа диафрагмы, закрепленной в твердый корпус. Активные деления сердца уменьшают давления течения пульсационной крови в кровяных артериях, поэтому гемодиализ уменьшается. Одностороннее течение движения крови в искусственном сердце обеспечивается с помощью выходных и входных клапанов.

Для искусственных сердец клапаны конструируются по-разному. Поэтому их разделяют на лепестковые и вентильные типы. Лепестковые клапаны бывают одной, двух, трех и даже четырех лепестковыми.

Вентильные типы клапанов состоят из закрепляемых элементов в форме диска, конуса или полусферические. В некоторых моделях в наружных передвижных каркасах закрепляются натуральные клапаны сердец животных (тельцов, свиней) и применяются в свежем или консервированном виде. Поверхность аппарата жесткой конструкции покрывается электропроводным слоем, этот слой выполняет функцию конденсатора для счетчика, измеряющего объем вместимости крови; вторая поверхность конденсатора считается «кровь-диафрагма».

Электромотор постоянного тока используется в качестве двигателей электромеханического устройства.

С наружи установленные отправители для подачи газа и жидкости соединены с помощью пластмассовой вилки шлангов камерой распределяющих механизмов. Для подачи электрического тока

используются проводники с поверхностью, покрытые инертной пластмассой. В качестве источника энергии в одной из моделей внутри теплового аккумулятора установлена радиоизотопная ампула, обеспеченная аккумулятором «Плутоний - 238». Выполняя функцию двигателя, тепловая машина с двумя поршнями отправителями работает независимо от каждого желудочка. Кровяной насос одновременно выполняет функцию заменителя тепла и первостепенного счетчика для управления системой. Общий вес модели меньше 2 кг, объем – 1,8 л.

Сложность создания искусственного сердца зависит от выбора материалов для его направлений. Перед ним стоят следующие требования: высокая прочность, бесперебойная работоспособность, сохранение физико-химических свойств человеческого организма. Сохранение биологической инертности.

При изготовлении искусственного сердца применяются следующие материалы: нержавеющая сталь, титановая смесь, полимерные материалы (фторопласты, полуолифены), изготовленные из разных составов органического кремния каучука (силикона), полиуретанов, полиэфирсиликиконуретанов, пироуглеродов, гидрофиллигелий, из тромбрезистентных материалов, полиэлектролитных комплектов с отрицательным зарядом и т.д.

Конструкции, изготовленные из полимерных материалов дают возможность уменьшить угрозы у тромбозу. Однако, появление тромбоза в области сердечной полости, в соединяющихся магистральных, а также в кровяных сосудах внутренних органов остаются самой важной проблемой. Кроме того, огромную роль играет электрокинетические события, происходящие в пределах кровяных полимеров. Они зависят от форменных элементов и от отрицательного заряда белков. Внутренние слои сердца и кровяных сосудов тоже имеют постоянный отрицательный заряд. Зарядные вены (артерии) с одинаковыми значениями, выдавливая

кровь по стенкам, является основным фактором. На поверхности полимерных материалов положительной (плюсовой) и нулевой потенциал, одна из причин проявления тромба.

Клиническая имплантация искусственного сердца не получила полного применения. Животные с искусственным сердцем обычно живут 3 - 5 дней (обычно у телят весом 70 - 110 кг форменные физические свойства элементов крови подходят к человеческой крови). В отдельных случаях оно составляет 1 месяц.

Аппарат искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ).

Искусственное дыхание – это искусственное управление обмена воздуха (O_2) при котором используются разнообразные технические установки и устройства. Искусственное дыхание производится при нехватке воздуха, при остановке дыхания и во время анестезии, при использовании мышечных релаксантов. Искусственное дыхание производится в целях: обеспечения обмена адекватного газа в легких и предотвращения напряжения работы наружного дыхательного аппарата (при острой нехватке воздуха). В спонтанном дыхании смесь газов поступает через давление воздуха подаваемого искусственного дыхания за счет отрицательного (минусового) давления плевральной полости на дыхательные пути, а выход дыхания происходит за счет плюсового давления выходного дыхания плевральной полости. Во время искусственного дыхания повышается центральное венозное давление и ухудшается гемодинамика.

Аппарат ИВЛ — это **медицинское оборудование**, которое предназначено для принудительной подачи газовой смеси (**кислород** и сжатый осушенный **воздух**) в лёгкие с целью насыщения **крови** кислородом и удаления из лёгких **углекислого газа**.

Аппарат ИВЛ может использоваться как для инвазивной (через интубационную трубку, введенную в дыхательные пути пациента или

через трахеостому), так и для неинвазивной искусственной вентиляции легких — через **маску** (Рис.2.116). Аппарат ИВЛ может быть как ручным (мешок Амбу), так и механическим. Сжатый воздух и кислород для пневмопитания механического аппарата могут подаваться как из центральной системы газоснабжения медицинского учреждения или баллона сжатого воздуха (при транспортировке), так и от индивидуального миникомпрессора и кислородного концентратора (Рис.2.117). При этом смесь газов должна согреваться и увлажняться перед подачей пациенту.



Рис.2.116. Принцип работы аппарата для неинвазивной искусственной вентиляции легких - через **маску**

Современные аппараты ИВЛ являются крайне высокотехнологичным медицинским оборудованием. Они обеспечивают респираторную поддержку пациента как по объёму, так и по давлению.

В настоящий момент наиболее совершенной технологией синхронизации аппарата ИВЛ с пациентом (Рис. 2.118) является технология нейро-контролируемой вентиляции легких, когда сигнал, идущий из дыхательного центра продолговатого мозга по диафрагмальному нерву к диафрагме, фиксируется специальными высокочувствительными датчиками, расположенными в области перехода пищевода в желудок (область кардии).



Рис. 2.117. Общий вид аппарат искусственной вентиляции с микромпрессором и кислородного концентратора

Кроме выше изложенного высоко технологического аппаратов искусственной вентиляции выпускается портативный аппараты использующих в условиях специализированного транспорта и для нужд службы медицины. Например, АИВЛп – 2/20 – «ТМТ» - аппарат искусственной вентиляции легких и оксигенотерапии в условиях специализированного транспорта для скорой медицинской помощи портативный для взрослых и детей старше 6 лет (Рис. 2.119). Применяется в условиях санитарного транспорта, в полевых условиях, для внутригоспитальных перевозок. Интуитивное управление, надежность и эргономичность делают его лучшим в своем классе.

А - ИВЛ/ВВЛп - 3/30 - А - Переносная портативный аппарат для проведения искусственной вентиляции легких, ингаляции и сердечно-легочной реанимации для нужд службы медицины катастроф,



Рис. 2.118. Общий вид современной совершенной технологией синхронизации аппарата ИВЛ с пациентом использующий в реанимационной отделении

медицинской службы вооруженных сил, службы скорой медицинской помощи (Рис. 2.120). Выполнен на надежной цельнометаллической конструкции, обшитой специальной сверхпрочной водо- и грязеотталкивающей тканью. Техническая характеристика аппарата приведено в таблице 2.8.1.



Рис. 2.119. Общий вид аппарат искусственной вентиляции легких и оксигенотерапии АИВЛп – 2/20 – «ТМТ»



Рис. 2.120. Общий вид переносной портативный аппарат А-ИВЛ/ВВЛп-3/30-А

Аппарат высокочастотной струйной ИВЛ может обеспечивать как собственно высокочастотную струйную ИВЛ, так и сочетанную. При этом используется контроль по давлению для предотвращения баротравмы легких (рис.2.121). Современный [аппарат ВЧ струйной ИВЛ](#) должен иметь встроенный роликовый увлажнитель и встроенную систему обогрева газовой смеси для предотвращения тяжелых осложнений со стороны дыхательных путей. Обязательна возможность дозирования кислорода и контроль углекислого газа в выдыхаемом воздухе. Был придуман Филиппом Дринкером и Луисом Агазизом Шоуэм мл. в 1927 году.

Показания при искусственном дыхании:

- При апноэ и патологических состояниях.
- При тахипноэ (более 40 в минуту) гиповемии и при отсутствии гипертермии.
- pO_2 - ниже 60 мм.рт.ст., pCO_2 - выше 60 мм.рт.ст.
- При применении миорелаксантов во время анестезии.

Таблица 2.8.1

№	Показатели	Параметры работы
1	Режим вентиляции	VC – CMV, VC – IMV, PC – IMV (IPPV), VC – A/C, СЛР, оксигенотерапия
2	Давление на выходе баллона	0,2 – 0,6 МПА
3	Содержание O ₂ в смеси	100%, 60%
4	Частота дыхания	10 – 40 л/мин (режим ИВЛ)
5	Минутная вентиляция	0,7 – 15 л/мин (режимы вентиляции), 1 – 40 л/мин (оксигенотерапия смесью)
6	Отношение вдоха к выдоху (I:E)	1:2
7	Пауза на вдохе	3 – 12 сек.
8	Контроль и ограничение объёма подаваемой дыхательной смеси по давлению в выходном дыхательном контуре	20 – 50 см H ₂ O
9	Источники питания	Бытовая электросет, бортовая электросет, встроенный аккумулятор
10	Размер аппарата	210 x 125 x 145 мм (без сумки с баллоном и редуктором)
11	Вес	3 кг (Без баллона и редуктора)



Рис. 2.121. Контроль за принцип работы одной из современных аппарата искусственной вентиляции легких

- До восстановления полного дыхания после операции (при применении релаксантов, наркотиков, интоксикации)
- Различные гиповентиляции (опухоль мозга, отравление, истерика).

При каждом проведении искусственного дыхания больному выводится заключение по клиническим признакам (нарушение ритма и глубины дыхания, цианоз, беспокойство, обморок, участие вспомогательных мышц при дыхании). Кроме того, можно перевести на искусственное дыхание по составу газа в крови.

Искусственное дыхание основывается на отправке воздуха в легкие и в её структуру (воздействия на грудную клетку) на восстановлении обмена газа в легких.

При подаче воздуха в легкие через рот и нос по экспираторному методу используются следующие приборы искусственного дыхания: мешочек «Амбу»

(РО. Дрегер, Циррус и т.д.). принцип строения ручных приборов искусственного дыхания: в легкие больного подавать газ снаружи и выводить газ наружу из легких (мешочек «АМБУ», АДР - 2, РПА - 2). Используемые механические приборы работают движением рук (воздух выдавливается).

Эти приборы очень простые и обычные, рассчитаны на скорую помощь. Такие приборы, работающие за счет газа, используются в основном при скорой помощи (Пневмат, Лада, РД, ДП), а также используются пожарниками. Кроме выше изложенных приборов используются приборы, работающие под электрическим напряжением, приспособленные для подачи искусственного дыхания в длительное время в стационарах такие, как «Фаза - 5», «Фаза - 7», «Фаза - 11», «Фаза - 21», «Вдох», «Эвита - 4», Фирмы Дрегер. Искусственное дыхание управляются следующими параметрами: ёмкость дыхания (объем дыхания), частоты дыхания (число дыхания) – число дыхания в 1(одном) минуты. Минутная

объем дыхания – МОД - МАО (минутное альвеолярное объем) - минутное альвеолярное дыхание. $МОД = ОД (\text{объем дыхание}) \times ЧД (\text{частота дыхания})$. (Мертвая полость, гортань, горло, трахея, бронхи) МП – эта вся часть – которая не участвует в обмене газа, поэтому считается мертвой полостью. Но транспорт выполняет функцию нагревателя, увлажнителя, очистителя воздуха (выполняет обмен газа в альвеолах).

МП - охватывает объем 150 - 200 мл.

МAB – минутная альвеолярная вентиляция равна объему дыхания, умноженного частоте дыхания, то есть $МAB = (ОД-МП) \times ЧД$.

Объем дыхания выводится в разных номограммах, по разным формула.

По Энгстрем - Герцогу, Редфорду:

- Вес тела $\times 10 - 15$ мл = ОД в (мл).
- $МОД (\text{л/мин}) = \text{вес (кг)} + 1/10$.

При использовании искусственной вентиляции легких больные постоянно находятся под наблюдением и соблюдают следующие правила:

1. Ни на минуту больной не должен оставаться без присмотра.
2. Каждый час проверяется пульс, артериальное давление и измеряется температура.
3. Каждые 30 минут проводится транхеобронхеальная древообразная санация.
4. Каждые 4 - 6 часов санация полости рта.
5. Каждые 2 часа больной переключается.
6. Кислотно-щелочной баланс контролируется при замене порядка вентиляции 2 раза.
7. Каждый день проверяется биохимические анализы.
8. Респиратор и синхронизация проверяется ежедневно.
9. 4 раза в сутки проверяется чистота респиратора.
10. Готовность респиратора постоянно контролируется.

11. Каждые 4 часа 15 минутный выводится воздух трубки манжетки.
12. Дыхание контролируется каждые 2 - 4 часа методом аускультации.
13. Каждую неделю проверяется воспринимаемость антибиотиков.
14. Контроль диуреза производится по данным волнометра.

Искусственное дыхание может привести к следующим последствиям: трахеобронхит, ателектаз, бронхоспазм, пневмония, пневмоторакс, стеноз трахеи, кровотечение дыхательных путей, нарушения деятельности сердца и метаболические нарушения. Появление таких осложнений зависит от общего состояния больного, опыта врача, выполнения правил ИВЛ и искусственного отклонения рефлекторного кашля. При ИВЛ бароповреждения дыхательных путей под высоким давлением повреждаются легкие. Определено 2 механизма, вызывающие бароповреждение: 1) отправка в легкие слишком большое количество воздуха; 2) неравномерная вентиляция на фоне изменения структуры легких.

При бароповреждении воздух попадает в интерстицию, между грудным промежутком, переход в шейные ткани, нарушение плевры, переход в брюшную полость, баротоповреждение может привести к летальному исходу. Основными условиями профилактики баротоповреждения является мониторинг показателей биомеханики дыхания, аускультация легких, поэтапное рентгенологическое обследование грудной клетки. При появлении осложнений важно провести диагностику, в противном случае последствия могут ухудшиться.

Обезвреживание аппаратов. Аппараты ИВЛ после окончания работы должны обезвреживаться. При этом детали контура дыхания раскрывается полностью, и полностью очищаются и дезинфицируются с помощью дезинфицирующих средств. Отдельная очистка частей аппарата считается не эффективным. Существуют специальные камеры для проведения гамма облучения дыхательно - анестезионных аппаратов.

Использование антибактериальных фильтров очень удобно в практике и предотвращает попадания микроповреждений в дыхательные пути больного. При установке фильтра на выходе дыхания аппарат придерживает бактерии и не допускает их попадания на окружающую среду и негативного воздействия на здоровье работников медицины.

Правила техники безопасности при работе с кислородными баллонами. Большие, рассчитанные на много мест, лечебные учреждения имеют централизованные установки для обеспечения кислородом и вакуумом. Но в других местах кислородные баллоны устанавливаются в отдельных блоках операционных комнат, а на самом деле кислородные баллоны должны быть расположены и храниться в специальных комнатах за пределами операционной комнаты или зафиксированы в специальных металлических ящиках. Каждый кислородный баллон должен быть обеспечен сертификатом, в котором указаны паспорт или наименование газа, состав время заправки, номер баллона.

Кислород имеет голубой цвет, он переводится и хранится в баллонах с емкостью 1 – 2 – 10 - 40 литров. В баллонах кислород имеет форму газа. Для определения количества кислорода в баллоне, необходимо умножить давление на его объем: $V_K = P \cdot V_B$. Здесь P – давление в баллоне, V_K – объем кислорода в баллоне в литрах. Окись азота в жидком виде серого цвета, в баллонах вместимостью 1 – 2 - 10 литров хранится под 51 атм. давлением при температуре 20° С. Для определения точного количества азотной окиси баллон взвешивается на весах, от указанной цифры отнимается значение веса баллона. 1 кг жидкой азотной окиси образует 500 л парообразного газа. Общий объем газа можно определить, умножив чистый вес азотной окиси на 500. Чтобы определить длительность расхода баллона азотной окиси, нужно проверить сколько газа расходуется за 1 минуту. Наркоз на дыхательный аппарат должен поступать не более 4 - 6 атм. давления газов. Чтобы понизить повышенную 51 - 250 атм. давления

баллона устанавливается специальный редуктор. Редукторы разработаны в разных видах: для кислорода и медицинских газов, а также для азотной окиси, который не замерзает.

Правила использования кислородных баллонов.

1. Аппарат должен быть пригодным для работы.
2. Централизованные кислородные шланги соединяются к штуцеру кислородного распределителя. Если такая система не существует, кислородный шланг соединяется на кислородный баллон через редуктор и определяется вместимость кислорода в этом баллоне. При открытии краника определяется количество газа и давления. Шланги кислорода и азота не нужно менять.
3. Проверяется испаритель наркотических улетучивающихся анальгетиков (фторотан, эфир). Для этого нужно обязательно обратить внимание на интенсивность запаха газов при изменении шкалы дозиметра.
4. Проверяется герметичность системы. При этом собираются контуры дыхания, и заполняется мешочек дыхания, защитный клапан закрывается тройником под давлением. Рабочая система не должна пропускать воздуха.
5. Коннекторы лицевой оболочки, тройник, инкубационные трубки должны совпадать и собираться и собираться плотно.
6. В увлажнитель воздуха нужно залить дистиллированной водой до красной полоски.
7. Аппарат ВИЛ подсоединяется к сети и работает под режимом дыхания 0,5 л. Контрольный мешочек подключается на тройник и проверяется при дыхании, обращается внимание на увеличение и уменьшение мешочка, степень работы вентиляции можно определить с помощью волюметра.
8. Проверяется защитный клапан и водяной затвор. Для этого подключается моновacuумметр, закрывается тройник. Запасной клапан и

водный раствор при подаче дыхания должны сработать под давлением +30 мм.рт.ст, а при выходе воздуха - под давлением -15 мм.рт.ст. При анестезии нужно быть внимательным и наблюдать за давлением системы дыхания.

9. Азотная окись и кислородные дозиметры должны быть под постоянным наблюдением. Относительное значение азотной окиси не должен превышать 75 - 80 %. Количество кислорода не менее 2 л в минуту.

10. Проверяется система всасывания.

11. При завершении анестезии больной отсоединяется от аппарата, система продувается кислородом под давлением, краники кислородного баллона азотной окиси плотно закрываются, открываются клапаны дозиметров и из системы выводятся остатки газов.

12. Краники баллонов открываются вручную или с помощью специальных ключей. Но, ни в коем случае нельзя на них наносить удар.

13. Части дыхательного аппарата, связанные кислородным баллоном такие, как редуктор и баллоны нужно сохранять от попадания масла.

14. Влажность комнаты, в котором хранится кислородный баллон должен быть не менее 60 %, пол тоже должен быть влажным. Светильники комнаты не должны превышать 160°C. Лучше использовать волоконные оптические эндоскопы. Редуктор кислорода имеет 2 манометра: один из них, показывающий высокое давление в баллоне, другой, показывающий низкое давление наркоза, проходящий через шланги и попадающий на дыхательный аппарат. Специальный краник нужно отвернуть и уменьшить выходное давление кислорода в нужной мере. Редукторы, рассчитанные на медицинские не замерзающие газы, имеют один манометр, показывающий давление в баллоне. Выходное давление пропускается автоматически равномерно по 4 атм. Преобразование азотной окиси в пар происходит с расходом энергии. Поэтому поверхность редуктора замерзает, внутри появляются кристаллы льда и, в итоге, пути проходимости газа

закрываются. Это, в свою очередь, затрудняет попадания азотной окиси в аппарат анестезии. Перед соединением редуктора к баллону нужно проверить, нет ли на нем пятна масла. Кислород и масло вместе могут привести к взрыву.

Показание при применении кислородного баллона:

- при остром недостатке дыхания;
- при острой сердечнососудистой недостаточности;
- при плановых операциях (долгая подготовка больного к операции, например, трансплантация сердца, коронаршунтирование и другие);
- при клинической смерти;
- при терминальных ситуациях;
- при тяжелом отравлении через дыхательные пути;
- при искусственной вентиляции легких;
- при обтурации трахеи;
- при заполнении наркозом аппарата кислородом;
- для распределения кислорода по аппаратам.

ГЛАВА III. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И АППАРАТЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ КОМПЛЕКСНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ С ЦЕЛЮ ЛЕЧЕНИЯ

§ 3.1. Медицинская техника и её разновидности, применяемые в лечении

Приборы и аппараты, применяемые в лечебных целях в медицинской практике, основаны на определенных методах лечения и разработаны на основе законов физики. Так как на процессы, связанные с жизнедеятельностью тканей и органов, их применений, оказывают воздействия с помощью образцов медицинской техники на основании определенных методов лечения через какие-то физические энергии. Поэтому в лечебных целях используются терапевтические приборы и аппараты, воздействующие на организм человека.

В медицинской практике применяется следующие, общепринятые лечебно-воздействующие приборы: лазер и рентген лучи, импульсивный и переменный ток, низкий, высокий, ультра- и высокочастотные электрические и магнитные поля, электрический ток, основанные на аэроионные и аэрозольные воздействия медицинская техника по методам применения делится на следующие виды:

1. Для метода гальванизации используются аппараты - АГН 1, АГН – 2, ГР – 2 (для гальванизации полости рта), АН – 32 портативные, АГН – 33, АГВК – 1, Поток – 1 аппараты.

2. Аппараты, разрабатывающие по методу индуктотермия с рабочей частотой 13,56 МГц ДКВ-2, ИКВ-4.

3. Аппараты, работающие по методу электростимуляции - УЭИ – 1, ЭКСР – 01, АСМ – 2, АСМ – 3, ТУП, РС – 12, РС – 21 (производство Германии).

4. По методу низкочастотной терапии (магнитотерапия) – УЮЧ терапия «Полюс-1», «Полюс-101».

5. Метод микроволновой терапии (УЮЧ) Луч – 58, Луч – 2, Луч – 2М, Луч – 3М.
6. УЮЧ терапия – УВЧ – 30, УВЧ – 4, УВЧ – 62, УВЧ – 66, портаж, стационар: УВЧ – 200, УВЧ – 300, экран – 1, экран -2 и другие.
7. Диадинамо терапия, лечение диадинамическим током - СНИМ – 1, ТОНУС – Т и ТОНУС – 2М, МОДЕЛ – 717 и другие.
8. Аэрозольная и электро аэрозольная терапия - «УИ – 1», «УИ-2», Аэрозоль У – 1», «ЭК – 1», «ГЭИ – 1», «ГЕН – 2», Аэрозоли УТ.
9. Метод дарсонвализации – Искра-1.
10. Аэроионо- и гидроионотерапия - АИР – 2» «АФ-3».
11. УТ терапия – «УТС-1», «УТП-1», «УТП-3М», «УЗТ-101», «УЗТ-102», «УЗТ-103», «УЗТ-104» «ЛОР – 1А», «АФ – 31» «ЛОР – 3», «УЗТ – 13-01-Л», «УЗТ – 3-03-Л» и другие.
12. Интерференциальная терапия – «Стереодинастор-728» (ФРГ).
13. Амплипульс терапия - «Стимул-1», «Стимул-2», «Амплипульс-3», «Амплипульс-3Т», «Амплипульс-4» и «Амплипульс-5».
14. Электросон - «Электросон-2» (Эс-2), «Электросон-3» (Эс-3), «Электросон -4»(Эс-4), «Электросон -5» (Эс-10-5) и другие.
15. Ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Ртутно-кварцовые лампы.
16. Метод эндоскопического лечения – волоконные гастроскопы.
17. Аппараты для гидромеханической и механической терапии.
18. Аппараты для терапии дио рентгена и баротерапии легких.
19. Аппараты для наркоза.
20. Аппараты вентиляции легких «Наркон», «НАПП». Также используется электрические или автоматические респираторы, работающие силой кислородного течения - ДП-8», «РО-6», «Одох», «Фаза», «Спирон», Кислород ингалятор КИ-3М и другие.
21. Барокамеры для баротерапии.

22. Аппараты искусственного кровообращения АИК-5м, ИСЛ-4.
23. Аппараты для стерилизации и дезинфекции.
24. Оптические линзы.
25. Санитарно-гигиеническое оборудование.
26. Переводные и передвижные оборудования 12П-5, 8ПЗ – носилки, тележки, подъемники и т.д.

§ 3.2. Лечебные воздействия, в основе которого лежат законы и процессы физики

Теоретические, практические и клинические исследования в медицине указывают на целесообразность применения методов лечения воздействием физических факторов на организм человека. Среди применяемых в медицине разнообразных методов лечения самым эффективным методом лечения считается воздействие физических факторов. Рассмотрим некоторые из них. При переломах суставов используются гипсовые повязки в целях обеспечения неподвижности поврежденного органа. В лечебных целях используется холодное воздействие (с применением льда) и теплое воздействие (с применением грелки). Иногда в медицине для обогрева или охлаждения некоторых местностей используются разогретые или охлажденные предметы. Обычно для этого выбирается относительно удобные условия, при этом некоторые из них могут оказать полезные механические или химические воздействия. В лечебной практике как охладитель используется лед. В последние годы в медицине широко и часто используется низкая температура.

В лечебных целях при пересадке одной части тела на другую часть или при замене каких - либо органов их хранят и транспортируют, подвергая консервации при низкой температуре для продолжения их жизнедеятельности и сохранения биологических качеств.

Криогенный метод используется при удалении гланды, мокроты и тому подобных заболеваний путем охлаждения или разогрева.

В этих целях разработаны специальные криогенные аппараты и криозонды, имеющие свойства анестезии с помощью холода, они применяются в нейрохирургии для удаления некоторых ядер клеток человеческого мозга, как, например, при паркинсонизме.

В микрохирургии этот метод используется в целях защиты металлических инструментов от прилипания к тканям при их пересадке.

Применение холодной температуры в медицине породило многие такие новые термины, как криоген в медицине, криотерапия, криохирургия и другие т.п.

Электрические и электромагнитные воздействия широко применяются в физиотерапии. Физиотерапевтические методы, основанные на использовании электромагнитных волн в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне, в зависимости от длины волн, делятся на 2 вида: микроволновую терапию (частотой 2375 МГц, длиной волны – 12,6 см) и дециметровую (ДТЦ) – терапию (частотой 460 МГц, длиной волны 65,2 см).

В настоящее время разработаны теории о тепловых воздействиях СВЧ полей на биологические объекты. Электромагнитная волна заряжает молекулы вещества и обратно, в виде электро диполя, поэтапно их ориентирует. Кроме того, электромагнитная волна воздействует на ионы биологической системы и создает проходимый переменный ток. Таким образом, в веществах расположенных в электромагнитном поле существуют передвижные токи, а вместе с тем и пропускаемые токи. Это все приводит к разогреву веществ. Большое значение имеет появление передвижного тока в связи с переориентацией молекул воды. Поэтому в молекулах и в кровяных тканях происходит самое большое поглощение энергии микроволн, а в суставах и жировых тканях поглощаются в малом количестве, и разогревание у них сравнительно меньше.

Электромагнитные волны, в пределах разных коэффициентных ситуаций, например, в пределах тканей повышенного и пониженного уровня воды, может появиться постоянный ток, а это может стать причиной разогрева местных тканей. Особенно лишнему разогреву подвергаются ткани, обеспечение кровью в которых считается наименьшим, отсюда следует недостаточная терморегуляция, например, зрачки глаз, стеклообразное тело и другие.

Электромагнитные волны, воздействуя на биологические процессы, могут сорвать водородные узлы, а также воздействовать на ориентацию макромолекул ДНК и РНК.

Электромагнитные волны попадают на часть тела и тут же происходит частичный возврат от поверхности кожи. Степень возврата зависит от разницы диэлектрического поглощения воздуха и биологических тканей.

Если лучи электромагнитных волн воздействуют на расстоянии, тогда может произойти 75 % отражение электромагнитных волн. В таких случаях нельзя делать какие - либо выводы о количестве принимаемой энергии телом большой по действию силы генерации.

Глубина действия электромагнитных волн в биологические ткани зависит от способности поглощения энергии волн самих тканей, а это определяется структурой тканей (самое главное, содержанием состава воды), а также частотой электромагнитных волн. Исходя из этого, сантиметровая электромагнитная волна, используемая в физиотерапии, проникает в мускулы, кожу и биологические жидкости примерно глубиной 2 см, а в костях примерно глубиной 10 см. Для дециметровой волны этот показатель примерно в два раза выше.

Учитывая сложность структуры тканей, в микроволновой терапии глубина проникновения на поверхность тела электромагнитных волн принимается условно равным 3 - 5 см. А в ДЦТ до 9 см.

В лечебных целях применяются видимые и невидимые (ультрафиолетовые и инфракрасные), рентген и гамма лучи.

Законы Стефана – Больцмана и Вина дают возможность измерения облучения предметов, для этого используются оптические параметры.

Нам известно, что самым мощным источником теплового луча, обеспечивающий весь земной шар, является Солнце. В лечебных целях используется дозированная солнечная радиация (в гелиотерапии), а также как средство для закаливания тела.

В лечебных целях можно использовать источники искусственных тепловых лучей: искровые лампы (соллюкс), специальные инфракрасные облучатели (инфраруж), установленные на штативах, закрепляемых в специальные рефлекторы.

Пределы видимого красного цвета от ($\lambda = 0,76$ мкм) до коротко волнового радио облучения [$\lambda = (1 - 2$ мм)], охватывающий спектральную сторону электромагнитного облучения, называется инфракрасным (ИК) облучением. Спектр ИК лучей условно делятся на ближние (0,76 - 2,5 мкм), средние (2,50 - 50 мкм) и дальние (2,50 - 50 мкм). ИК облучатели изготовлены подобно электронагревателей с круговым рефлектором. Спирали нагревателя разогреваются током до 400 - 500°C.

Применение ИК лучей в лечебных целях основаны на тепловым воздействием. Самыми эффективными лучами в лечебной практике являются видимые коротковолновые ИК лучи. В лечебных целях используются специальные лампы (соллюкс).

ИК лучи проникают в тело почти на 20 мм в глубину, и поэтому разогреваются поверхностные слои тела. Именно за счет градиента температуры можно добиться терапевтического эффекта. Хороших результатов можно добиться благодаря обеспечению нормального кровообращения облученной местности.

Электромагнитное облучение, охватывающее спектральную часть между видимым пределом фиолетового цвета ($\lambda = 400$ нм) и длинноволновой рентген лучевой частью ($\lambda = 10$ нм), называется ультрафиолетовым (УФ) облучением.

УФ облучение необходимо для анализа УФ микроскопов, деятельности люминесцентных микроскопов и люминесцентных. Применение УФ облучения зависит от его биологического воздействия в фотохимических процессах.

Рентген облучение применяется в основном при удалении злокачественных опухолей. Именно в этих целях появился метод рентгенотерапии.

Развитие волоконной оптики поспособствовало внедрению лазерного облучения в целях лечения опухолей внутренних органов с помощью световых направляющих.

В результате развития лечения с помощью ультразвуков (УЗ) были созданы ряд вышеизложенных УЗ приборов и аппаратов. В итоге возникла УЗ физиотерапия. Во многих терапевтических лечебных целях используют ультразвуки с частотой 800 КГц со средней интенсивностью около 1 Вт/см² и еще меньше.

Механизм первоначального воздействия УЗ терапии является ее механическое и тепловое воздействие на ткани.

При операциях УЗ используется в качестве «ультразвукового скальпеля» для порезов легких и костяных тканей. Ультразвуки используются в отраслях фармацевтики при изготовлении лекарственных препаратов, в качестве эмульсии для раздробления элементов в жидкостях. Лекарственные препараты, изготовленные с помощью УЗ, применяются при лечении заболеваний легких, катара верхних дыхательных путей, бронхиальной астмы.

В настоящее время создан новый метод остеосинтез УЗ для (припайки) соединения поврежденных или трансплантационных тканей. Ультразвуки используются при стерилизации, так как они уничтожают вредные микроорганизмы веществ.

Самое интересное применение УЗ получили слепые. С помощью маленького прибора «Ориентир», создающего УЗ локацию в дистанции 10 м можно определить расположение предметов и определить их характер.

Зная физические свойства материалов, используемых в медицине, и их соответствие физическими свойствами с биологическими системами, их нужно применять в лечебных целях. Используемые в медицине повязки, приборы, электроды, протезы и т.п. работают под воздействием окружающей среды, а также биологической среды.

Для оценивания используемых приборов нужно иметь представление о физических свойствах материалов, из которых они изготовлены. Например, для изготовления протезов (зубов, артерий, клапанов) нужно знать их механические свойства, также предел прочности, выдержку многократным нагрузкам, эластичность, теплопроводимость, электропроводимость и другие свойства.

В ряде случаев нужно знать физические свойства, чтобы оценить жизнеспособность биологических систем или их выдержку на внешние воздействия.

По физическим свойствам изменений биологических объектов можно определить ряд заболеваний.

Физические свойства и характеристики окружающей среды играет основную роль в лечении заболеваний.

Лечебный процесс нужно производить в условиях соответствующих, например, относительной влажности 40 - 60% и другие факторы, как, ИК, УЗ лучей. Живой организм живет только за счет взаимодействия с окружающей средой. Он получает воздействия от температуры среды,

влажности, давления воздуха, а также от изменений характеристик физики. Воздействие внешней среды на организм должен восприниматься не только как фактор воздействия, но и его нужно использовать как методы лечения (климатотерапия и баротерапия). Эти примеры утверждают, что врач должен знать особенности окружающей среды и ее физические характеристики, а также уметь их оценивать.

Методы применения физики в медицине составляют основу физики, охватывающие комплексные разделы физики и биофизики. Решение медицинских проблем рассматриваются с применением физических событий, процессов и характеристик.

Современная медицина основана на применении разнообразных приборов, многие из которых являются приборами физики. Поэтому в курсах «Медицинская техника» рассматриваются строения и принципы работы медицинских приборов и аппаратов, работающих на основе законов физики.

Делая выводы, можно сказать, что интенсивное развитие физики и техники, внедряя законы физики в процессы практической клиники, приложили основу развития физиотерапии с применением импульсивных токов, микроволн, дециметровых и сантиметровых диапазонов, УЗ, ИК, УФ, фонофорезов, антибиотиков, аэрозолей, электрофорезов и других методов, применяемых в лечении.

§ 3.3. Аппаратуры, используемые в хирургии, в хирургических и реанимационных палатах

В настоящее время для оказания высокоэффективной медицинской помощи требуются высококачественные новые ультра технологические оборудования, изготовленные из высококачественных материалов, соответствующих требованиям мировых стандартов и применяемые в хирургических операциях. Например, один из таких хирургических оборудований это операционный стол. Он должен быть с крепким

каркасом, изготовленный из прочной стали, покрытым полиуретанной поверхностью. Должен быть оптимальным для дезинфекционной обработки, а также должен иметь обеспеченное многофункциональное комплексное оборудование для проведения различных видов операции.

В дополнение можно сказать, что аппараты лазерной хирургии, электрохирургические аппараты и другие медицинские оборудования, имеют дорогие цены. По целям использования они делятся на легкие, косметологические и сложные в хирургических вмешательствах мягких тканей, и считаются высокотехнологическим оборудованием. Использование в хирургии таких оборудований имеет большое значение при быстрой коагуляции кровяных артерий, порезов с высокой точностью, обеспечения минимального кровотечения, а также малого повреждения тканей.

Эти процессы в электрохирургии отправляются в электроды через электромагнитные вибрации, с их помощью можно производить порезы тканей или сделать коагуляцию. Электроды для электрохирургии подразделяются на однополюсные и двухполюсные.

В первом случае один выход генераторного аппарата соединяется с электродом, выполняющим электрохирургию, другой электрод – пассивный электрод находится в контакте с телом больного.

Во втором случае два выхода генератора соединяются активным электродом, между ними происходит высокочастотный ток и оказывает хирургическое воздействие. В этом случае два электрода считаются активными, а пассивный электрод не используется (не работает).

Поэтому техника такого класса высоко оценивается в современной медицине и должны быть во всех клиниках. Выполнение всех сложных операций требуют современные оборудования. Так, в операционных должны быть следующие оборудования – операционные столы,

светильники, аппараты для лазерной хирургии, высокочастотные электрохирургические аппараты и т.п.

Такие операционные оборудования обеспечивают максимальные удобства и профессиональные условия для выполнения операций. Современная хирургия по своему уровню принадлежности должна иметь большой ассортимент оборудования, гарантирующий создания условий при проведении операционных процессов максимально просто и технологически насыщено.

Для каждой области хирургии в операционных требуется определенный вид оборудования. Обычно обеспечивается оборудованием по вышеуказанным стандартам. Ниже мы ознакомимся некоторыми видами именно таких оборудования.

Высокочастотный (ВЧ) электрохирургический аппарат «Политом - 2» Аппарат «Политом-2» (рис. 3.1) используется в общей хирургии, операционных помещениях медицинских учреждений в стационарных условиях для произведения монополярных и биполярных коагуляций.

Аппарат обеспечивает максимальную коагуляцию тканей в минимальных термических деструкциях. Аппарат обеспечивает определение гемостаза разных тканей, заполненных кровью, и способствует их удалению.

Термостабилизированные биполярные пинцеты удаляет появление нагара и локализует очаг коагуляции в максимальной степени. Пластиковые пассивные электроды используются при удалении поврежденных ожоговых местностей после применения электродов. Техническая характеристика аппарата приведена в табл. 3.3.1. Электробезопасность и рабочая характеристика аппарата «Политом-2» соответствует международным стандартам.

Таблица 3.3.1.

№	Измерения	Параметры
1	Рабочая частота, кГц	440
2	Выходная мощность, Вт а) резка б) коагуляция в) биполярная коагуляция	220 140 60
3	Масса аппарата, кг	16
4	Габаритные данные, мм	400x300x300



Рис. 3.1. Общий вид ВЧ электрохирургического аппарата «Политом-2»

Высокочастотный электрохирургический аппарат «ФОТЕК Е350». Аппарат «ФОТЕК Е350» (рис. 3.2) предназначен для использования в общей хирургии, гинекологии, эндоскопии и лапароскопии. Техническая характеристика приведена в таблице 3.3.2.

Таблица 3.3.2

№	Измерения	Параметры
1	Максимальная мощность, Вт	350
2	Мера потребления источника, В	180 - 250
3	Частота, Гц	50 - 60
4	Габаритные данные, мм	300x170x330
5	Вес аппарата, кг, кг	4,5

Высокочастотный электрохирургический аппарат «ЭХВЧ-12-МЕДСИ». Аппарат «ЭХВЧ-12-МЕДСИ» (эпилятор) (рис. 3.3) используется только для электроэпиляции по методу термолиза. Эпиляцию можно произвести с помощью стерилизованных волокон и одноразовых стерилизованных игл. Техническая характеристика аппарата приведена в таблице 3.3.3.

Высокочастотный электрохирургический аппарат «ЭХВЧ – 20 - 01». Аппарат «ЭХВЧ – 20 - 01» (рис. 3.4) предназначен для коагуляции биологических тканей по монополярному методу в процессе ВЧ тока. Кроме того, аппарат «ЭХВЧ – 20 - 01» используется как аппарат, с помощью которого производится

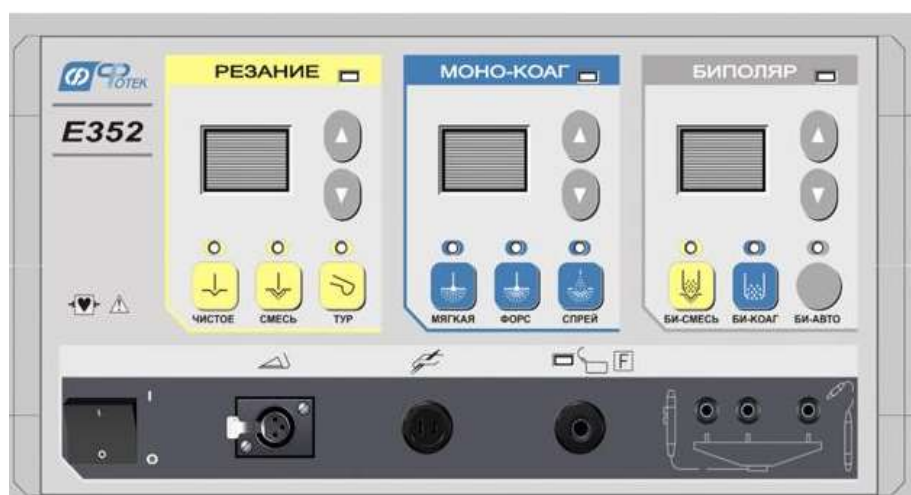


Рис. 3.2. Высокочастотный электрохирургический аппарат «ФОТЕК E350»



Рис. 3.3. Электроэпиляционный аппарат «ЭХВЧ-12-МЕДСИ»

Таблица 3.3.2

№	Измерения	Параметры
1	Максимальная выходная мощность, Вт а) выход в 1 б) выход в 2	3 12
2	Комплект аппарата: а) эпиляционный электродержатель, (шт.) б) 0,8 и 0,1 мм, вольфрамовые электроды, (шт.)	1 2

коагуляция электродов мелких тканей и мелких кровеносных сосудов. Аппарат «ЭХВЧ – 20 - 01» изготовлен на основе полупроводниковых диодов и интегральных схем. По всем техническим параметрам он соответствует требованиям международных стандартов. Аппарат применяется при хирургических операциях, в стоматологических и дерматологических, а также офтальмологических центрах. Техническая характеристика аппарата приведена в таблице 3.3.4.

Таблица 3.3.4.

№	Измерения	Параметры
1	Рабочая частота, МГц	2,64
2	Модуляционная частота, КГц	10
3	Максимальная выходная мощность, Вт а) в непрерывном режиме, минимум б) в импульсивном режиме, минимум	25 10
4	Средняя потребляемая мощность, минимум, Вт	50
5	Габаритные размеры, мм	341x290x142
6	Вес аппарата, кг	5

Высокочастотный электрохирургический аппарат «ФОТЕК ЕА142В». Высокочастотный электрохирургический аппарат «ФОТЕК ЕА142В» (рис 3.5) предназначен для эффективной хирургии паренхиматозных органов и приостановки большого количества кровотечения в капиллярах. В хирургической практике обеспечивает эффективную возможность операций в ограниченных



Рис. 3.4. Высокочастотный электрохирургический аппарат «ЭХВЧ - 20 -01»



Рис. 3.5. Вид поверхности ВЧ электрохирургического аппарата «ФОТЕК EA142B»

полостях, а также при открытых методах операционных процессов (например, в эндоскопии). Техническая характеристика аппарата приведена в таблице 3.3.5.

Таблица 3.3.5.

№	Измерения	Параметры
1	Максимальная мощность, Вт	140
2	Максимальное выходное напряжение, кВ	9
3	Расход объемного газа в данном диапазоне	0,5 - 80
4	Напряжение питания, В	220 - 250
5	Частота, Гц	50
6	Габаритные данные	300x330x170
7	Аппарат массасы, кг	6,5

Лазерный аппарат «АЛОД-01 АГАТ СЕНСОР». Лазерный хирургический аппарат «АЛОД-01 АГАТ СЕНСОР» (рис 3.6) с выпрямляющей лучевой силой, в близком ИК диапазоне отличается от других моделей со своей современной системой, которая управляет лучевыми параметрами.

Аппарат предназначен для интерстициальной гипертермии, коагуляции, пореза тканей, vaporизации, фототермолиза и т.п. Аппарат имеет преимущество в том, что оптический разъем SMA-905 может работать со световыми проводниками, разработанными по мировым стандартам. В период длительной эксплуатации не подлежит сервису и техническому обслуживанию. Работоспособность лазерных приспособлений не менее 5000 часов.



Рис. 3.6. ВЧ лазерный хирургический аппарат «АЛОД-01 АГАТ СЕНСОР»

Аппарат считается малогабаритным и дает возможность упростить рабочий режим полупроводниковых лазерных приспособлений. Световые проводники разных видов вместе с хирургической системой обеспечивает локальность нижеуказанных воздействий, минимальное повреждение тканей, стерильность, эффективность гемофостаза и лимфофостаза, по типу светочувствительности инструментов контактного и без контактного метода воздействия, открытый метод и катетер через эндоскоп,

воздействие троакар и через иглы и т.д. Некоторые данные технической характеристики аппарата приведены в таблице 3.3.6.

Аппарат с лазерной системой «MEDIOLA COMPACT». Аппарат с лазерной системой «MEDIOLA COMPACT» (рис 3.7) считается двух волновым диодно-волоконным хирургической лазерной системой экспертного класса. Аппарат разработан в рамках концепции «Один день хирургии» для решения комплексных проблем используется в многосетевых больницах. Для кратковременных стационарных обслуживаний больных при необходимости, в поликлинических учреждениях и лечебных (частных) клиниках.

Аппарат работает эргономической конструкцией, с высокой отдачей. Процесс работы простой и удобный, работник со специальной подготовкой не требуется. Он применяется в флебологии, проктологии, гинекологии, эстетической хирургии и оториноларингологии. Он расширяет сети медицинского

Таблица 3.3.6.

№	Измерения	Параметры
1	Длина волны лазерного луча, мкм	0,81; 0,97; 1,064
2	Мощность облучения, Вт	0,05 - 5; 0,1 - 10; 0,1 - 15; 05 - 30.
3	Рабочий режим	Беспрерывный, прерывный
4	Длительность лучевого импульса, секунд	0,05÷5
5	Интервал между импульсами лучей, секунд	0,1 - 9,9
6	Напряжение питания, В	220
7	Мощность питания, Вт	80 - 550
8	Маркерный луч: полупроводниковый диод с длиной волны, мкм	0,67
9	Масса аппарата, кг	6

обслуживания, повышает эффективность хирургического воздействия, сокращает время прихода и ухода больных в стационарах, сокращает расход разных лекарственных препаратов и разных материалов, повышает



Рис. 3.7. Общий вид хирургического аппарата «MEDIOLA COMPACT» с лазерной системой

авторитет современных и высокотехнологических клиник и дает возможность привлечения высококвалифицированных работников.

Аппаратуры, используемые в операционных комнатах: Самое первое и необходимое – это операционный стол. Он предназначен для проведения хирургических операций, создания удобства медицинскому работнику во время операции. Эти столы по использованию предназначены для общих хирургических операций, для перевязок, ортопедических, оториноларингологических, стоматологических и других операций. По степени механизации и конструкции приводной и бесприводной, моторной, имеющей автоматическое управление с мотором. По количеству панельных секций и конструкций делятся на односекционные, многосекционные, со стационарными секциями и вынимаемыми по рентген проницаемости материалов панелей – рентген проводимые, не проводимые, стационарные и передвижные и т.д.

Современные операционные столы обеспечиваются удобной возможностью проведения операций, удобного расположения больных, проведения послеоперационных обработок, продолжения лечебных

процессов. Конструкция операционных столов должна быть предназначена для проведения многократных дезинфекционных процессов, они должны выдерживать воздействие дезинфекционных растворов, а также должны быть удобными для проведения рентген обследований.

Операционные столы должны быть удобными и безопасными для клиента и медицинского работника. Степень шума должен быть низким, а сами они должны быть прочными и надежными. Операционный стол состоит из элементов управления как тумба, панели и основа стола. Операционный стол состоит из элементов управления, как: тумба, панели и основа стола. По характеру операций стол может принять любую позицию. В основном стол располагается горизонтально, в основном изменяется его высота. При операциях акушерства-гинекологии и урологии головная часть стола опускается ниже. В нейрохирургических, эндокринологических и других операциях головная часть ставится выше и т.д.

Операционные столы разделяются на следующие виды:

1. Простой универсальный операционный стол имеет простую конструкцию. Высота изменяется с помощью гидропривода, по длине и боковым частям регулировка производится четырьмя секциями и панелью. Это иногда создает проблемы для медработника. Стол приводится в действие с помощью роликов и останавливается тормозными приспособлениями.

2. Механизированный универсальный операционный стол. Панель рентген проходимости состоит из валиков для головы, поясницы, области ноги, почек, они покрыты рентген проводимыми материалами. В тумбе, где расположены элементы гидравлической системы, устанавливается панель управления. Комплект стола состоит из крючков, приспособлений, подставки для головы, ног, рук, ремни захвата и прицепа и т.п.

3. Автоматизированный универсальный операционный стол состоит из некоторых частей, поддерживающих голову, поясницу и вытягивающих элементов для ног. На столе монтированы гидро - и электроавтоматические элементы, они управляются дистанционным пультом. Поддержки, штативы и другие тому подобные хранятся в шкафу. Столы с мониторами, насосами и автоматическими элементами создают шум в операционном зале.

4. Универсальный операционный стол со съемными панелями, управляемый дистанционным пультом. Для шума изоляции операционного зала многие автоматические части, и элементы устанавливаются в отдельных комнатах, и они присоединяются к пульту управления. Многие части конструкции стола: панели, передвижные колёса нужно убрать для того, чтобы они не мешали при работе хирурга и не повредили больному, использовать только при необходимости в процессе работы.

5. Стол для операции детей. По конструкции стола существует облегчающая панель, поддерживающая нормальную температуру в операционной.

6. Оториноларингологическое кресло. Кресло КО - 2 обеспечено электрическими проводниками, предназначено для обследования и проведения мелких операций больных старшего возраста в сидячем и лежащем положениях. Модель кресла КДЛ - 1 с педалью приспособлено к гидроприводам, обслуживает детей с ростом 90 - 140. Кресло имеет освещение до 90° по вертикали.

7. Офтальмологический стол предназначен для лазерных и дополнительных микрохирургических операций. Стол имеет при себе держатель ванночки для инструментов (в виде почек), который меняет расположение в вертикальном положении, установлены ручки-держатели, панель положения, подголовники, опорные подставки для рук хирурга. Параметры стола 2140x590x720 мм, масса 90 кг.

Также используются специальные операционные столы и кресла для оборудования гинекологических залов, ортопедических и стоматологических кабинетов. Кроме того, используются универсальные рентген столы. Для дезинфекции операционных столов используются 3 % перекись водорода и 5 % искусственные моющие средства.

В хирургических и реанимационных палатах используются высокотехнологические аппараты для искусственного кровообращения и дыхания, об этом мы дали полную информацию в главе §2.8.1.

§ 3.4. Структура и принципы работы приборов лечебного воздействия

§ 3.4.1. Лазерные лучи, имеющие лечебные свойства

Лазер – в переводе с английского в аббревиатуре «**L**ight **A**mplification by **E**mission of **R**adiation» означает «Усиление света с помощью принудительного облучения». В квантовых генераторах (усилителях) используется принудительное облучение.

История создания лазера: лазер возник на основе наук квантовой механики и термодинамики. Первый (лазер) генератор, работающий в диапазоне УВЧ, был разработан учеными бывшего советского союза Н. Г. Басовым и А. М. Прохоровым и американским ученым Ч. Таунсом и другими. работа этого прибора основано на принудительном облучении молекул аммиака, эти генераторы называются молекулярными генераторами. Для создания когерентного течения света используется эффект стимулированной квантовой механики. Лазерные лучи могут быть постоянными амплитудными или импульсивными с высокой экстремальной точностью. Во многих конструкциях для получения облучения с другого источника используется рабочий элемент лазера в качестве оптического усилителя. Длина волны усиленного сигнала по фазе и поляризации бывают очень точными, а это считается важным для

оптических соединяющих приспособлений. Впервые в практике использованный лазер был разработан в 1960 году в штате Калифорния Теодором Майманом в лаборатории компании Хьюза (Hughes Aircraft). Майман при создании лазера использовал изумрудную палочку, создающую 694,3 нанометровую (нм) волновую длину. Примерно в то же время иранский физик Али Яван представил газовый лазер, и за это изобретение ему была представлена премия Альберта Эйнштейна.

Содержание:

1. Газовые лазеры: гелий-неоновые лазеры (рис. 3.7), аргонные лазеры. Основной конструктивный элемент гелий-неоновых лазеров является кварцевая газоразрядная трубка обычным диаметром 7 мм, наполненный гелиевой и неоновой смесью под давлением 1 ГПа (Гелий на 10 раз больше чем неон).

2. Молекулярные лазеры: лазер в CO_2 , лазер в CO, лазеры с эксимерными газами, алюмо-иттрийный лазер, титано-сапфирный лазер.

3. Лазеры с внешними лазерами.

4. Свободные электронные лазеры.

5. Лазеры, образующиеся от солнечных лучей.

Применение лазеров основывается на их лучевых особенностях: твердая монохроматичность ($\Delta\lambda \approx 0,01$ нм), большая достаточность силы, тонкость ручки и когерентность.

Лазеры используются при измерении расстояния между Землей и Луной (принимаемая точность около нескольких 10 см). Кроме того, используется в голографии, в открытии путем прожигания мелких отверстий, также в качестве средств связи и в других целях.

Лазер применяется в медицине. Можно показать 2 основные направления.

Первое, лазер основан на удалении биологических тканей, и это дает возможность одновременно проведению коагуляции белка и некоторых

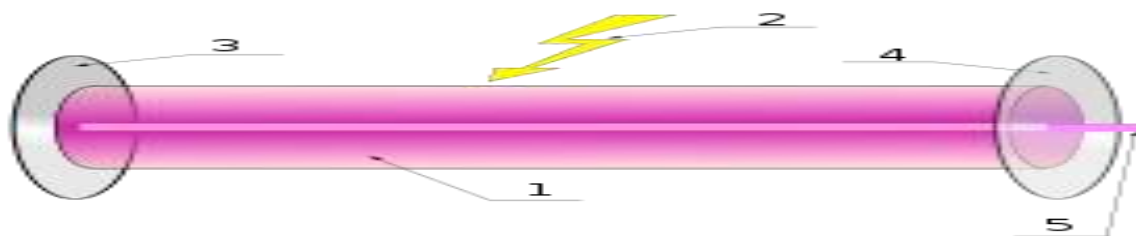


Рис. 3.7. Общий вид гелий-неоновой лазерной трубки с кварцевым газовым разрядом: 1 – рабочая среда, 2 – энергия, производящая лазерный луч, 3 – матовое зеркало, 4 – полупрозрачное зеркало, 5 – лазерный луч.

порезов без крови. Можно привести несколько примеров, как лечение глазной сетчатки без операции. Для этих целей изобретено специальное лазерное устройство – офтальмокоагулятор, в хирургии – световой скальпель, режущий без крови (он стерилизации не подлежит). С помощью лазера при лечении глаукомы производятся «отверстия» размером 50 - 100 мкм; удаление раковых клеток; при лечении зубов удаления дентина.

Второе направление связано с голографией. Например, используя оптику на основе гелий-неонового лазера, произведены гастроскопы, дающие возможность формированию голографического изображения во внутренней полости желудка.

Лазерный аппарат (рис 3.8) действует четырьмя лечебными факторами, в котором наблюдаются естественное аналогичное квантовое воздействие: постоянное магнитное поле, красный спектр импульсивного луча в видимом диапазоне, инфракрасный луч с широким полем, импульсивное инфракрасное облучение. Эти четыре лечебных компонента воздействуют одновременно, при этом они повышают эффективность друг друга. Процесс медико-биологического воздействия лазерных лучей проходит в степени субклеток и самих клеток. Фактором воздействия лазера служит направленное течение луча.

Взаимодействие лазера с тканями происходит в следующем порядке: поглощение луча, пропускание, отражение и распространение.

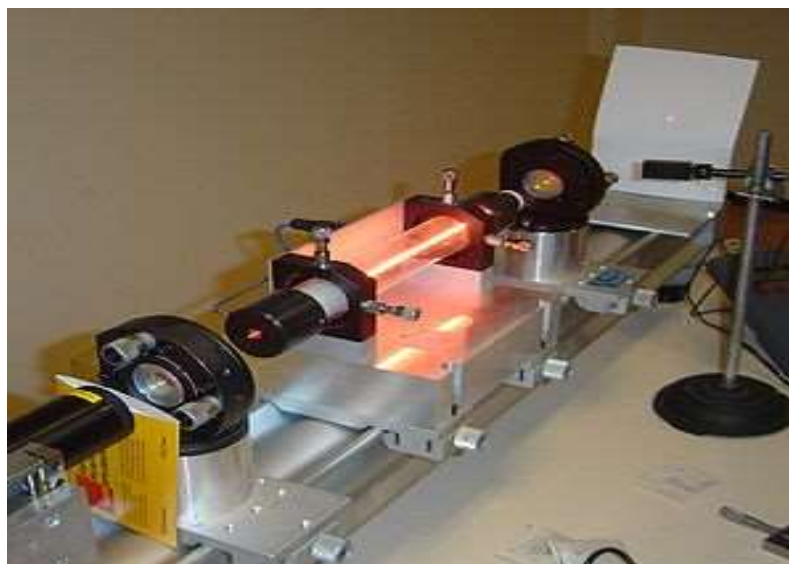


Рис. 3.8. Общий вид лазерной установки.

При поглощении луча атомы и молекулы тканей превращают лазерные лучи в энергию высокой температуры, химическую энергию, акустическую энергию и, повторно, в энергию лазерного луча. При этом особое значение имеет длина волны, пигментация кожи и вид тканей.

Пропускание луча – лазерной энергии проходит через ткани без изменений.

Отражение – возвращенный лазерный луч не воздействует на ткани.

Распространение – индивидуальное, при этом молекулы и атомы, получая лазерные лучи, направляют их в определенном направлении.

Необходимые правила безопасности: даже низкочастотные лазерные лучи могут негативно (отрицательно) подействовать на зрение. Лазерные лучи длиной волны 400 - 700 нм легко проходят через зрачок глаз и фокусируются на несколько минут, и даже могут стать причиной слепоты. Лазерные лучи высокой мощностей могут стать причиной повреждения кожной поверхности. Для предотвращения подобных случаев нужно соблюдать нижеследующие правила:

- Персонал, работающий лазерным аппаратом, должен надеть защитные очки;

- Направление лазера на глаза запрещается;
- Смотреть напрямую на оптический свет запрещается;
- Проводник оптического света всегда должен быть прикрытым;
- Все предметы, возвращающие лучи, нужно вывести из рабочей комнаты;
- В комнате не должны существовать пожароопасные предметы.

Лазерная терапия

В лазерной терапии используются мало интенсивные лазерные лучи. Этот процесс облучения необходим для жизни, то есть они должны совпадать с ферментно - акцепторными спектрами, участвующими в процессе освоения кислорода в тканях. Лазерные лучи увеличивают активность ферментов, участвующих в важных биохимических процессах, приводит к обновлению мембраны клеток. Это считается одним из важных механизмов на основе биостимулирующих воздействий лазерных лучей. Также лазерные лучи активируют процесс саморегуляции клеток при поглощении их во внутреннюю среду организма, жизнедеятельность клеток восстанавливается , т.е. происходит мобилизация собственной силы организма. Низкочастотные лазерные лучи улучшают микроциркуляцию, создают условия для освоения кислорода тканями, а также восстановление их заново.

Нижеследующие воздействия лазерной терапии доказаны с клинической точки зрения, как:

- Противовоспалительного процесса
- Обезболивающее средство
- Антимикробные и антивирусные воздействия
- Улучшение общего и местного иммунитета
- Уменьшение свертывания крови (клеяковины)
- Уменьшение холестерина
- Улучшение обращения крови и лимф

Достоинства лазерной терапии:

• Лечение без медикаментоза, по необходимости увеличивает воздействие лекарственных препаратов и приводит к уменьшению их дозы.

- Не имеет аллергической реакции
- Побочных эффектов нет
- Лечение безболезненное и удобное
- Эффективность лечения сохраняется долгое время
- Восстанавливает возможности резерва организма

Лечебный курс в среднем 8 - 10 дней. По видам заболеваний и начала болезненного процесса у большинства больных 78 - 95% состояние улучшается после 4 - 5 сеансов.

Показания лазерной терапии:

1. Кардиология, ИБС, нарушение сердечного ритма, гипертония, миокардит, кардиосклероз.

2. Пульмонология: острые и хронические бронхиты, бронхиальная астма, пневмония, бронхопневмотические заболевания, пневмосклероз.

3. Гастроэнтерология: язва, гастродуоденит, гепатит, хронический холецистит, панкреатит, колит, дисбактериоз кишечника.

4. Неврология: неврит, радикулит, невралгия, головные боли, мигрень, недостаточность кровяных сосудов головного мозга, дисциркуляторная энцефалопатия.

5. Заболевания опорно-двигательной системы: артроз, артрит, остеохондроз, бурсит, периартрит, грыжа диска позвоночника, переломы, вывихи, повреждения хряща.

6. Урология: цистит, пиелонефрит, простатит, простата аденома.

7. Гинекология: аднексит, сальпингоофорит.

8. Хирургия: инфильтраты, ожоги, трофические язвы, флебиты, варикозное расширение вен, облитерационный эндоартрит, атеросклероз

вен нижних конечностей.

9. Оториноларингология: гайморит, фронтит, острый и хронический ринит, тонзиллит, острый и хронический отит.

10. Дерматология: экзема, псориаз, нейродермит, дерматозы.

11. Эндокринология: гипотиреоз, нарушение обмена жиров, остеопороз.

Противопоказания:

- Опухолевые заболевания
- Заболевания крови: лейкозы, гипопластическая анемия, апластическая анемия, гемолитическая анемия.

- Систематическая красная бегунья

- Активная фаза туберкулеза

В направлении врача должны быть нижеследующие:

- Метод лечения

- Зона воздействия

- Интенсивность лазерного луча

- Дата

- ППМ

- Экспозиция

- Последовательность

- Количество лечебного курса

§ 3.4.2. Электросон

Начиная с 60 - х годов XX века в процессе лечения стали использовать 200 Гц частотные импульсивные токи. В начальной стадии этот метод лечения в разных странах было применено в практике через испытания электроразрядным воздействием на рыб, основные возможности были направлены на производство аппаратов, создающих импульсивный режим.

В импульсивном режиме используется воздействие через различные физические факторы. Так как используется электрический ток, оно нашло свое применение в электротерапии.

В настоящее время воздействие импульсивного тока используется в нижеследующих целях:

- нормализация функционального состояния центральной нервной системы и её воздействия в управлении разных систем организма;
- достигается эффекта обезболивания через воздействие в периферическую нервную систему;
- усиление кровообращения, питания тканей, достижение эффекта противовоспалительного процесса и нормализация функциональности всех органов.

Электросон – это метод лечения, используемое в целях нормализации функционального состояния центральной нервной системы через воздействие на нее и кожу человека электрическим током. То есть, метод воздействия на центральную нервную систему низкочастотными и мало импульсивными силами тока.

Этот метод был предложен в 1948 году Н. М. Левенцевым, В. А. Гиляровым, З. А. Кириловым и Ю. Е. Сегалем. под низкочастотным импульсивным воздействием тока 1 - 150 Гц частотой длительностью 0,4 - 2 мс, распространенное торможение в головном мозге приводит к сонливости и возникает сон. Импульсы тока действуют слабым возбудителем на головной мозг через костяной покров головы (череп). Существуют 2 основные направления воздействия электросна: седативно - транквилизационные и стимулирующие.

Метод электросна приравнивается обычному и физиологическому сну. Исследования последних лет указывают на то, что электросон имеет антиспастическое и антигипоксическое воздействие, чем физиологический сон. Положительно воздействует на психическое эмоциональное

состояние, нормализует функциональные системы организма. Восстанавливает разрушенный гомеостаз, обезболивает, воздействует против зуда, оказывает трофическое воздействие. В результате взаимодействия прямоугольного импульсивного тока на головной мозг возникают функциональные изменения центральной нервной системы (ЦНС), улучшается вегетативность, нервность, эндокринная система, нормализуется артериальное давление.

Показания: Этот метод применяется при лечении невроза астеническом состоянии, бессоннице, эмоциональной неуравновешенности, гипотоническом и гипертоническом нарушении артерий, заболеваний желудка, язвы двенадцатиперстной кишки, парадантоз, парадонтит, лицевые боли, глоссалгия, глоссадиния, а также при лечении травмы лица.

Противопоказания: Опухолевые заболевания, этап декомпенсации, заболевания кожи, индивидуальная непереносимость к току. В медицинской практике используется “Электросон-2”, “Электросон-3”, “Электросон-4”, “Электросон-5” (ЭС-10-5) (рисунок 3.9) и другие аппараты.



Рис. 3.9. Общий вид аппарата “Электросон” ЭС-10-5

Аппарат “Электросон-5” (ЭС-10-5) состоит из следующих частей: 1-клавиш подключения к источнику, 2-клавиш отключения от источника, 3-лампочка предупреждающая о подключении аппарата, 4-

предупредительная красная о неисправности, 5-миллиамперметр, 6-рычаг установки нулевого положения, 7-рычаг установки дополнительной степени образователя, 8-контрольная кнопка проверки дополнительной степени образователя, 9-рычаг управления силы тока, 10-семь клавишей для соединения нужного импульса тока, 11-манжетка с закрепленными манжетками для проведения отдельной процедуры электросна. В практической деятельности больше используются аппараты «Электросон-2» и «Электросон-4». Аппарат «Электросон-3» (рис. 3.10) можно использовать одновременно для четырех пациентов (рис 3.10). При работе прямоугольная форма амплитуды 10 мА, частота 3,5 - 155 Гц, сила тока длительности импульса 0,5 мА и длительность постоянного воздействия 0,5 мА, управление частот производится в трех этапах: 3,5 - 15Гц, 11 - 45Гц и 38 - 150Гц.



Рис. 3.10. Внешний вид аппарата «Электросон - 3»

В передней панели аппарата расположены:

1. Регуляторная ручка ДПС.
2. Частотная ручка «Грубо».
3. Ручка для изменения силы тока.
4. Частотная ручка «Плавный».
5. Миллиамперметр для измерения силы тока (со шкалой 0 - 10 мА).
6. Контрольная кнопка и кнопка замены.
7. Ручка, приравнивающая миллиамперметр к нулю.

8. Кнопка включения ДПС.

9. Кнопка отсоединения от тока, сбоку имеются выемки для проводимых ток проводов. С двух сторон аппарата расположены сигнальные лампочки (с левой стороны зеленый, с правой стороны красный свет).

10. Ручка для переключения каналов.

Подготовка аппарата к работе.

1. Напряжение аппарата устанавливается на 127 или 220 Вт.

2. Перед подключением к источнику кнопка включения должна быть в позиции «Выкл.».

3. Частота импульса подбирается по состоянию процедуры «Грубо» и «Плавный».

4. Проверить исправность аппарата: включить кнопку «Вкл.», при этом загорается зеленый свет, подождать 2 - 3 минуты, затем ручка силы тока закручивается влево до конца.

5. При необходимости к импульсному току подсоединяется ДПС, его можно изменить до 0 - 0,5 мА. Для этого нажимается кнопка ДПС, и её данные управляются рычагом ДПС.

6. Подготавливаются электроды и соединяются к аппарату.

7. Ручка силы тока постепенно по часовой стрелке ставится в нужное положение.

8. Устанавливается время процедуры.

9. По окончании процедуры ручка силы тока закручивается обратно (т.е. уменьшается до нуля).

10. Нажимается кнопка «Выкл.» и аппарат выключается.

11. Провода снимаются с аппарата.

Правила проведения процедуры. Электросон: процедура проводится в затененной комнате, обеспечив покой, в состоянии сонливости (рис 3.11).



Рис. 3.11. Процесс проведения процедуры электросна

Электросон нужно принять в специальном кабинете, обеспеченным свежим чистым воздухом, а также обеспечить покой и подготовить к приему искусственного сна. Кушетка должна быть покрыта чистой простыней. Перед процедурой врач и медсестра должны побеседовать с больным. Объясняют эффекты процедуры электросна. Больной должен быть в лежачем положении. Во время процедуры положение больного должно оставаться без изменения, он не должен поворачивать головой. Ватный тампон размером 1,5 см намочить водой и поставить в металлическую чашку электродов. Затем электроды (+) и (-) прикладывают на закрытые глаза и фиксируются с помощью резиновых присосок. Затем соединяются к аппарату. Ориентируются чувствительностью больного. Для вызывания сна подбирается частота индивидуальной силы тока. Больной чувствует «как будто бы ходят мурашки на веках глаз; в области глаз чувствуется вибрация и слабые толчки. Затем на веках появляются боли, слабое головокружение и появляется сон, уменьшается дыхание и углубляется, пульс замедляется. После процедуры больной просыпается, электроды снимаются. Больному запрещается смотреть на свет. Влажные тампоны снимаются с электродов, металлические чашки протираются спиртом.

Дозировка: интенсивность аппарата «Электросон-2» и «Электросон-4» проявляется при процедуре от 3 - 5 до 10 - 15 мА. Первая процедура 15 - 20 минут, следующие 30 - 60 минут можно проводить каждый день. Длительность курса может продолжаться до 10 - 15 процедур, а потом до 20 - 70 раз.

§ 3.4.3. Гальванизация

Гальванизация – это метод лечения на основе воздействия на органы и ткани с помощью контакта тока по проводниковым электродам низкого постоянного тока под напряжением (до 60 В) и малой силы тока до 30 мА.

Проникновение постоянного тока в ткани определяется свойствами электропроводимости. Он не проникает в кожу, жировые ткани, суставы, но хорошо проникает в ткани, которые имеют высокую проводимость тока (кровь, лимфа узлы, межклеточная жидкость, мускулы и другие).

Под воздействием постоянного тока в организме происходит реакция, в результате которого меняется функциональное состояние нервной системы, меняется крово- и лимфообращение, происходит трофический обмен веществ, улучшается процесс регенерации и процесс резорбции, увеличивается иммунологическая реактивность организма.

Основное биологическое воздействие гальванизации: Действие постоянного тока на организм проникает сквозь ткани и приводит к физико -химическим изменениям. Сложная микроструктура ионов в составе тканей, приводит к нервному распределению тока. Ток распределяется на организм по кровяным сосудам, лимфа узлам, нервным стволам и мышцам. Так как кожа имеет барьер высокой сопротивляемости, при гальванизации большая часть напряжения направляется на кожу и происходит прием электрической энергии. Поэтому происходит

воздействие рецепторов, ткани гиперемиируются, опухают, меняется водно-электролитный баланс тканей.

Возникновение физико - химических изменений в биологических тканях проявляется в первом этапе гальванизации. Соотношение ионов зависит от их количества и качества. При воздействии постоянного тока катионы направляются к катодам, анионы к анодам. Скорость действия ионов разнообразна. Это зависит от физико-химических свойств (заряд, радиус, гидратация). Межклеточные перегородки в пути электрического тока сопротивляются действию ионов. Кислотно-щелочной баланс меняется, в результате H^+ катод и OH^- ион располагается в тканях, меняется pH, воздействует на ферментативное и биокаллоидное состояние.

Побочные действия гальванизации: после воздействия электродов ионы теряют электрический заряд и превращаются в нейтральные атомы, имеют свойства входа в химическую реакцию, возникает процесс электролиза. В результате поверхность кожи повреждается от воздействий. Под воздействием постоянной гальванизации возникают нервные рецепторы, местные реакции и изменения общего характера.

Показания:

1. Уменьшение болевого синдрома или её нейтрализации (невралгия, неврит, нейромиозит, глоссалгия).
2. Усиливает тормозной процесс (при нарушении сна, болезнях желудка, гипертонических заболеваниях).
3. Стимуляция процессов регенерации нервных стволов (плексит, травматический инфекционный неврит).
4. Воздействие на ЦНС (невроз, органические болезни центральной нервной системы).
5. Прогрессирующая мышечная дистрофия, слабый паралич, спондилез, тетания.
6. Начальная стадия атеросклероза.

7. Перелом костей, остеомиелит.
8. Хроническое воспаление органов и тканей.
9. Кожные заболевания.
10. Заболевания половых органов.

Противопоказания:

- Разрушение целостности кожи
- При отсутствии болевых ощущений
- Не выдержка индивидуального тока
- При подозрении на выявлении опухолей
- Острое воспаление и гнойный процесс
- Заболевания кровяной системы
- Четко выраженный атеросклероз
- Сердечная недостаточность
- Кахексия
- Беременность
- Эпилепсия

Строение аппарата: АГН - 1, АГН - 2, ГР - 2 (для гальванизации полости рта), портативный АН - 32, АГН - 33, АГВК - 1, Поток - 1. Эти аппараты работают под электрическим напряжением трансформатора от 220 или 127 до 30 - 60.

Аппарат «Поток - 1» предназначен для одного больного. Электробезопасность II класса, поэтому не требует заземления. В комплекте аппарата имеются пластические электроды разных форм и размеров (для больных с гинекологическими, стоматологическими и офтальмологическими заболеваниями).

В панели аппарата расположены: миллиамперметр, указывающий силу тока (шкала силы тока до 0 - 50 мА), ручка для потенциометра, управляющая силой тока, ручка переключатель, выключатель, два клемма «+» и «-», приставка и другие.

Подготовка аппарата к работе:

1. Определение напряжения трансформатора аппарата.
2. Нажатие кнопки.
3. Управляющая ручка крутится 2 раза против часовой стрелки.
4. Вилка втыкается в электрическую розетку.
5. Нажать на пружинную кнопку.
6. Вилку, соединяющую к однополюсному току, подсоединить на электродный проводник.
7. В конце проводника соединяется электрод. Пассивный электрод соединяется на ручку с помощью резинового бинта, активный электрод по инструкции.

При подключении аппарата к току загорается сигнальный свет, аппарат должен стоять включенным несколько минут. Управляющая ручка крутится по часовой стрелке.

Методы лечения:

1. Общая гальванизация по способу С. Б. Вермела выполняется следующим образом: Электрическое поле 200 см^2 располагается в области между двумя лопатами, два электрода, каждые по 150 см^2 устанавливаются на заднюю часть. Сила тока 30 мА, продолжительность 15 - 20 минут, каждый день или через день от 12 до 20 процедур.

2. По способу А. Е. Щербака гальванизация в области шеи (воротника) проводится следующим образом: Электрическое поле $600 - 800 \text{ см}^2$ ставится в области воротника в верхней части руки, второй электрод с полем $300 - 400 \text{ см}^2$ в форме прямоугольника располагается в области поясницы, копчика. При процедуре используется ток силой 15 - 20 мА, длительностью воздействия 10 - 25 минут, можно проводить каждый день или через день. 1 курс лечения 15 - 20 процедур.

3. Гальванизация по способу А. Е. Щербака, проводимая в области поясницы-копчика, производится следующим образом: Электрод с полем

400 см² ставится на область копчика и соединяется с «+» клеммой аппарата. Второй электрод с полем 200 см² кладется на верхнюю часть ног (ляжки) и к нему присоединяется « - » клемма аппарата. Для этого используется сила тока 15 мА с длительностью воздействия 10 - 30 минут, 1 курс лечения 20 процедур.

4. Гальванизация позвоночника: Электрод с полем 150 см², один накладывается на нижнюю часть шеи, а второй на поясницу, копчик. Сила тока 10 - 15 мА, продолжительность 15 - 20 минут, каждый день или через день. Лечебный курс 15 - 20 процедур.

5. Гальванизация с поперечными электродами: Электродное поле ставится на поверхность тела противоположно к зоне воздействия. Сила тока 0,03 - 0,1 мА/м², длительность 20 - 40 минут, каждый день или через день. Курс лечения 12 - 15 процедур.

6. Гальванизация области лица: Электроды ставится на половину области лица на мышцы тройничного нерва. «+» клемма аппарата соединяется со вторым электродом против поверхности первого электрода в области « - » клеммы. Сила тока 2 мА, длительность 10 - 20 минут, каждый день или через день. Курс лечения 15 - 20 процедур.

Гальванизация слизистой оболочки носа: В канал носа ставится влажный ватный тампон. На свободный конец турунды соединяется металлический электрод размером 1 - 2 см с однополюсным аппаратом, второй электрод с полем 80 - 10 см² в области нижней части носа соединяется с другим полюсом. Сила тока 0,5 - 3 мА, длительность 10 - 20 минут, каждый день или через день. Курс лечения 15 - 20 процедур.

§ 3.4.4. Индуктотермия

Эффект тепла в тканях организма можно получить не только с помощью высоко частотных электрических токов (диаметрия) или полем (УВЧ терапией), но и через воздействие высокочастотного магнитного

поля за счет процесса электромагнитной индукции. Подобный метод называется индуктотермией. В методе индуктотермии магнитное поле создается с помощью высокочастотного тока, который проходит через индуктор.

При воздействии на ткани организма переменным магнитным полем у них появляется сила, образующая индукцию электрического тока. В результате этих токов образуется тепловой эффект, который стал основой создания метода индуктотермии. Исходя из всего этого, можно сделать вывод.

Индуктотермия – это метод лечения путем воздействия на определенную область тела высокочастотным (40,68 МГц) магнитным полем. В индуктотермии можно образовать ток, создающий теплоту в тканях в глубине 6 - 8 см магнитного поля. Этот метод более надежный, чем другие высокочастотные терапевтические методы. При воздействии этого поля в тканях 6 - 8 см глубины создается индуцированный ток. Сила этого тока пропорциональна электрическому сопротивлению ткани, появлению распространенного тока в тканях возникает с процессом появления тепла.

Воздействие высокочастотным магнитным полем. УВЧ терапия производится аппаратами, работающими с помощью резонансного индуктора с диаметром 60 мм (такие аппараты, как «УВЧ - 30» (рис. 3.12), «УВЧ - 62», «УВЧ -66» (рис. 3.13), «Урдатерм», ИКВ - 4 (рис. 3.14)). Индуктор устанавливается в зоне воздействия в расстоянии 0,5 - 1 см. длительность силы воздействия чувствительности низкого тепла 10 минут.

Кроме того, для индуктотермии используются аппараты ДКВ - 2, ИКВ - 4, их частота 13,56 МГц, длина 22,12 м. ДКВ - 2 используется для стационарного лечения.

Последовательность подготовки аппарата ДКВ - 2 к работе:

1. Проверяется правильность соединения аппарата.



Рис. 3.12. Общий вид аппарата «УВЧ-30» с установленным резонансным редуктором.

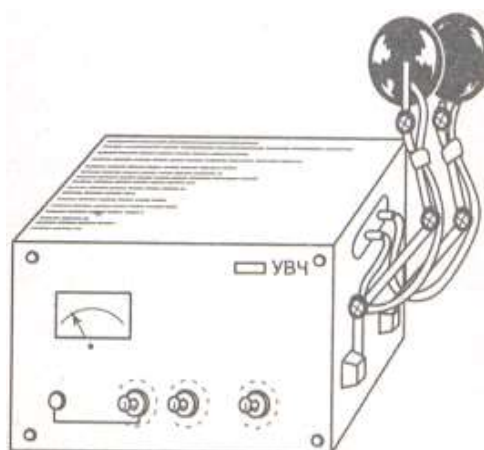


Рис. 3.13. Общий вид аппарата «УВЧ-66»



Рис. 3.14. Общий вид аппарата «ИКВ-4» с установленным резонансным индуктором

2. Электрод устанавливается в расстоянии 1 - 2 см к телу больного.
3. Переключатель вольтметра ставится в положение «Контроль напряжения».
4. Ручка регулятора напряжения передвигается вправо до красной линии.
5. Через 3 - 5 минут загорается сигнальный свет. Это означает, что аппарат к работе готов.
6. Переключатель вольтметра ставим в положении «Включено», при этом загорается красный свет.
7. Наблюдая за состоянием больного ручку регулятора, крутим по часовой стрелке.
8. По окончании процедуры ручку регулятора ставим в исходное положение. При этом красный свет гаснет. Затем ручку тумблерного регулятора и компенсатора ставим в положении «включено».

Метод проведения процедуры: Процедура должна проходить в удобном положении для больного без металлических держателей. Зона процедуры освобождается от одежды. Индукторный диск устанавливается на одежду больного. Расстояние между одеждой и катушкой должно составлять 1 - 1,5 см.

Включение аппарата для процедуры начинается с установлением индуктора на тело больного.

Дозирование: Дозирование процедуры зависит от силы тока интенсивности тепла, бывают низкие, средние и высокие тепловые дозы.

Низкая доза – 140 - 180 мА

Средняя доза – 180 - 200 мА

Высокая доза – 240 - 300 мА

Длительность лечения 15 - 20 минут. Каждый день или через день, курс лечения 8 - 12 процедур.

Физиологическое и лечебное действие: Физиологическое действие из выявления тепловой эффективности. Процесс создания тепла является важным для тканей с высокой сравнительной электропроводимостью (кровь, лимфы, ткани паренхиматозных тканей) и в редких случаях. Температура тканей расположенных глубоко подкожной клетчатки поднимается до 3 - 4° С, в результате которого капилляры расширяются, происходит циркуляция лимф, обмен ферментов, усиливается регенерация тканей. Кроме того, воздействуя на слой покрытия верхней части почек, стимулирует глюкокортикоиды. В результате усиливается чувствительность к воспалению. Иммунитет организма укрепляется, активизируются фагоциты, и убивает бактерии. Индуктотермия оказывает антиспазматическое воздействие на кишечники, бронхи, почки, артерии, сфинктеры желчного пузыря.

Показания:

- Острые и хронические заболевания опорно-двигательной системы.
- Воспалительные заболевания половых органов, простата, мочевого пузыря и другие.
- Хроническое воспаление пищеварения, дыхательных путей, ЛОР органов.
- Острый и хронический неврит, дистрофический артрит, артроз, возникший в результате нарушения обмена веществ.

Противопоказания:

Нарушение чувствительности боли и температуры, сирингомиелия, острое гнойные заболевания, склонность к кровотечению, злокачественные опухоли, туберкулез, сердечнососудистая недостаточность, инфаркт миокарда.

§ 3.4.5. Диадинамический ток

По современным данным в черепе головного мозга существуют более 14 миллиардов нервных клеток и 100 тысяч миллиардов

межклеточных связей, именно они определяют умственное и духовное содержание человека. Головной мозг состоит из очень большого количества нейронных цепей, имеет силу до 25 Вт. Своей силой он за один час сжигает 6,2 грамм глюкозы, 3 метра кислорода и сохраняет 1 триллиард бит информации. А современные компьютеры сохраняют лишь 80-100 млн. бит информации. В настоящее время мы имеем достаточные знания об изменениях в процессах человеческой памяти, болевых ситуациях, ситуациях волнения, радостях и т.д. эти знания помогают нам глубоко понять биохимические и биофизические процессы, происходящие в нервных заболеваниях [1].

За последние годы в неврологии возникли многие новшества, появились новые методы исследований. Представлено к применению в клиниках для проведения электроэнцефалографии, реоэнцефалографии, электромиографии, эхоэнцефалографии, сканирования головного мозга. Все это положило основу знаниям о физических процессах, происходящих в тканях под воздействием тока и электромагнитного поля. Нам известно, что все клетки имеют молекулы, каждая из которых содержит зарядную систему. Поэтому состояние веществ зависит от электрического тока и электрического магнитного поля, который проходит через их самих. Электрические свойства биологических веществ сложнее, чем свойства не живых объектов, так как организм есть комплекс изменяющихся ионов концентрации в пространстве.

Первостепенный механизм воздействия тока и электромагнитных полей на организм является физическим механизмом, поэтому в этой теме мы рассмотрим один из методов лечения – применения воздействия динамического тока. Воздействие переменного тока на организм непосредственно зависит от его частоты. Переменный ток, как и постоянный ток в частотах низкого звука и УЗ, оказывают возбуждательное воздействие на биологические ткани. Причиной этому является

передвижение ионов растворов электролита, их разделение, изменение концентраций в клеточных и межклеточных состояниях. Сдвиг тканей зависит от формы импульсного тока, длительного импульса и его амплитуды [2].

Особенности физиологического воздействия электрического тока зависит от форм импульсов и поэтому в возбудительных целях в медицине используются разные токи в зависимости от времени при лечении нервной системы, (электросон, электронаркоз), нервно - импульсной системы, сердечнососудистой системы (кардиостимуляторы, дефибрилляторы) и другие.

Лечебные аппараты с диадинамическим током СНИМ – 1, МОДЕЛ – 717, ДТ-50 – 4, «Тонус - 2М» ОН 0968720 - 77 предназначены для терапии болезненных ситуаций и разнообразных нервно - мышечных заболеваний [3]. Нижеследующие болезненные нервные заболевания лечатся динамическим током.

Радикулит – инфекционно - аллергический воспалительный процесс корневых отростков позвоночного мозга.

Мышечные боли (эталгия) – сжатие мышц, воспаление или их ишемия. Сильные боли в поврежденных мышцах.

Остеохондроз поясничного позвонка – остеофиты в выходных нервных корнях, то есть в результате сбоя кольцевых солей вызывает боли. Аппарат предназначен для применения дома, в поликлиниках, больницах, профилактика лечебных учреждениях, санаториях и физиотерапевтических кабинетах.

Аппарат «Тонус - 2М» можно применять в следующих условиях: температура воздуха от +10°C до 35°C, относительная влажность 65±15%, атмосферное давление 750±30 мм ртутной столбы электро напряжение 220В ± 10%, частота тока 50 Гц.

Технические данные: аппарат «Тонус - 2М» предназначен для обслуживания одного пациента. Аппарат обеспечивает семь видов динамического тока. Эти виды тока изображены в виде графиков в рисунках 3.15 - 3.21.

Наибольшее значение постоянной составляющей выходного тока вида ДН (Двухполупериодный непрерывный) при нормальных условиях и номинальной нагрузке $500 \text{ Ом} + 5\%$ равно $50 \text{ мА} + 10\%$. Защитное устройства аппарата замыкает накоротко выход аппарата при токе вида ДВ (Двухполупериодный волновой) не более чем на 15 мА . Блокировочное устройства аппарата исключает подачи выходного тока при включении аппарата с помощью сетевого выключателя в сеть при ненулевом положении регулятора выходного тока.

При нулевом положении регулятора выходного тока, если аппарат с помощью ключа соединить к источнику, то устройство блокировки останавливает подачу выходного тока. Аппарат допускает непрерывную работу в течении 5 часов . Вероятность безотказной работы аппарата должно быть не менее 0,8 в течении 500 часов условно – непрерывной работы . Средний срок службы аппарата до списания должен быть не менее 4 лет. Мощность , потребляемая аппаратом от сети , не превышает 40 ВА . Масса аппарата без комплекта и сумки не превышает 5 кг . Габаритные размеры аппарата ($315 \times 300 \times 110$)мм.

Строение аппарата и принцип её работы

Аппарат предназначен для транспортировки, его корпус изготовлен из прочного противоударного полистирола, он состоит из крышки, закрепленной четырьмя винтами и основы, винты закручиваются и откручиваются со стороны основы. Для удобства транспортировки есть ручка, вмонтированная к корпусу. У ручки есть специальная коробочка, закрываемая крышечкой. Отсюда выходят два шнура: кабель, который соединяется к источнику тока, при завершении работы кабели складывают

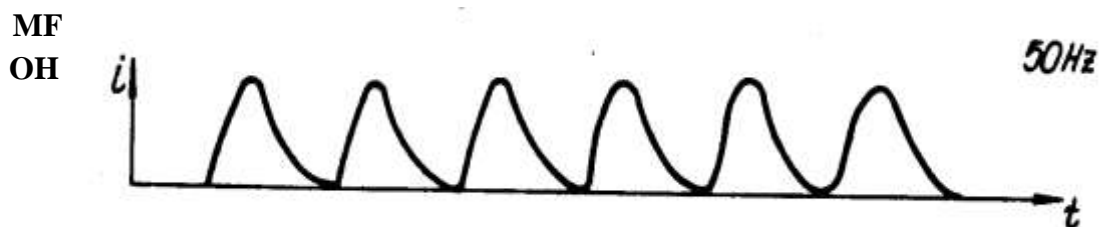


Рис. 3.15. Неразрывный однополупериодный непрерывный (ОН) импульс тока с частотой 50 Гц в форме синусоидального разреза

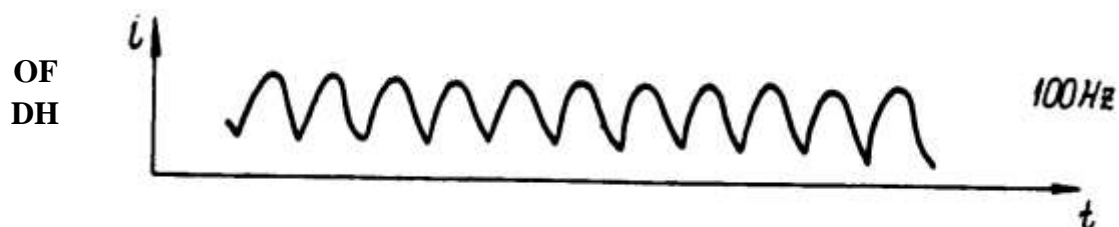


Рис. 3.16. Постоянный двухполупериодный непрерывный (ДН) импульс тока с частотой 100 Гц в форме синусоидального экспоненциального разреза

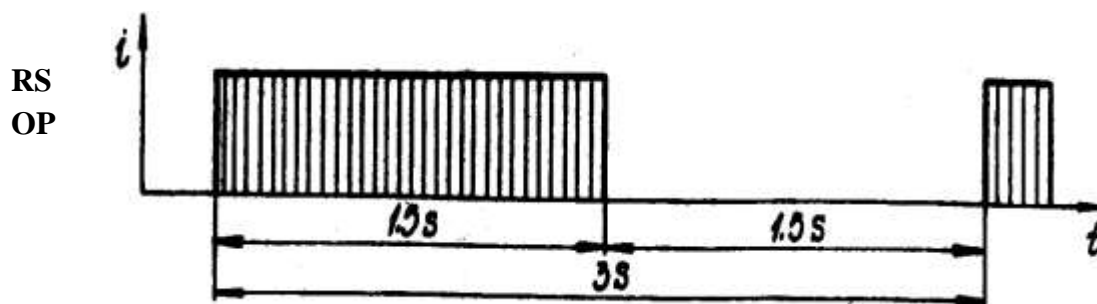


Рис. 3.17. Однополупериодный ритмический (ОР) серия импульсного тока в виде ОН

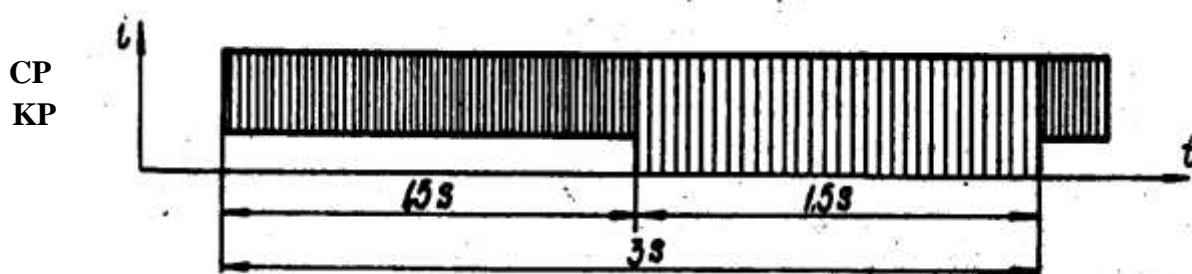


Рис. 3.18. Замена серии импульса тока в виде ОН короткопериодного (КП) на серию импульса тока в виде ДН

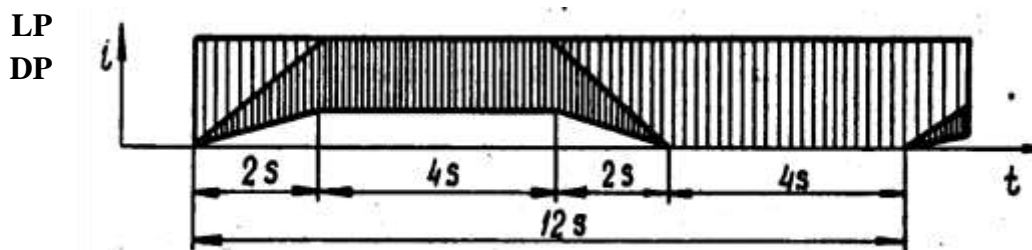


Рис. 3.19. Длинный период (ДП), замена долговременной серии импульса тока в виде ОН и заполнение импульса тока в виде ДН становится гибким, повышается от нуля тока в виде ОН, сохраняет на некоторое время эту цифру и снижается до нуля

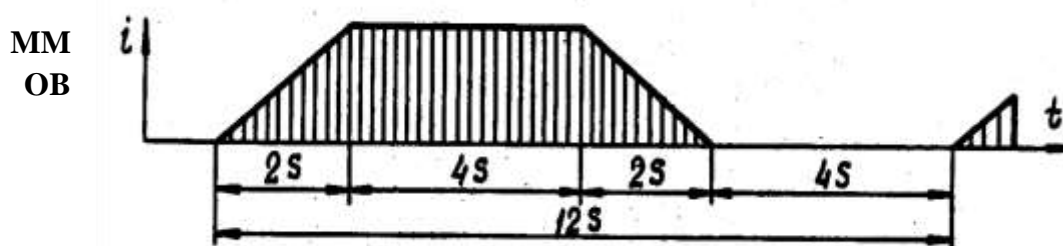


Рис. 3.20. Серия импульсов в виде ОН - однополупериодной волновой (ОВ) тока повышается от нуля до максимальной степени, задерживает эти данные определенное время, а потом опять снижается до нуля

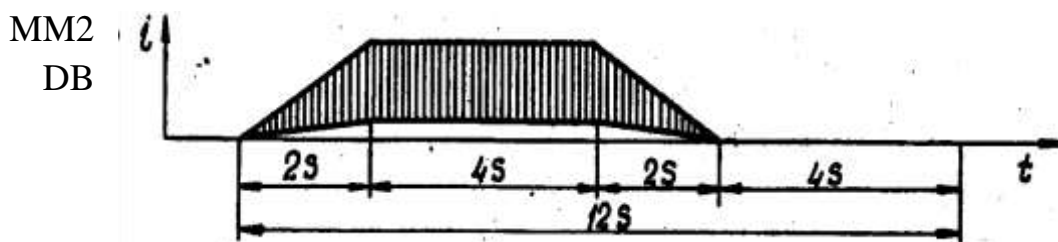


Рис. 3.21. Серия импульса в виде ОН двух полупериодных волновых (DB) токов, бывает гибким и поднимается от нуля до максимальной степени, задерживает эти данные, затем обратно снижается до нуля

в эту коробочку. В коробочке также установлен предохранитель, который управляет током. Защита устройства контролируется через эту цепь. Гнездо и предохранитель закрывается крышкой.

В панели аппарата расположены следующие (рис. 3.22) : 1 - аварийный индикатор; 2 - зеленый индикатор, показывающий соединение аппарата к току; 3 -ручка регулятора выходного тока, она служит для равномерного изменения в цепи у больного, над ручкой указан «◀» знак и снизу надпись «ток клиента»; 4 -закручивающийся переключатель тока с надписью «выкл.» и «вкл.»; 5 -переключатели видов изменения тока, над которыми надписи ДН, ОН, ОР, КП, ДП, ОВ, ДВ; 6-переключатель для изменения направления выходного тока или полярности тока, над переключателем знаки «+» и «-»; 7 - миллиамперметр для измерения тока в цепи у пациента.

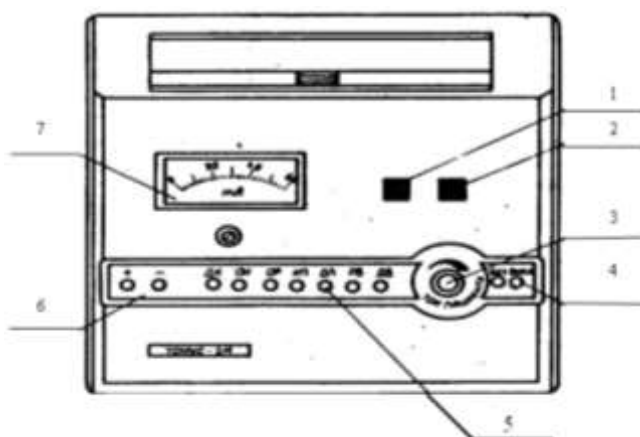


Рис. 3.22. Передний план аппарата «Тонус-2»

В целях использования вышеуказанных разночастотных модулированных на короткие и длинные периоды в медицине именуется **диадинамотерапией**. Из-за изменения этих токов можно достичь диапазона широкого воздействия, и уменьшается примыкание к ним тканей. С помощью аппаратов диадинамотерапии образуются 7 видов воздействий тока, которые объясняются нижеследующим:

1. Нерывный (постоянный) полутора периодный импульс тока (ОН) с частотой 50 Гц, в форме синусоидального разреза, имеет возбуждающие и воздействующие свойства. Используется при

электростимуляции мускулов, больной чувствует «сильную» вибрацию под электродом.

2. Постоянный двух с половиной периодный (ДН) импульс тока с частотой 100 Гц в форме синусоидального экспоненциального разреза, при его воздействии увеличивается проходимость тока кожи, создает эффект обезболивания. В результате сокращения фибриллов мускул больной чувствует легкую вибрацию. Применяется при избавлении синдрома боли и предотвращения спазм.

3. Полутора периодная ритмическая серия (ОР) импульсного тока в виде ОН, изменение в каждой минуте «короткого этапа» - 1 и 2 половина этапного токов. Больной чувствует ритмическое сокращение мускулов (своего рода массаж). Ток расширяет кровяные сосуды, улучшает периферическое обращение крови, усиливает обмен веществ.

4. «Короткий период» (КП) серия импульсов тока в виде ОН меняется серией импульсов тока в виде (ДН) «Длинный период» меняется через несколько секунд (1 период длится от 12 до 16 секунд). Этот ток, кроме обезболивания, стимулирует периневральные опухоли, инфильтраты, кровотечение, трофические процессы.

5. Длинный период – изменение серии импульсов тока в виде ОН и заполнение серии импульсов тока в виде ДН является гибким, увеличивается от поля до амплитуды тока в виде ОН, задерживая этот показатель, обратно спадает к нулю (время и пауза воздействия 1 сек). Оно вызывает сильное сокращение мускулов, поэтому применяется при стимулировании мускулов.

6. Полутора периодная волнистая (ОВ) серия импульсов тока в виде ОН бывает гибкой, поднимается от поля до максимальной точки, удерживает результат определенного времени и, обратно, возвращается к полю. Амплитуда больных волнистых напряжений этих токов имеет

слабое воздействие в период уменьшения, и легко воспринимается со стороны больного.

7. Серия импульсов тока в виде ДН с двух половиной периодами волн являются гибкими, поднимаются от нуля до максимальной степени, задерживает это положение определенное время и снижается до нуля. Нежно воздействует по сравнению однопериодным волновым током. Поэтому его рекомендуют при ярко выраженном болевом синдроме.

Показания: При повреждении периферических нервов, болезненные синдромы при нарушении кровообращения, при повреждении позвоночника и дегенеративном дистрофическом повреждении суставов, вегетативных нарушениях нейро - артерий, трофических нарушениях, опухоли, шрамы и контрактуры мускул.

Противопоказания: Нарушения целостности кожи, широко распространенные дерматиты, индивидуальная не выдержка тока, состояние после рентгенотерапии (не более двух недель).

Относительное противопоказание:

- заболевания
- преклонность к кровотечению
- вторая половина беременности.

§ 3.4.6. Дарсонвализация

Дарсонвализация – метод, при котором с лечебной целью на ткани больного воздействуют импульсным, быстро затухающим током высокой частоты (110 кГц), высокого напряжения (20 кВ), малой силы (0,02 мА). Длительность импульсов 100 мкс. Постепенно через определенную паузу можно продолжить до 100 раз и даже больше.

Впервые в 1891 году Сербский ученый Николай Тесла с помощью трансформатора, который сам изобрел, создал высокочастотный и переменный ток с высоким напряжением. В 1892 году французский физик

и физиолог, основатель электрофизиотерапии Ж.А. де Арсонваль предложил применение этих токов в целях лечения. Этот метод лечения назвали дарсонвализацией. Однако этот термин объединил два отдельных самостоятельных методов – местные и общие дарсонвализации.

При воздействии высокочастотным импульсным током в структуре ионов происходят своеобразные ритмические изменения, возникает поэтапная ориентация дипольных молекул тканей и другие начальные процессы, изменяющие их физико-химические составы.

Под воздействием этого физического фактора улучшается кровообращение в некоторых местах, нормализуется вегетативная иннервация, уменьшается чувствительность периферических нервных рецепторов, наблюдаются бактерицидные воздействия, увеличивается работоспособность мускулов, стимулируется обмен тканей, ускоряется процесс регенерации и эпителизации, возвращаются остатки очага простуды и т.д.

Метод дарсонвализации широко применяется через непосредственное воздействие током на тело пациента вакуумными стеклянными электродами (рис 3.23). Ответная реакция на воздействие выявляется в зоне действия и имеет общий характер.

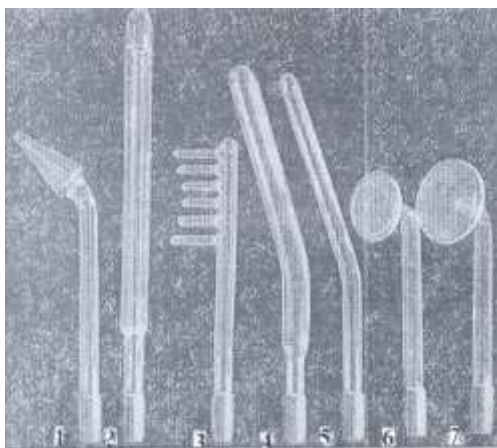


Рис. 3.23. Электроды для дарсонвализации: 1-угловая, 2-вагинальная, 3-расческообразная (гребневая), 4-большой ректальный, 5-маленький ректальный, 6-малый грибообразный, 7-большой грибообразный.

Местная дарсонвализация проводится с помощью различных вакуумно-электродных аппаратов «Искра - 1», «Искра - 2» (рис.3.24). Самым высококачественным источником дарсонвализации является аппарат «Искра - 1». Он работает при частоте 110 кГц, длительность импульса 110 мкс. Аппарат является портативным и имеет действующую ручку. При работе она выполняет функцию опоры для аппарата.

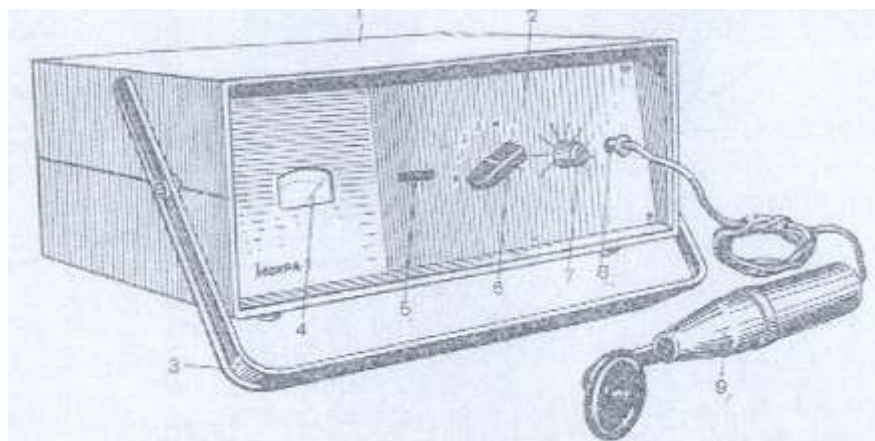


Рис. 3.24. Общий вид аппарата «Искра-1»: 1-корпус аппарата, 2-поверхность панели, 3-ручка аппарата для транспортировки, 4-индикатор источника напряжения, 5-лампочка, обозначающая подключение к источнику напряжения, 6-ручка переключателя источника напряжения, 7-ручка управления мощностью, 8-розетка прибора для подсоединения резонатора, 9-резонатор.

Физиологическое воздействие: в основе дарсонвального механизма находится рефлекторное изменение. При местном воздействии на тело и слизистой оболочки чувствуются колики и чувства жжения. А также рефлекторно воздействуя на органы и системы, отражаются их реакцией.

Возникают нижеследующие вазомоторные реакции: расширяются артериолы и капилляры, венозно – артериальный тонус снижается, в результате улучшается артериально – венозное кровообращение. Усиление циркуляции стимулирует функцию элементарной ретикулоэндотелиальной

системы. Местная дарсонвализация уменьшает чувствительность нервных конечностей и обезболивает, а также воздействует против зуда (чесотки).

Показания: сердечный невроз, начальная стадия заболевания Рейна, варикозное расширение вен, гипертония, климактерические изменения, сухая экзема, зуд (чесотка) кожи, невралгия, выпадение волос, геморрой, пародонтоз, хронический гингивит, вазомоторный ринит, неврит слуховых нервов.

Противопоказания: не переносить ток, злокачественные опухоли, склонность к кровотечению, инфаркт миокарда, активный туберкулез легких, истерия.

Метод проведения процедуры дарсонвализации: процедуру можно проводить в положении лежа или стоя. При ректальной и вагинальной процедурах электроды смазываются стерильным вазелином. Использование лабильного метода воздействует на луковицы корней волос. Перед применением электроды дезинфицируются спиртом. Дарсонвализацию нужно начать после регуляции аппарата. Затем электроды накладываются на тело, подключается аппарат и начинается процедура. Электрод передвигается легким движением. В результате между электродом и поверхностью тела возникает искра, она проявляется с появлением чувства жжения и колика, боли не проявляются. При дарсонвализации полостных органов электрод удерживается в пространстве. По окончании процедуры давление снижается на «0». Аппарат отключается, затем электроды снимаются. После процедуры пациент отдыхает 10 - 15 минут, электроды промываются в горячей воде и протираются спиртом.

Дозирование: длительность процедуры 5 - 20 минут. Это зависит от площади воздействия. По мощности силы тока применяются 3 вида дозы:

1. Слабый 3 Вт, чувства слабого тепла (по длине шкалы 1 - 4).
2. Средний 4 - 6 Вт (по длине шкалы 5 - 6) возникает легкая вибрация.

3. Сильно высокий 7 - 10 Вт (по длине шкалы 8 - 11).

Лечение можно проводить каждый день или через день. Один курс лечения 10 - 20 процедур.

Методы лечения:

Воздействие на голову. Металлические предметы снимаются с волос, расчесываются, плавными движениями гребневыми электродами нужно массировать от зоны лба до затылка. В зависимости от силы тока процедура длится 8 - 10 минут, длительность курса 15 - 20 процедур.

Воздействие на прямой кишечник. Этот метод проводится в лежачем положении больного, кишечник промывается, больной протягивает ноги к животу. Цилиндрический электрод смазывается вазелином и вводится в глубину 4 - 6 см. электроды фиксируются с помощью песочных мешочков. Напряжение 10 -15 минут. Курс лечения 15 - 20 процедур.

§ 3.4.7. Модулированные синусоидальные токи

В лечебных целях метод воздействия на ткани организма частотами 2-5 кГц, переменного синусоидальным модулированным током (СМТ) и низкочастотным током 10 - 25 кГц, модулированном на амплитуде, называется «Амплипульс» терапия. Принцип модулирования зависит от поэтапного изменения амплитуды тока, (не модулирована вибрация) от 0 до 100% (небольшое воздействие тока). В лечебной практике применяется 75, 50 и 25 % синусоидального модулированного тока. Рабочий режим может быть постоянным или переменным. В результате модулирования воздействующих частот появляются токи четырех видов, каждый из них имеет свою характеристику воздействия.

При методе амплипульсотерапии применяются аппараты «Амплипульс-3» и «Амплипульс-4» (рис. 3.25 и 3.26). Синусоидные модулированные токи или амплипульсотерапия является импульсной терапией, основанной на средней частоте (5000 Гц переменного

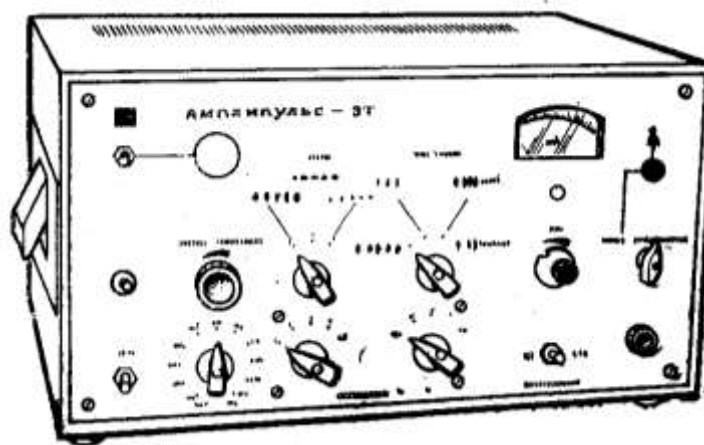


Рис. 3.25. Внешний вид аппарата «Амплипульс-3»



Рис. 3.26. Внешний вид аппарата «Амплипульс-4»

синусоидального тока). Среднечастотный ток не подвергается сильному сопротивлению, проникает глубоко в ткани и не вызывает раздражения. Он является обезболивающим, трофическим, ганглиоблокирующим, противовоспалительным и воздействующим против опухолей. Обезболивающий механизм воздействия подобает дидинамотерапии.

Воздействие током на вегетативные образования приводит к сужению мускулов и микромассажу периферических артерий улучшению кровообращения и развитию коллатераллов, стимуляции симпатической адренальной системы и приводит к увеличению защитных свойств кожи.

Аппарат Амплипульс оказывает воздействия через разные виды синусоидально - модулированных токов:

- Постоянная модуляция выбранной частоты (ПМ рабочий вид) совпадает с частотой аппарата мышц. Этот ток воздействует на структуру тканей в виде адекватного возбудителя.

- Подача-стоп (ПП 2 вид работы) этот ток оказывает сильное воздействие.

- Модуляционная подача (ПН 3 вид работы) основан на подаче обмена модулированных и немодулированных токов. Этот ток оказывает слабое воздействие, поэтому применяется при синдроме раздражения нервных рецепторов.

- Промежуточная частота (ПЧ, 4 вид работы) основана на изменении 150 Гц частот до 10-150 Гц. Ток имеет резкое возбуждательное свойство. Уменьшает адаптацию тканей, увеличивает эффект лечения, увеличивает разницу частот, равному обезболиванию.

Показания: С помощью синусоидально - модульных токов лечат заболевания, как:

- заболевания периферической нервной системы;
- связанные с нарушением вегетативных артерий 4 заболевания с болезненными синдромами;
- травмы опорно - двигательного аппарата;
- дегенеративное и деструктивное повреждение суставов и позвоночника;
- облитерационные заболевания артерий;
- лимфостаз нижних конечностей;
- заболевания в зоне малого панциря, а также используется при лечении спастических параличей.

Противопоказания: гнойные воспаления, склонность к кровотечению, тромбофлебит, сосудистая недостаточность третьей степени и т.д.

§ 3.4.8. Ультравысокочастотная (УВЧ) терапия

В тканях, расположенных в переменном электрическом поле, возникают токи смещения и проводимые токи. Обычно в этих целях используют ультравысокочастотное электрическое поле, поэтому данный физиотерапевтический метод называют УВЧ. Для оценки эффективности воздействия УВЧ нужно рассчитать количество выделяемой теплоты в проводниках и диэлектриках.

В методах электротерапии используются электрический ток и высокие частоты электромагнитного поля, ультравысокие частоты (УВЧ) и сверхвысокие частоты (СВЧ). Электрическая вибрация, используемая в целях лечения, характеризуется на диапазоны ВЧ, УВЧ, СВЧ, определяющие физиологические воздействия на организм [1].

При воздействии электрическим полем с разными частотами в тканях организма возникают физико-химические процессы, определяющие диэлектрические свойства тканей и основы всасывания зависимых от них.

Под воздействием ВЧ, УВЧ, СВЧ электрического тока и поля, возникает смещение в полюсах противоположных ионов и молекул по отношению заряду тканей в живом организме. В результате колеблющего движения зарядных частиц проявляется тепло внутри тканей. А это показывает появление энергии электрического поля за счет всасывания живого объекта. С возникновением тепла под воздействием ВЧ, УВЧ и СВЧ одновременно возникает изменение структуры, являющийся сложным физиологическим процессом тканей. Каждый диапазон частот имеет отдельный колеблющийся эффект и определяет особенность факторов высокочастотных воздействий.

УВЧ - терапия - особенно УВЧ электрическая и магнитная сила низкой степени 40,68 и 27,6 МГц мощности 1 до 50 Вт считается лечебным методом, импульсивно воздействующим бесконечно на ткани пациента на расстоянии.

При воздействии электрического поля УВЧ в жидкой среде возникает вибрация ионов, в диэлектрических тканях – вибрация электронов и ядра, а также круговое движение молекул, в результате которых проявляется теплота.

Энергию электрического поля в большом количестве принимают ткани, которые имеют низкую диэлектрической проницаемостью (костной, нервной, мозговой, хрящевой), так как они создают условия для глубокого проникновения энергии. Появление теплоты под воздействием УВЧ электрического поля отражаются одинаково как на тканях поверхности тела, так и на тканях внутренней части тела. Перераспределение разновалентных ионов между клетками и во внутренней среде клеток и все заряды в диэлектрических тканях существуют от воздействия компонентов, «не имеющих теплоту».

Вибрационное движение зарядных частиц приводят к изменению физико-химических свойств клеточных тканей и молекулярной структуры. Определенная доза УВЧ электрических полей определяет противоположное воздействие на воспаление соединяющих тканей, особенно острых воспалений и острых подфазных воздействий.

Под воздействием УВЧ электрических полей возникают усиление иммунологических процессов (увеличение выработки антител, увеличение функций под почечных жировиков), процессов обмена веществ, возникает уменьшение возбудительных свойств микробных заболеваний и количества микробных организмов. Значительно удовлетворительное воздействие УВЧ в том. Что оно обеспечивает усиление кровообращения, лимфообращения, дегидратацию тканей, увеличение трофической нервной системы, улучшает микроциркуляцию и местный обмен веществ.

При УВЧ терапии в сфере электрического поля под воздействием находится весь организм. Главную роль в этом механизме эффективного лечения играет нервное рефлекторное воздействие. Вместе с местными

реакциями в тканях параллельно в местной деятельности и в результате привлечения общего адаптационного механизма, а также и в других органах организма и систем, происходят изменения. Несмотря на высокую эффективность этого метода, в зависимости от формы воспалительного процесса и их степени, их использование должно быть в строгом дифференциальном режиме.

При воздействии УВЧ электрических полей на воспаление I степени (применяются тепловые дозы) обычно за счет дегидратационного воздействия наблюдается охват воспалительных реакций и уменьшение опухолей. При II степени воспаления при активной эмиграции элементов тканей и увеличении появления гноя, если применить УВЧ электрическое поле (высокие и низкие дозы теплоты), возникает возможность наблюдения появления гноя только в волокнах. При воспалении II и III степени активизация взаимно связанных элементов проявляется ускорение возникновения фибробластов, возникает обмен некротических тканей, в конце с быстрым гранулированием выполняется ограничение здоровых тканей от воспаленных очагов.

При воздействии УВЧ электрического поля (дозы без тепловых воздействий) нужно иметь в виду, что не обязательно рекомендовать в процессе развития соединенных тканей (например, при воспалении середины уха, гортани, при повторной форме возникновения заболеваний, насморке гипертрофической формы и при гноении гортани после операции ЛОР - органов). При таких заболеваниях УВЧ терапию необходимо заменить другими физическими факторами. Электрическое поле УВЧ оказывает положительное воздействие при заочном воспалении уха, при фурункуле носа, остром синусите (экссудативной форме после пункции), при воспалении нервов лица, при невралгии тройничных нервов и при других повреждениях органов уха, горла, носа.

УВЧ терапия имеет ряд преимуществ при оториноларингологических заболеваниях является непосредственно оказываемое воздействие трудно достигаемых органов, имеющих анатомические свойства (конусообразная полость, лабиринт и другие).

Основным источником электрического поля УВЧ является генератор с электронной лампой. В этих целях используются аппарат «УВЧ-30» с выходной мощностью 15 - 30 Вт и аппарат «УВЧ-60» с мощностью 20-70 Вт. Площадь воздействия на основе дистанционного метода выполняются с помощью конденсаторных пластинок диаметром 36 и 60мм. Пластины конденсатора устанавливаются параллельно к телу в пространстве 0,5 - 6 см. Воздействие электрического поля УВЧ дозируется по выходной мощности аппарата и теплочувствительности пациента. I доза – без чувства теплоты, выходная мощность 15 -20 Вт. II доза – легкая чувствительность тепла, выходная мощность 20 - 30 Вт. III доза – определенная теплота, выходная мощность 30-40 Вт. IV доза – назначенная тепловая чувствительность, выходная мощность 40-70 Вт.

Длительность лечебных процедур зависит от процесса локализации формы заболевания. Воздействие полей электрического тока высоких частот, ультравысоких частот, сверхвысоких частот на живой организм тканей приводит к переселению молекул и ионов по зарядам противоположных полюсов. Колеблущее действие зарядных частиц во внутренних тканях приводит к теплоте. Этот процесс считается всасыванием переменного электрического поля живых объектов. С появлением тепла одновременно от воздействия переменного тока ВЧ, УВЧ, СВЧ возникает сложный процесс, то есть изменение микроструктуры. Длительность лечения зависит от формы заболевания и локализации процесса.

Основным фактором, определяющим результаты воздействия электрических полей УВЧ на организм, считается доза воздействия.

Аппарат «МИНИТЕРМ УВЧ5-1» специально разработан для использования в оториноларингологии (рис 3.27). С помощью этого аппарата можно произвести точное локальное воздействие УВЧ с небольшой силой в трудно достигаемые зоны внутри уха, внутренней части носа со специально сконструированными электродами. С помощью металлических электродов с изолированным током покрытием толщиной 1 - 2 мм определяются ткани пациента. Электроды устанавливаются с помощью специальных держателей и приспособлений. При серьезных воспалительных процессах лечебная процедура длится 5 минут, увеличивая последующие процедуры по 1 минуте, достигая 10 минут. Процедуры производятся каждый день, а количество курса лечения зависит от длительности заболевания. При запущенной форме воспалительного процесса уха, горла и носа длительность лечебной процедуры назначается 10 минут, а количество 10 - 15 раз.

Аппарат, имеющие часы, указывающие на определенное время лечения, автоматически выделяет высокочастотный генератор и подает звуковой сигнал. Ошибка установки в период лечебной процедуры: при работе 10 минут ± 30 с. А от 10-30 минут работы не должно превышать $\pm 5\%$. По электробезопасности аппарат соответствует требованиям ГОСТ 12.2.06-76 аппарата II класса, его можно эксплуатировать, подсоединив к земле. Электроды дезинфицируются 1%-ным раствором хлорамина. Работоспособность аппарата при без перебойной работе условно 650 часов. Срок обслуживания 5 лет.

Биологическое свойство. Ткани человеческого организма имеют электропроводимые свойства. Электрическая энергия имеет тепловую и химическую энергию. В результате колебаний (ионы, электроды, атомы, молекулы) возникает токопроводимость проводящих ток органов. Проводимые ток органы называются диэлектрическими органами, такие как кожа, жиры, стволы нервов, туго соединяющиеся ткани, хрящ. В

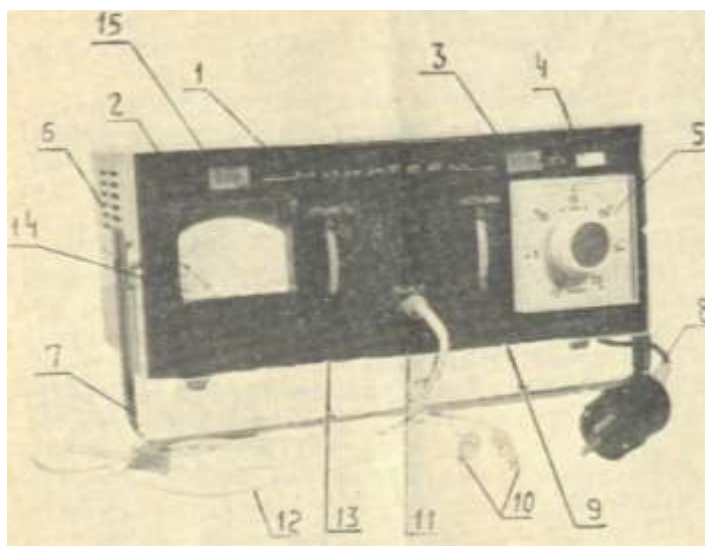


Рис. 3.27. Общий вид аппарата «МИНИТЕРМ УВЧ5-1»: 1-корпус, 2-поверхность панели, 3-индикаторная лампа, указывающая на подключение аппарата к источнику, 4-кнопка включатель аппарата, 5-часы, указывающие длительность процедуры, 6-вентиляционные отверстия, 7-ручка для транспортировки аппарата, 8-шнур источника, 9-ручка, регулирующая контур пациента, 10-гнездо кабеля пациента, 11-вилка кабеля пациента, 12-кабель пациента, 13-ручка, регулирующая выходящую мощность, 14-прибор дозиметр, 15-лампочка индикатор, указывающий подключение генератора

результате электрической энергии у них появляется осцилярное поле.

Механизм воздействия. В тканях, клетках и молекулах организма от воздействия током появляются своеобразные физические и химические изменения. Оно также увеличивает функции сложных белков и ферментов и в рефлекторном виде доставляет их головному мозгу. Ослабляет, успокаивает и обезболивает нервы. Кроме того, имеет особое значение при воспалениях, дегенеративных и травматических повреждениях. При накладывании электрических пластинок УВЧ на головной мозг изменяется функция белков и происходит воздействие на внутреннюю секрецию. Стимулируется гипофизная деятельность надпочечников.

- Свойства, повышающие тонус: увеличивает тонус парасимпатических нервов, в сердечной деятельности тормозит симпатические нервы.
- УВЧ – этот ток при острых воспалительных процессах улучшается, то есть улучшается за счет уменьшения экссудата и повторной дегенерации воспаленной ткани, затем, воздействуя на ретикулоэндотемальную систему, улучшает кровообращение, усиливает фагоцитоз.
- Уменьшает жизнеспособность бактерий патологического очага. Считается иммунологическим процессом при выведении остатков стула.
- Уменьшает тонус кровяных артерий и капилляров, снижает артериальное давление, улучшает кровообращение. В редких случаях вызывает брадикардию.
- В зонах почек УВЧ улучшает функцию шариков, усиливает обмен белков. В почках восстанавливается кровообращение
- Уничтожает спазмы кровяных сосудов.
- Усиливает метаболический процесс, улучшает обмен углеводов и белков.
- УВЧ усиливает торможения центральной нервной системы, оказывает успокоительные воздействия.

В заключение можно сказать, что этот физический фактор имеет свойства обезболивания, противовоспалительные свойства, расширение кровяных сосудов, свойства против спазм, стимулирующие и дегенеративные свойства. Иначе говоря, этот метод называется электрическим лечением.

Аппараты УВЧ бывают двух видов: портативные и стационарные:

1. Портативные аппараты: УВЧ-30 (рис 3.12), УВЧ-62, УВЧ-4, УВЧ-66 (рис 3.13) и другие.
2. Стационарные аппараты: УВЧ-200, УВЧ-300, Экран-1, Экран-2 и другие.

Конденсаторная металлическая пластинка покрыта (резиной) стеклом, пластмассой. В процедуре используются два вида

конденсаторных пластинок, которые могут прикладываться в одну или разные зоны. Маленькая конденсаторная пластинка имеет активное воздействие, по воспаленному очагу широко распространяет теплоту. Пластинку можно прикладывать вдоль, поперек и под каким-нибудь углом. При поперечном расположении пластинки УВЧ проходят по всем тканям, а если расположить вдоль, она будет действовать на поверхность. Между телом и пластинкой образуется пустое пространство, и она воздействует на поверхность 0,5 - 1 см, в глубину тканей на 2 - 4 см.

Показания. Острые воспалительные заболевания органов и систем, при травмах спинного мозга, при повреждениях периферических нервов, при травматических заболеваниях, в период острого тромбоза, при заболеваниях Рейна, при облитерационном эндоартрите.

Противопоказания. Часто встречающаяся аневризма аорты, инфаркт миокарда, сердечно-ишемические заболевания, усиление стенокардии, аритмия, тяжелая стадия гипертонии, сахарный диабет.

§ 3.4.9. Магнитотерапия

Магнитотерапия – это физиотерапевтический метод лечения, который основывается на воздействии магнитным полем на ткани организма с низкой частотой (50 Гц), постоянным или переменным низкочастотным магнитным полем небольшой напряженности (30 - 50 мТ). В физиотерапии используется постоянное, пульсирующее и переменное магнитное поле в бесперебойном и перебойном режиме. Биотропическими параметрами магнитного поля являются напряженность, градиент, векторная частота, импульсная форма и длительность экспозиции. Кроме того, магнитное поле (МП) определяет ответную реакцию организма, локализацию воздействия, объем тканей, попавших под воздействие поля и исходное положение организма.

Сложность воздействующего физического фактора определяет

разнообразные физико-химические механизмы физиологического воздействия МП (изменение ориентации макромолекул, биологические воздействия на вмести́мость мембран, физиологическое состояние клеток и т.п.).

Одна из передовых механизмов постоянного и переменного магнитного поля в живых тканях является проникновение в ткани электродвижущей силы.

В настоящее время широко применяются переменные и пульсирующие магнитные поля с частотой 50 Гц с минимальной индуктивностью 35 мТ. Однако, на сегодняшний день разрабатываются аппараты генерирующие переменные магнитные поля с частотами 700 - 1000 Гц.

Для низкочастотной магнитотерапии разработан аппарат «Полюс-1» (рис 3.28), он генерирует низкочастотные (50 Гц), пульсирующие переменные и постоянные магнитные поля в перебойных и бесперебойных режимах. Под прямым углом одного или двух индукторов ($50 \times 50 \text{ мм}^2$) по боковых поверхностям пациента в сидячем или лежащем положении непосредственно методом контакта или воздействием над поверхностью, установив на расстоянии 0,5 - 1 см можно произвести воздействию магнитного поля (рис 3.29) .

Аппарат имеет П-образные и прямоугольные индукторы. Индукторы закреплены в боковой части аппарата. В панели аппарата расположены: ручка таймера, индикатор подключения сети, включатель и выключатель аппарата, кнопка «формы тока», кнопка «режим», переключатель интенсивности.

Оба индуктора нужно расположить так, чтобы их одноименные магнитные полюсы должны расположиться под одной линией по отношению друг к другу, рабочий режим бесперебойный синусоидальный. Величина индукции магнитного поля при лечении определяется по

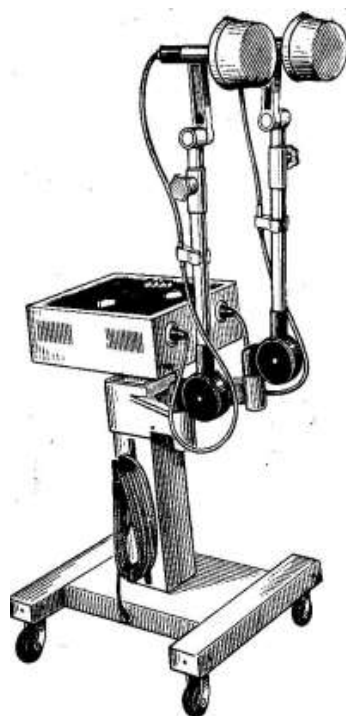


Рис. 3.28. Общий вид аппарата «Полюс»

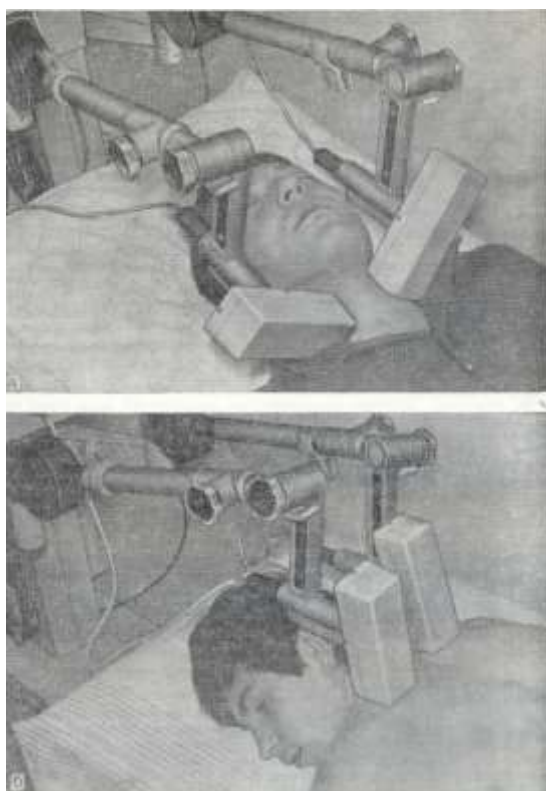


Рис. 3.29. Процесс проведения процедуры с помощью аппарата «Полюс-1» с прямоугольными двумя индукторами

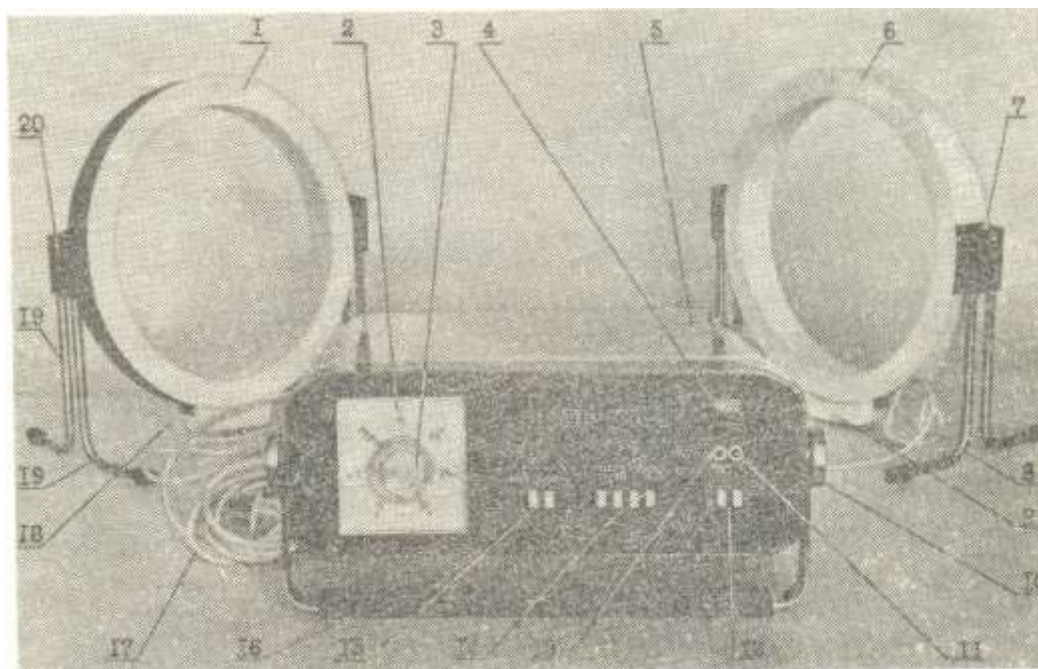


Рис. 3.30. Общий вид работающего аппарата «Полюс-101». 1 - индуктор «2», 2 - часы процедуры, 3 - ручка сети процедурных часов, 4 - сетевой индуктор, 5 - электронный блок, 6 - индуктор «1», 7 - винт выпрямитель напряжения, 8 - кабель индуктора «1», 9 - защитная крышка выходного кабеля индуктора, 10 - фиксатор, 11 - индикатор магнитного поля индуктор «2», 12 - переключатель «индуктор», 13 - индикатор магнитного поля индуктора «1», 14 - переключатель «интенсивности», 15 - режимный переключатель, 16 - ручка аппарата для транспортировки, 17 - сетевой шнур, 18 - кабель индуктора «2», 19 - ножки соленоида, 20 - колодка

локализации воздействия, стадии и формы болезни. Во многих случаях используют магнитные поля с индукцией 15 - 25 мТ с воздействием 15 - 20 мин при курсе лечения 15 - 20 процедур.

При воздействии с переменным магнитным полем на руки и ноги используют «Полюс-101» (рис 3.30). На нем установлены индукторы в форме соленоидов. Одни из индукторов воздействует переменным магнитным полем с частотой 700 Гц, а другой с частотой 1000 Гц.

Во внутреннем пространстве индукторов образуются магнитные поля с высоким уравнением и плотностью, распространяющиеся по

долевому направлению. Максимальная индукция между соленоидами 1,5 мТ и во внутренних стенках 2,5 мТ. Индукция магнитного поля управляется в четырех позициях. При каждой позиции постепенно идет увеличение на 25 %. С помощью аппарата можно достичь бесперебойного и импульсного режима воздействия. Длительность воздействия магнитным полем 1,5 секунд.

Для воздействия переменным магнитным полем на руки и ноги их нужно расположить между соленоидами. Для увеличения объема воздействия магнитного поля на ткани рук и ног одновременно можно использовать два соленоида.

Длительность воздействия 15 - 30 минут в одной локализации, а в 2 - 3 до 60 минут. Один курс лечения состоит из 20 - 30 процедур и должен проводиться каждый день.

Физиологические и терапевтические механизмы воздействия магнитного поля полностью не исследованы. Магнитные поля воздействуют на организм через нервно-гуморальные суставы и процессы обмена. Магнитное поле повышает проводимость мембраны клеток и улучшает кровообращение. Уменьшает потребность кислорода в клетках и тканях. Способствует разжижению крови, расширению вен и сосудов, гипотензивному воздействию, также воздействует на свертываемость крови, приводит усилению регенерации в поврежденных тканях.

Показания к применению. При нарушении кровообращения головного мозга при порезах и в травмах без порезов, при невритах, разных локализациях, фантомные боли, сердечно-ишемические заболевания легкой и средней степени, окклюзия атеросклеротических сосудов рук и ног. Также облитерирующий эндоартрит, хроническая венозная недостаточность, хроническая пневмония, тромбофлебит, бронхиальная астма, заболевания желудка и двенадцатиперстной кишки в период неполной ремиссии, тяжелой формы гепатита, острый панкреатит,

хронический дерматоз, остеохондроз позвоночника, острый отит, вазомоторный ринит и другие.

Противопоказания: гипотония, склонность к кровотечению, гипокоагуляция крови, тяжелая форма сердечно - ишемических заболеваний, ранний постинфарктный период, Базедова болезнь, диэнцефальный синдром.

Техника (способ) применения. По зоне воздействия процедура проводится в положении сидя и лежа. Металлические принадлежности держать на расстоянии 10 см от индуктора. При контактном метода индуктор устанавливается на тело больного на прямую. Индуктор, предназначенный для полости обрабатывается 96% спиртом. Вводя в полость, закрепляется ремнем. Длительность воздействия 15 - 30 мин. процедура проводится каждый день в течение 15 - 20 дней.

§ 3.4.10. Сверхвысокочастотные (СВЧ) аппараты

Физиотерапевтические методы лечения, основанные на электромагнитных полях сверхвысокочастотных диапазонов в зависимости от длины волн, называются двойко: микроволновая терапия (частотой 2375 МГц, длина волн 12,6 см) и ДЦТ-терапия, т.е. дециметровая волновая терапия с частотой 460; 433; 915 МГц, длина волн 65,2 см.

В настоящее время воздействия СВЧ полей на биологические объекты разработаны множество теорий. Электромагнитная волна заряжает молекулы веществ и постепенно, поэтапно ориентирует их обратно как электрический диполь. Кроме того, электромагнитная волна воздействует на биологическую систему ионов и создает проводимость переменного тока. Таким образом, как в веществах, расположенных в электромагнитных полях, существуют движущиеся токи, так и бывают проводимые (проводниковые) токи. Это все приводит к нагреву веществ. Возникающие передвижные токи от обратной ориентации молекул воды

имеют огромное преимущество. Поэтому, большое количество энергии микроволн впитываются в мускулы и ткани, а также проникают в костяные и жировые ткани в малом количестве, нагрев у них бывает тоже наименьшим.

Электромагнитные волны в пределах разных коэффициентов впитывания, например, в пределах границ тканей с большим и меньшим количеством воды, могут возникнуть устойчивые волны, а это становится причиной местного нагревания тканей, таким образом, ухудшается терморегуляция. Например, зрачок глаз, стеклообразные предметы и другие.

Электромагнитное поле, воздействуя на биологические процессы, могут сорвать узлы водорода и подействовать на ориентацию макромолекул ДНК и РНК. Проникая на поверхность тела, электромагнитные волны частично возвращаются.

Степень возврата зависит от разницы диэлектрического впитывания воздушных и биологических тканей. Если облучение происходит с помощью электромагнитных волн на расстоянии, тогда возможность возврата энергии электромагнитной волны может быть до 75%. В этой ситуации нельзя задумываться о всасывании энергии больными за определенное время по силе, которая генерируется в облучателе.

При контактном облучении с электромагнитными волнами (облучатель задевает зону облучения) совпадает сила генерации, которую принимают ткани организма. Глубина проникания электромагнитных волн в биологические ткани зависит от способности всасывания энергии волны, в свое время строение тканей (самое главное в их составе наличие воды), а также определяется частотой электромагнитного поля. Исходя из этого, применяемые в физиотерапии электромагнитные волны, проникают в мускулы, кожу и биологические жидкости примерно в 2 см, а в жиры и

кости примерно в 10 см. Дециметровые волны имеют показатели примерно в 2 раза больше.

Учитывая сложность строения тканей в микроволновой терапии, глубина проникновения электромагнитных волн условно принимается 3 - 5 см. А в ДЦВ терапии до 9 см.

Высокочастотная терапия считается методом лечения, воздействующим на организм при помощи электромагнитных полей в разных диапазонах микроволн. Терапия сантиметровых волн (ТСВ) – это метод лечения через непосредственное воздействие на ткани организма с помощью СВЧ (с частотой 2375 и 2450 МГц, длина волны 12,6 и 12,2 см) методом контакта облучателей или воздействием на расстоянии 5 см. для СВЧ используются следующие аппараты: Луч - 58, мощность 150 Вт (рис 3.31), Луч - 2, Луч - 2 М, Луч - 3 (рис 3.32) и Луч -3 М мощностью 20 Вт.

Под воздействием электромагнитных волн в сантиметровом диапазоне действие электрического заряда ускоряется в тканях и, в результате, выделение электроэнергии увеличивается. Мускулы, кожа и другие являются органами, которые считаются принимаемыми электрическими волнами в большом количестве. Глубина синусоидальных модулированных токов 1,5 - 2 см в тканях, а в костях и жире проход микроволн становится тяжелее. В глубине 10 - 12 см микроволны воздействуют теплом.

Механизм лечебного воздействия СМ волн: воздействует гуморально на рефлектор нервов. Создает энергию, воздействует на рецепторы тканей кожи. В результате воздействия хемобарорецепторов возникает рефлекс. В итоге, выделяются биологически активные вещества и, от воздействия рецепторов рецепторным путем возникает центральный механизм регуляции.

СВЧ – поднимает температуру в тканях, улучшает кровообращение. Расширяет капилляры, увеличивает окислительно-восстановительную

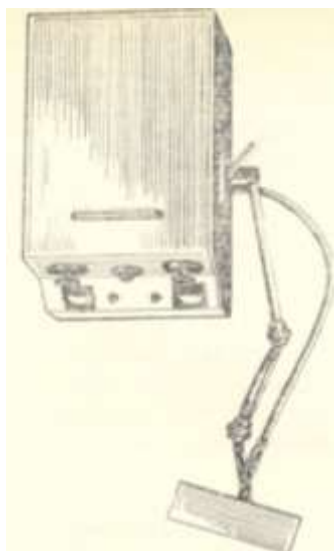


Рис. 3.31. Общий вид аппарата Луч-58, предназначенный для микроволновой терапии

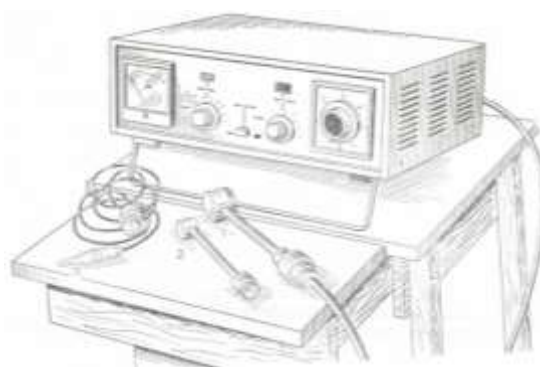


Рис. 3.32. Общий вид аппарата Луч - 3, предназначенный для лечения оториноларингологических заболеваний: 1 - облучатель диаметром 35 мм, 2 - облучатель диаметром 20 мм, 3 - облучатель внутренней полости ушей

реакцию, повышается обмен веществ в тканях, увеличивается функция регулятора.

Воздействие микроволн:

- Противовоспалительный;
- Воздействие всасывания;
- Уменьшает ткани гладких мускульных бронх;

- Снижает артериальное давление, уменьшает сокращение сердца;
- СВЧ низких доз – стимулирует центральную нервную систему, увеличивает воздействие гормонов почечной железы, имеет бактериостатическое свойство.

Показания СВТ: острое и хроническое воспаление, дистрофические заболевания, посттравматическое состояние, заболевания двигательных аппаратов (артроз, артрит, эпикандалит, бурсит, остеохондрит, миозит, плексит). Острые и хронические заболевания дыхательных путей (бронхит, пневмония), воспалительные заболевания органов малого таза, мастит, фрункулит, гидраденит.

Противопоказания: ишемия тканей в эпифизной зоне костей, в мужских половых органах, при склонности к кровотечениям, в нарушении чувствительности, при туберкулезе, в заболеваниях системы кровообращения, ишемических заболеваниях сердца (ИЗС), при нарушениях сердечного ритма.

Показания ДМВ. Острые и хронические воспалительные процессы, бронхиальная астма, аллергические состояния, ревматоидный артрит, артроз, остеохондроз, нарушение кровообращения головного мозга, гипертонические заболевания 1 - 02 степени, ревматизм, язва желудка, послеоперационное состояние, холецистит, воспалительные заболевания органов малого таза у женщин и мужчин.

Противопоказания. При высокой температуре, острые воспалительные заболевания, при нарушении сердечного ритма, при аневризме сердца, недостаточность кровообращения 2 степени, при беременности, тиреотоксикозе, опухоли, склонности к кровотечениям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В медицине достаточно давно используются физические методы. Еще в древности для лечения применяли охлаждение и нагревание различных участков тела, фиксирование конечностей при переломах и др.

Ряд ученых (врачи и физиологи) в своих профессиональных и жизненных увлечениях разрабатывали физические вопросы, укрепляя своими трудами взаимопроникновение этих важных отраслей естествознания. Поучительны в этом отношении жизнеописания некоторых великих ученых.

Юнг Томас (1773—1829) учился в ряде университетов, где сначала изучал медицину, но потом увлекся физикой. Объяснил явление аккомодации глаза изменением кривизны хрусталика, первый объяснил явление интерференции света и ввел термин «интерференция», разрабатывал теорию цветового зрения, исследовал деформацию тел.

Пуазейль Жан Луи Мари (1799—1869) — французский физик и физиолог. Изучал течение жидкости в тонких цилиндрических трубках и внутреннее трение, первый применил ртутный манометр для измерения давления крови.

Эти разработки являются основой в медицинской практике для измерения вязкости крови, и для создания методов вискозиметрии и прибор вискозиметра.

Майер Юлиус Роберт (1814—1878) — немецкий врач. Как корабельный врач во время плавания заметил, что цвет венозной крови матросов в тропиках приближается по яркости к артериальной. Это дало ему основание считать, что при высокой внешней температуре для поддержания температуры тела нужна меньшая степень окисления поступающих в организм веществ. Майер установил, что количество окисляемых продуктов в организме человека возрастает с увеличением

выполняемой им работы. Майер один из первых открыл закон сохранения и превращения энергии.

Гельмгольц Герман Людвиг Фердинанд (1821—1894) — немецкий врач, физиолог и физик. Математически обосновал закон сохранения энергии, отметив его всеобщий характер, разработал термодинамическую теорию химических процессов, существенных успехов достиг в области физиологической акустики и в физиологии зрения, впервые измерил скорость распространения нервного возбуждения.

Дарсонваль Жак Арсен (1851—1940) — французский физик и физиолог. Проводил исследования в области электричества и его применения в медицине, основоположник электрофизиотерапии.

Применение достижений физики в медицине происходило и происходит постоянно. Проиллюстрируем это несколькими примерами из XX столетия: открытие электромагнитных волн — микроволновая терапия, открытие рентгеновских лучей — рентгенодиагностика и рентгенотерапия, открытие радиоактивности — радиодиагностика и радиотерапия, появление лазеров — лазерная терапия и лазерная хирургия и др.

Из учебника видно, что практически в любом разделе «Медицинская техника и новая медицинская технология» можно обнаружить медицинские приложения физических знаний и физической аппаратуры, а медицинская техника, по существу, целиком основана на использовании физических законов, правил, закономерностей, физических явлений, физических свойств материалов и др.

Именно поэтому физико - математические и биофизические знания являются существенным элементом высшего медицинского образования и способствуют всестороннему изучению организма человека. *Это важно для формирования медицины как точной науки.*

Освоение курса «Медицинская техника и новая медицинская технология» не просто, но затраченное время и усилия окупятся при

изучении последующих курсов и в практической деятельности ВРАЧА —
главной фигуры лечебного процесса.

УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТИЕ В УЧЕБНИКЕ

АКТГ - адренокортикотропные гормоны
ГБО - гипербарическая оксигенация
Гц - Герц (единица частот)
ДМВ - дециметровая волна
ДВТ - дециметровая волновая терапия
ОКД - объем конечной диастолы
МОЗО - международная (мировая) организация здравоохранения
ОУ - объем удара
КТ - компьютерная томография
ЦНС - центральная нервная система
МРТ - магнитно-резонансная томография
МЭС - синдром Моргана
УВР - усилитель воздействия рентгена
ХПН - хроническая почечная недостаточность
ОКС - объем конечной систолы
СМ - сантиметр
СМТ - синусоидальные модулированные токи
СВТ - сантиметровая волновая терапия
УЗ - ультразвук
УЭИ - универсальный электроимпульсатор
УВЧ - ультравысокие частоты
МЕ - международное единство
ВФ - выходная фракция
ЭКС - электрокардиостимуляция
ЭхоКГ - эхокардиография
ЭхоЭГ - электроэнцефалография
ЭВМ - электронно-вычислительные машины
СЛР - сердечно - легочная реанимация
ЯМР - ядроманитный резонанс
ЭПР - электронно - парамагнитный резонанс
СВЧ - сверхвысокие частоты
ИВЛ - искусственная вентиляция легких
ОМД - объем минутного дыхания
МП - магнитное поле
СИЗ - сердечно-ишемические заболевания
АИК - Аппарат искусственного кровообращения

АИС - Аппарат искусственного сердца
ИВЛ - Аппарат искусственной вентиляции лёгких

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. 1992. (2005) 615 с.
2. Аппарат для «УВЧ» терапии малой мощности «МИНИТЕРМ УВЧ – 5 – 1». Паспорт АЗ.293003 ПС. 44 с.
3. В. П. Николаева Физические методы лечения в оториноларингологии. Москва. «Медицина». 1989. с.254.
4. Аппарат для «УВЧ» – терапии. «УВЧ – 30». Паспорт. Москва. «ЭМА». 1982. с.52.
5. Ливенсон А. Р. Электромедицинская аппаратура. М: 1981.
6. Кортников Е. В. и др. Основы материаловедения для медицинских вузов. М, 1988.
7. Кромвелл Л. и др. Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения. Радио и связь, 1981.
8. Янагородский В. П. Электротерапия. М., 1984.
9. Антонов А.О., Антонов О.С., Лыткин С.А.//Мед.техника.-1995.- № 3 - с.3-6
10. Кишковский А. Н. и Тютин Л. А. Методика и техника электрорентгенографии, М., 1982.
11. Палеев Н. Р., Рабкин И. Х. и Бородулин В. И. Введение в клиническую электрорентгенографию. М., 1972.
12. Бабаджанов С.Н. Справочник физиотерапевта. Ташкент 1999 г, «Абу Али ибн Сина»
13. Бунатян А.А. Анестезиология и реаниматология 1985 г
14. Гусев Е.И., Гречков В.Е. "Нервные болезни",1988г.
15. Григорьев С.Г., Гриншкун В.В. Технология информационного интегрирования в разработке учебников и учебных пособий для Интернет. – В кн. «Реларн-2001» Материалы конференции. — Петрозаводск, 2001.- 166 — 167
16. Демидов В.Н., Зибкин Б.И. “Гинекологияда УТТ” Изд. Медицина 1999г

17. Мартынов.А.И. «Интенсивная терапия» Москва. 1998 год.
18. Мухарлямов Н.М., Беленков Ю.Н. “Клиник УТТ” Изд. Медицина 1997
19. ISBN 978-0-521-86527-2 глава 8 Getting in tune: resonance and relaxation
20. Филонин О. В. *Общий курс компьютерной томографии* / Самарский научный центр РАН. — Самара, 2012. — 407 с. — ISBN 978-5-93424-580-2.
21. Lauterbur PC (1973). “Image Formation by Induced Local Interactions: Examples of Employing Nuclear Magnetic Resonance”. *Nature*. **242** (5394): 190—191. *Bibcode*:1973Natur.242..190L. *DOI*:10.1038/242190a0.
22. *Изобретение МРТ | Марина Собе-Панек* . soberanek.com. Проверено 5 февраля 2018.
23. *Реймонд Ваган Дамадьян, учёный и изобретатель*. 100lives.com. Проверено 25 мая 2015.
24. *Chang, 2004*.
25. *The Nobel Prize vs. the Truth of History* . fonar.com. Проверено 12 мая 2015.
26. «ДОЗИМЕТР ДРГЗ-02» паспорт. ЖШ2.805.354.РС – 7 в.
27. Брюхоненко С. С., Чечулин С. И. Опыты по изолированию головы собаки (с демонстрацией прибора) // Труды II Всесоюзного съезда физиологов. — Л., 1926. — С. 289—290.
28. Бакулев А. Н. Современные вопросы искусственного кровообращения в эксперименте и клинике. — М., 1966. — С 5.
29. Андреев С. В., Косарев И. Н. Центральные научно-исследовательские лаборатории медицинских вузов СССР. — М., 1971. — С. 41.
30. С. С. Брюхоненко и С. И. Чечулин — рождение искусственного кровообращения. // *Новости медицины и фармации*, 10 (365), 2011
31. *The Michigan Heart: The World’s First Successful Open Heart Operation? Part I* — Stephenson — 2007 — *Journal of Cardiac Surgery* — Wiley Online Library