

615.473

Г463

В.С. Гигәури

БЕЗЫГОЛЬНЫЕ ИНЪЕКЦИИ



615.473
Г 463

В.С. Гигаури

БЕЗЫГОЛЬНЫЕ ИНЪЕКЦИИ



МОСКВА «МЕДИЦИНА» 1980

ГИГАУРИ В. С. Безыгольные инъекции. — М.: Медицина, 1980, ил. 272 с.

В книге представлены результаты медико-технических исследований по изучению струйного (безыгольного) способа введения веществ в организм. Показаны факторы и закономерности, определяющие проникновение веществ в ткани организма. Приведены схемы серийно выпускаемых инъекторов, подробно изложены правила обращения с ними и методики применения. Особое внимание обращено на меры предосторожности, соблюдение которых необходимо при работе с инъекторами. Разобраны особенности струйных инъекций и их отличие от введенных веществ при помощи шприца.

Большой раздел посвящен практическому применению безыгольных инъекторов.

Обсуждается возможность и целесообразность применения инъекторов в условиях поликлиник и клиник для введения различных лекарственных веществ.

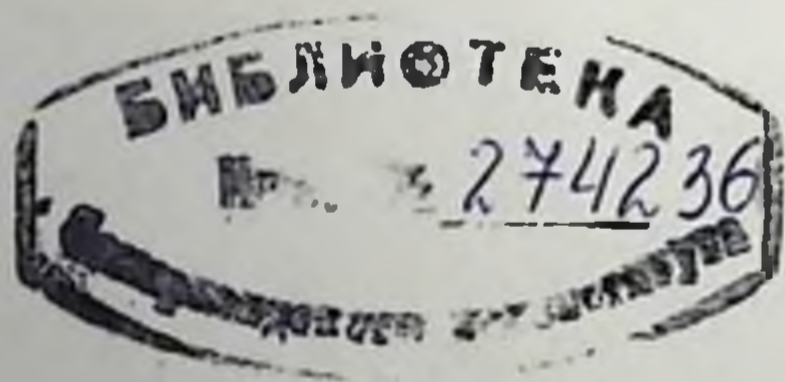
Освещен опыт применения инъекторов в хирургии для бесшовного соединения тканей при операциях на органах брюшной полости, перечислены новые способы остановки паренхиматозного кровотечения при операциях на печени, легких, почках.

Разобраны преимущества и недостатки инъекторов по сравнению с применением шприца.

Монография предназначена для врачей, научных работников, конструкторов медицинской техники.

В книге 60 рисунков, 20 таблиц, библиография: 261 название.

Рецензент: В. Н. НИКИФОРОВ, член-корреспондент АМН СССР, профессор, заведующий кафедрой ЦОЛИУ врачей.



Г $\frac{50103-403}{039(01)-80}$ 279-80. 4103000000

©Издательство «Медицина» Москва, 1980

ПРЕДИСЛОВИЕ

Открытие возможности парентерального введения веществ в организм и изобретение шприца бесспорно является большим событием в медицине и по праву может быть поставлено в один ряд с фундаментальными достижениями в других отраслях знания.

Невозможно представить современную медицину без парентерального введения веществ. Человек знакомится с этим способом инъекций уже на первом году жизни, а затем с профилактической, диагностической или лечебной целью подвергается инъекциям в течение жизни.

Со временем требования к парентеральному введению веществ становятся более жесткими. Это обусловлено рядом факторов, среди которых следует отметить увеличение травматизма вследствие развития техники, наличие ряда заболеваний и инфекций и т. п.

Таким образом, проблема парентерального введения лекарственных веществ имеет большое практическое значение. Для удовлетворения возросших требований к парентеральному введению веществ в наиболее развитых странах получили распространение безыгольные инъекторы — аппараты для струйного введения веществ в организм.

В отличие от традиционного шприца инъекторы позволяют повысить производительность труда в 20—30 раз, они долговечны, транспортабельны, обеспечивают профилактику переноса «шприцевых» инфекций и т. п. Важным преимуществом инъекторов (особенно в детской практике) является создание благоприятных усло-

вий психологического характера, прежде всего за счет безболезненности инъекций.

Патофизиологические особенности безыгольных инъекций легли в основу необычных на первый взгляд идей. Речь идет о разработанных в нашем институте способах склеивания тканей организма и остановки паренхиматозного кровотечения при помощи безыгольных инъекторов. Высокая эффективность этих методов доказана в эксперименте и клинике.

В нашей стране созданы и серийно выпускаются безыгольные инъекторы семейства «БИ» различного назначения. По многим параметрам они превосходят лучшие зарубежные образцы.

Автором впервые в отечественной и зарубежной литературе весь материал представлен в виде серьезной комплексной медико-технической проблемы. Обобщен более чем десятилетний опыт совместной работы медиков и инженеров, подробно освещены патофизиологические механизмы осуществления струйных инъекций, представлены конструкции серийных аппаратов и правила их эксплуатации, перечислены практические области применения инъекторов.

Работа в целом окажет пользу практическим врачам, научным работникам и конструкторам медицинской техники.

Академик Б. В. Петровский

ВВЕДЕНИЕ

Проблема парентерального введения веществ относится к числу наиболее важных в медицине. Это обусловлено необычайной широтой распространения и высокой эффективностью инъекций.

Сам по себе способ парентерального введения веществ широко распространен в природе. Это укусы змей, пчел, ос и т. п. Более того, существуют целые виды «кровососущих» насекомых, которые во время укуса осуществляют своеобразный парентеральный обмен веществами.

Первым сознательным использованием парентерального введения веществ человеком является, по всей видимости, применение различных стрельных ядов. Классическим стал пример применения индейцами Южной Америки кураре во время охоты. И только значительно позднее появилась возможность применения способа с лечебными целями.

Способ и аппаратура постоянно совершенствовались. В наше время осуществляются десятки миллионов инъекций, практически во всех областях медицины (и не только медицины). Более 100 лет в этой области безраздельно господствует шприц с иглой — «ветеран» медицинского приборостроения. Один из наиболее распространенных аппаратов — шприц стал символом медицины.

Первая удачная конструкция шприца была предложена в 1840 г. Apel. В 1853 г. Wood усовершенствовал этот шприц и предложил полую иглу. В 1859 г. Hunter ввел понятие «hypodermic» — подкожная инъекция. В дальнейшем создавались различные модификации шприца [Koch, 1888; Luer, 1894—1897]. В 1906 г. был сконструирован и стал выпускаться шприц типа «Рекорд» со стеклянным цилиндром, металлическим поршнем и металлической иглой [Schwidetzky O., 1944; Howard-Jones N., 1947].

На сегодня в мире выдано около 300 патентов на различные конструкции шприца и отдельных его узлов. Описан ряд оригинальных способов его применения.

Тем не менее конструкция традиционного шприца и способы его применения не соответствуют все возрастающим требованиям, предъявляемым современной медициной к парентеральному введению препаратов.

Основными недостатками шприца являются:

1) чрезвычайно низкая производительность: одним шприцем один человек может произвести около 40 инъекций в час;

2) стерилизация шприца требует значительного времени;

3) шприцы легко бьются;

4) иглы тупятся, засоряются, могут ломаться (даже в тканях);

5) имеется опасность переноса «шприцевых» инфекций типа сывороточного гепатита, а также малярии, сифилиса и т. д.;

6) сложность проведения некоторых видов инъекций (в стоматологии, при ЛОР-операциях и т. д.);

7) у пациентов (особенно у детей) существует страх перед иглой в связи с болезненностью уколов, особенно в таких участках тела, как слизистая оболочка полости рта, аноректальная зона, межпальцевые промежутки и т. д.

Появление в последнее время шприцев (пластмассовых) одноразового пользования в стерильной упаковке не решает проблему. Предварительно проведенная стерилизация эффективна лишь ограниченный срок. Появляются новые проблемы, связанные с необходимостью удешевления производства, не решен вопрос, куда девать сотни тысяч использованных шприцев.

Современные, более жесткие, требования к парентеральному введению веществ особенно остро диктуются нуждами эпидемиологической и военно-медицинской практики, когда в сжатые сроки бывает необходимо осуществить инъекции (вакцин, антибиотиков, антидотов и т. д.) десяткам тысяч людей.

Ответом на эти вопросы послужили разработка и внедрение в практику безыгольных инъекторов — аппаратов для безыгольного струйного введения веществ в организм. Основным преимуществом инъекторов является возможность осуществления более 1500 инъекций в час, что в 30 раз больше, чем при использовании шприца.

Идея безыгольного введения веществ в организм воз-

никла в 1865 г. Тогда же были предприняты попытки создания аппаратуры для «укола водой» — агуаринстига (Beclard F., 1866; Servajan J., 1872, 1876). Однако технические трудности создания аппаратов в то время оказались непреодолимыми и способ был забыт.

Попытки создания инъекторов предпринимались и позже. Наиболее удачной следует признать модель M. Lockhart (1940), однако и она была далеко не совершенной.

Во время второй мировой войны возникла насущная необходимость в создании и совершенствовании инъекторов для медицинского обеспечения населения и армии. Исследования в этом направлении резко интенсифицировались. Начиная с 1947 г. публикуются работы, в которых отражаются попытки создания полноценных безыгольных инъекторов. Далеко не все модели были одинаково удачными. Описан ряд сложностей при создании и осложнений при использовании данной аппаратуры; тем не менее значительные преимущества безыгольного способа побуждали к постоянному совершенствованию аппаратуры для его осуществления.

В практике международного здравоохранения в настоящее время получили наибольшее распространение инъекторы «Пед-о-джет», «Гипоспрей» (США), «Вакци-джет» (Франция) и др.

В СССР научная публикация по безыгольному способу введения веществ началась с 1956 г. [Джарылгасов С. А., Баканов Р. А.]. В 1959 г. П. Н. Бургасов и К. Г. Гапачко и в 1964 г. П. Н. Бургасов и Н. С. Гарин дали оценку струйному способу введения веществ и провели критический анализ осложнений при применении инъекторов за рубежом и в нашей стране.

В 1957 г. Г. П. Николаевский применил безыгольный способ введения препаратов для иммунизации больших групп населения против натуральной оспы. В 1965—1966 гг. В. М. Болотовский и В. Г. Феденев проводили эпидемиологические исследования по эффективности применения безыгольного введения веществ. Результатом этих исследований были разработка и утверждение инструкции по введению вакцинных и сывороточных препаратов, а также оспенной вакцины методом безыгольной инъекции [Воробьев А. А., Некрасов И. Л., Сергеев Н. Н. и др., 1967; Акатова-Шелухина Э. М., Федоров В. В., Чимишкян К. Л. и др., 1967].

В 1959 г. Р. Е. Кавецкий с соавт., в 1960 г. А. А. Шилов, М. М. Трусов с соавт., в 1961—1968 гг. С. П. Ванюшин, Л. Ф. Бандаков предприняли попытки создания отечественных моделей инъекторов. Однако эти исследования не вышли за рамки экспериментальных работ. Разработанные модели безыгольных инъекторов (с пневматическим приводом) имели ограниченное применение из-за сложности конструкций, неудобства эксплуатации и функциональных недостатков [Воробьев А. А. и др., 1972].

В это же время коллектив воронежских конструкторов совместно со специалистами-медиками начали исследования по созданию автономных инъекторов, основанных на пружинном приводе. В 1968 г. серия таких безыгольных инъекторов успешно прошла клинические испытания. Уже первый практический опыт их применения подтвердил правильность выбранного направления исследований и перспективность моделей.

Дальнейшие поиски, комплексные исследования в этом направлении позволили создать и успешно применить ряд моделей безыгольных инъекторов различного назначения. В настоящее время инъекторы семейства «БИ» выпускаются серийно и получили широкое распространение.

Различные типы инъекторов были успешно применены во многих областях медицины: в эпидемиологии, анестезиологии, хирургии, стоматологии и т. д. При этом было подтверждено, что струйный способ введения веществ при помощи безыгольных инъекторов имеет ряд существенных преимуществ перед применением обычного шприца.

В настоящей работе использован опыт изучения механизма безыгольной инъекции и клинического применения безыгольных инъекторов во Всесоюзном научно-исследовательском институте клинической и экспериментальной хирургии Министерства здравоохранения СССР (дир. — акад. Б. В. Петровский), а также результаты комплексных исследований, проведенных в учреждениях Москвы, Воронежа, Тбилиси, Свердловска, Куйбышева, Ростова-на-Дону и других городов. Кроме того, включены материалы будапештских клиник, где применяются инъекторы фирмы «ОМСОВ», которая сотрудничает по данной проблеме с нашей страной по совместной программе в рамках Координационного центра СЭВ.

Часть I

СТРУЙНЫЙ БЕЗЫГОЛЬНЫЙ СПОСОБ ВВЕДЕНИЯ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМ И АППАРАТУРА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Глава I

ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ В ТКАНИ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ В НИХ ВЕЩЕСТВ, ВВЕДЕННЫХ БЕЗЫГОЛЬНЫМ СТРУЙНЫМ СПОСОБОМ

Сущность безыгольных струйных инъекций заключается в том, что вещество в виде тончайшей струи с большой скоростью проникает в ткани, производя при этом микроразрывы структур (рис. 1).

Отсюда становится понятным, что тип инъекции и ее качество зависят от многих факторов: кинетической энергии струи, динамики давления в рабочей камере инжектора, диаметра канала сопла, вводимого вещества, топографоанатомических особенностей участка инъекции и др.

Без точного количественного учета этих факторов нельзя понять ни патофизиологического механизма безыгольной инъекции, ни создать полноценные конструкции инжекторов, ни разработать оптимальные методики их применения.

Для планомерного методического изучения данного вопроса все факторы, могущие оказать влияние на тип и качество инъекций, были подразделены на 4 группы.

1. Конструктивные параметры самого инжектора (максимальное давление перед соплом инжектора, динамика давления в рабочей камере инжектора в период истечения вещества, диаметр канала сопла, форма прижимной площадки, конусность струи и т. п.).

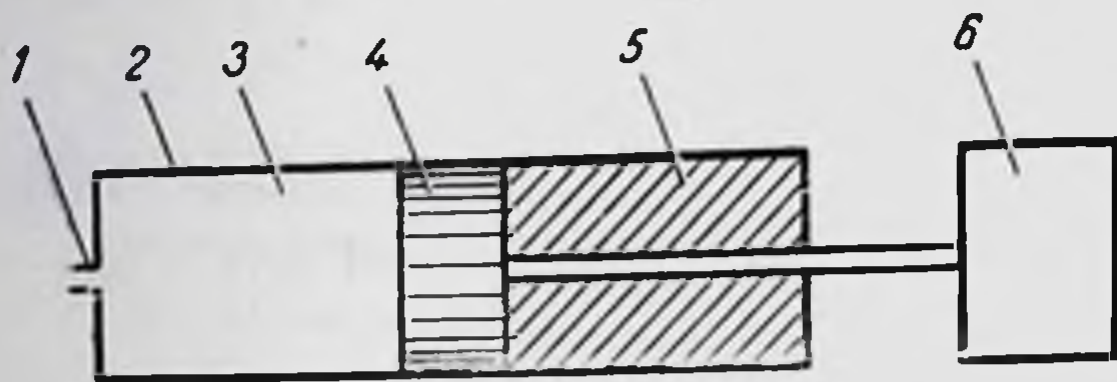


Рис. 1. Принципиальная схема безыгольного инъектора.

1 — сопло, через которое истекает вещество; 2 — рабочий цилиндр для размещения инъектируемого раствора; 3 — вводимое вещество; 4 — рабочий поршень; 5 — энергетический блок; 6 — блок регулировки дозы.

2. Физико-химические свойства вводимого вещества (доза, вязкость, дисперсность и т. п.).

3. Топографоанатомические особенности участка инъекций (плотность и толщина кожи, выраженность подкожной жировой клетчатки, толщина мышечной фасции, степень развития мускулатуры, наличие в участке инъекции мышечных фасциальных пространств, сосудов и т. п.).

4. Методика применения инъекторов.

Патофизиологические исследования безыгольных инъекций проведены на трупах животных и человека, на собаках, кроликах, телятах, а также на добровольцах.

Всего анализу подвергнуто более 50 000 инъекций.

1.1. ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БЕЗЫГОЛЬНОГО ИНЪЕКТОРА

Первую группу факторов, влияющих на тип и качество безыгольных струйных инъекций, составляют параметры самого инъектора.

Безыгольные инъекторы формируют высокоскоростную (около 700—800 км/ч) струю жидкости, обладающую значительной удельной кинетической энергией.

Общезвестно, что кинетическая энергия струи жидкости определяется выражением:

$$E \sim k \frac{mv^2}{2},$$

где m — секундный расход массы; V — скорость струи; k — коэффициент рассеивания.

В свою очередь секундный расход массы зависит от перепада давления на формообразующем элементе инъ-

ектора, а также от диаметра и формы отверстия сопла инъектора:

$$m = \mu \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2\gamma}{g} \cdot \Delta p},$$

где μ — коэффициент расхода, зависящий от формы сопла; d — диаметр сопла; Δp — перепад давления; γ — удельная плотность инъектируемой жидкости.

Скорость струи (V) также зависит от перепада давления на сопле:

$$V = \mu \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \Delta p}.$$

Коэффициент рассеивания k зависит от формы и монолитности струи, определяемой в свою очередь профилем сопла.

Основные конструктивные параметры, характеризующие функциональные свойства инъектора, следующие:

1) геометрия втулки-удлинителя для внутрикожных инъекций;

2) величина и характер изменения давления препарата перед соплом;

3) диаметр сопла;

4) форма прижимной площадки.

При проведении исследований с целью определения оптимальных значений этих параметров использовали экспериментальные модели инъекторов, позволяющие изменять параметры исследуемых факторов в широком диапазоне.

Вводили водные растворы красителей, окрашенные белковые препараты в различном разведении, рентгеноконтрастные вещества, различные лекарственные и вакцино-сывороточные препараты. Для контроля распределения вводимого препарата в процессе инъекций был применен метод скоростной рентгенокиносъемки (80 кадров в секунду).

1.1.1. Влияние геометрии втулки-удлинителя на проникновение вещества в кожу

При выполнении внутрикожной инъекции кожа формировалась втулкой-удлинителем под определенным радиусом сферы, т. е. создавались условия для лучшего расслоения кожи препаратом.

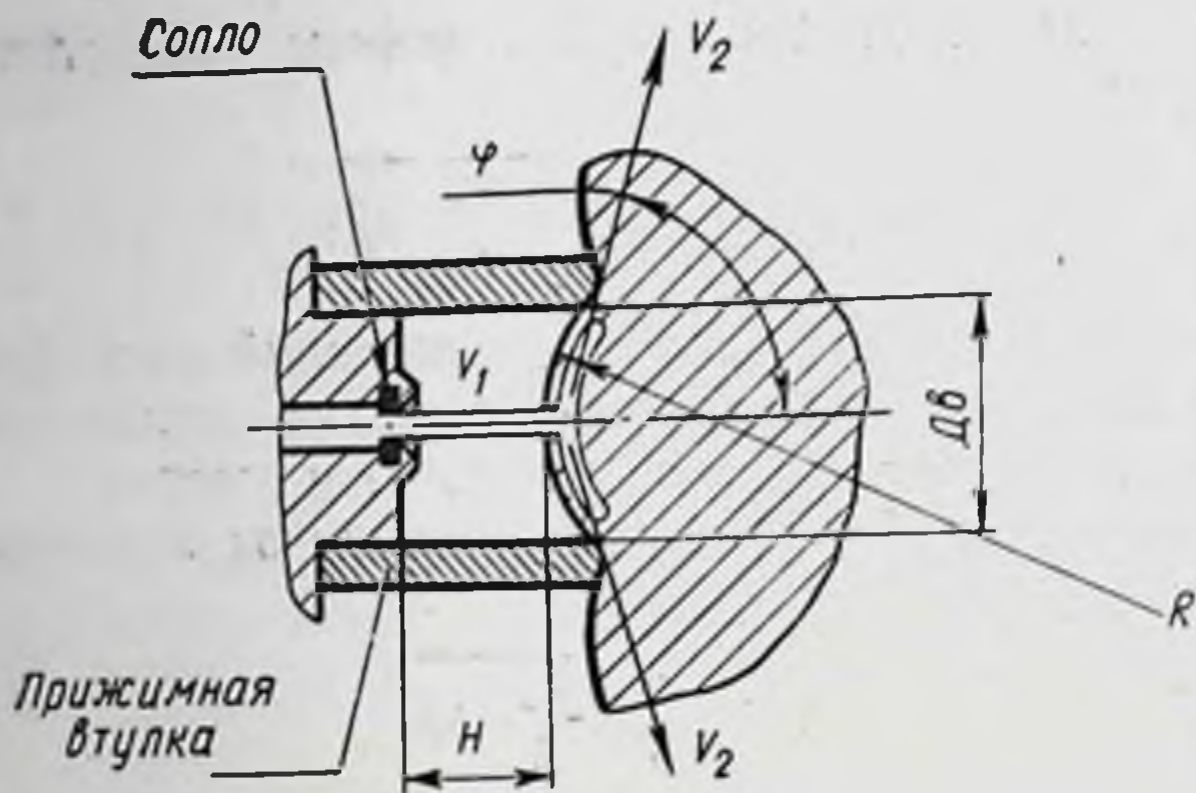


Рис. 2. Схема формирования сферической поверхности при внутрикожных инъекциях (объяснение в тексте).

Для отработки оптимального режима внутрикожной инъекции был изготовлен набор из нескольких прижимных втулок-удлинителей с различным внутренним диаметром $D_{в}$ (8, 10, 12, 14 и 16 мм) и допускающих возможность осевого перемещения H относительно сопла за счет резьбового сочленения (рис. 2).

Без втулки-удлинителя при прочих равных условиях препарат попадал в более глубокие слои кожи или подкожно, диаметр папулы получался меньше на 2—3 мм. Это можно объяснить следующим.

Сила активного давления струи на препарат (в данном случае кожу) равна:

$$F \sim \rho m V_0 (1 \cdot \cos \varphi),$$

где F — сила активного давления струи; ρ — плотность препарата; m — расход через сопло; φ — угол между касательной к сферической поверхности и направлением струи.

Следовательно, сила активного давления струи на кожу при прочих равных условиях будет меньше на выпуклую поверхность, чем на вогнутую ($\cos \varphi$ при этом имеет отрицательное значение).

Оценка папул, полученных при внутренних диаметрах втулки-удлинителя 8, 10, 12, 14 и 16 мм и сохранении неизменными остальных параметров показала, что оптимальным является диаметр втулки 10—12 мм.

В процессе экспериментов определены оптимальные расстояния, на которые необходимо удалить сопло от поверхности кожи. Полноценная внутрикожная папула отмечена при $H=8-10$ мм.

1.1.2. Влияние динамики давления перед соплом на проникновение вещества в ткани

Общепризнано, что кардинальная роль в осуществлении безыгольных инъекций принадлежит высокому давлению в рабочей камере инжектора [Бандаков Л. Ф., 1969; Воробьев А. А. и др., 1972; Hingson R., 1963, и др.]. Причем указывает, что с увеличением давления глубина проникновения веществ в ткани увеличивается.

Разные авторы рекомендуют далеко не одинаковые величины этого давления: для осуществления внутрикожных и подкожных инъекций — от 150 до 280 ати, для внутримышечных инъекций — от 200 до 900 ати [Бандаков Л. Ф., 1969; Воробьев А. А. и др., 1972; Белиан В., Штарке Г., 1970; Waggen J. et al., 1955, и др.]. Такой разброс величин не может удовлетворить ни исследователей, ни практических врачей. Наши исследования показали, что действительно при всех рекомендованных величинах давления возможно получение заданного типа инъекций. Все дело в том, что величина давления есть лишь один из многих факторов, влияющих на внедрение и распространение веществ в тканях. Поэтому мы особо учитывали и оговаривали все основные факторы.

Само давление в рабочей камере (перед соплом) инжектора также имеет ряд существенных параметров. Характер изменения давления перед соплом определяется выраженностью и величиной начального гидроудара, фронтом нарастания кривой давления, крутизной ее падения в процессе истечения струи (рис. 3).

Прежде всего было изучено влияние на проникновение веществ в ткани гидравлического удара. Применены экспериментальные инжекторы, оттарированные по осциллограмме давления перед соплом на одинаковый режим, за исключением начального участка. Для инжектора с пружинным приводом, механической системой сжатия силовой пружины, механическим устройством для удержания и спуска подвижных частей характерно наличие гидравлического удара (скачка давления) перед

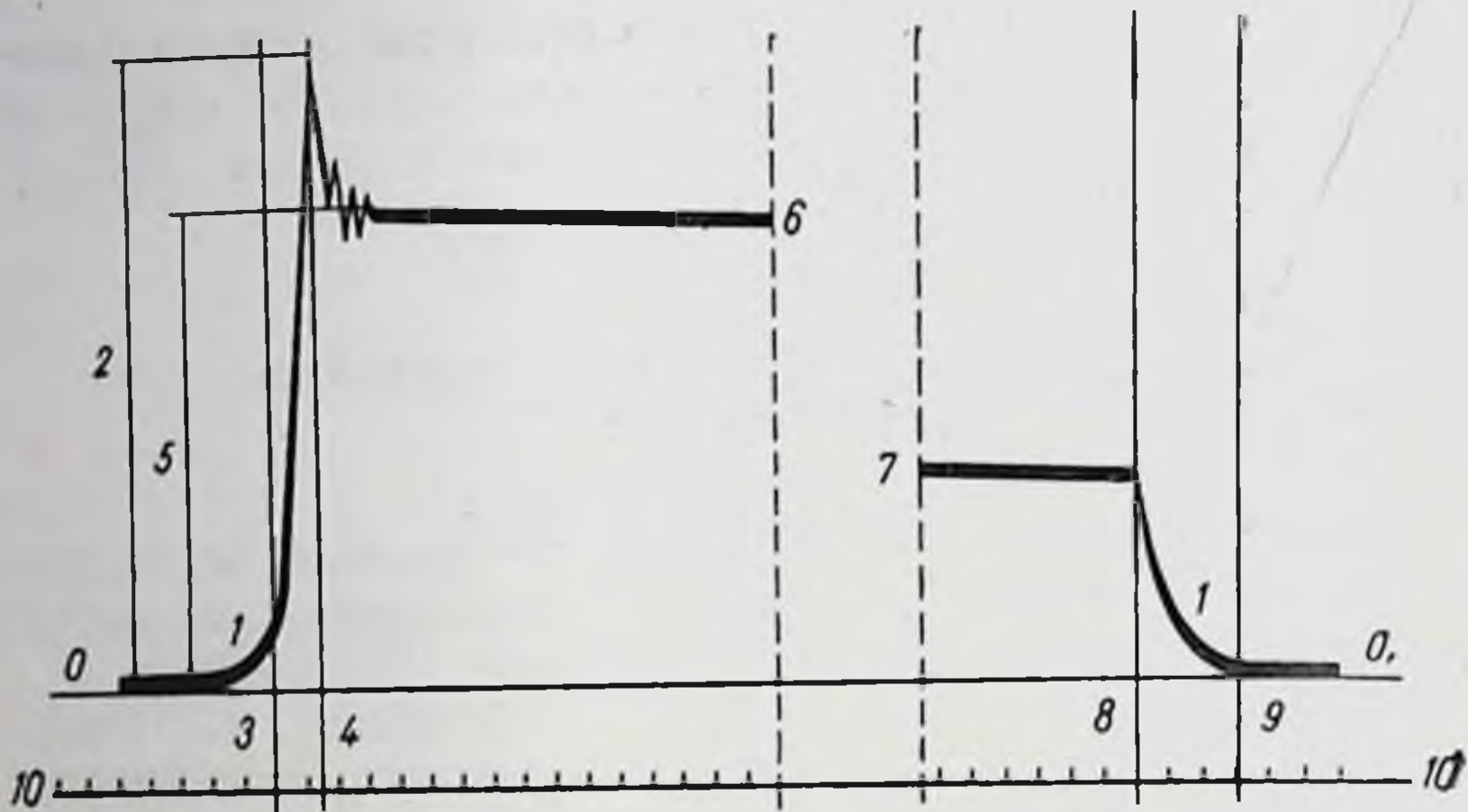


Рис. 3. Динамика изменения давления перед соплом в пружинном инъе́кторе серни БИ (на примере инъе́ктора БИ-3).

0—0₁ — нулевая линия; 1—1 — кривая давления, 2 — величина гидроудара в начале инъе́кции; 3—4 — время, затрачиваемое на эффект гидроудара; 5 — величина зачетного максимального давления перед соплом; 6—7 — величины давления в динамике; 8—9 — время окончательного падения давления; 10—10 — отметка времени.

соплом с численной величиной давления, превосходящей номинальное значение в 1½—2 раза.

Во всех случаях при работе инъе́ктора с наличием гидравлического удара при внутрикожном введении (при прочих равных условиях) отмечалась папула с более глубоким залеганием препарата и повышенной кровоточивостью.

При работе инъе́ктора с безгидроударной характеристикой давления перед соплом отмечались более четкие, чем в предыдущем случае, папулы типа лимонной корочки. Небольшие выделения крови наблюдали лишь в 3% случаев.

Анализ результатов скоростной рентгенокиносъемки подкожной и внутримышечной инъе́кций, выполненных инъе́кторами с наличием гидравлического удара и без него, показал, что первая порция препарата проникает глубже при работе инъе́ктора с наличием гидравлического удара перед соплом. Таким образом, было установлено, что наличие значительного гидроудара отрицательно сказывается на качестве и управляемости струйных инъе́кций. Поэтому во всех дальнейших исследованиях были применены экспериментальные модели инъе́кторов с демпфированием гидроудара.

Численное значение начального расчетного давления жидкости перед соплом, необходимое для осуществления каждого типа инъекции (внутрикожной, подкожной, внутримышечной), определяем путем использования силовых пружин, обеспечивающих начальное расчетное давление перед соплом до 400 ати. Уменьшение давления осуществлялось дросселированием сливной магистрали гидравлической модели инжектора, применением сменных жиклеров перед соплом, а также силовых пружин с соответствующими характеристиками.

С целью изучения характера проникновения и распределения вещества в тканях в зависимости от максимального давления перед соплом инжектора было проанализировано более 2000 безыгольных инъекций при различных значениях силы энергетической пружины (исследования проведены совместно с Е. Б. Поповой).

Основным требованием было соблюдение идентичных условий проведения исследований: одинаковые диаметр сопла, доза, вязкость и дисперсность вводимого вещества, степень прижатия инжектора к тканям, угол наклона инжектора к поверхности места инъекции и т. п. Таким образом, в данной серии экспериментов при прочих равных условиях переменной величиной было лишь давление перед соплом инжектора.

Изучено введение веществ в слизистую оболочку, в толщу кожи, под кожу и в мышечную ткань.

На основании анализа инъекций, проведенных на животных, трупах и добровольцах, было показано, что эффективное давление в рабочей камере инжектора для введения веществ в слизистую оболочку полости рта лежит в диапазоне от 140 до 250 ати (при диаметре канала сопла 0,13—0,15 мм). Струя вещества при давлении менее 90 ати не проникала в слизистую оболочку, а орошала ее. Проведенные исследования позволили установить, что целесообразно использовать давление в 200 ати. Меньшее давление не всегда обеспечивает высокое качество инъекций. Давление в рабочей камере инжектора более 250 ати обеспечивает введение препарата, но при этом создается неудобство работы с инжектором, связанное с необходимостью приложения значительных усилий для взведения пружин. Кроме того, при таких величинах давления повышается степень травматизации тканей.

Для инъекций в область ротоглотки изучены величины давления от 50 до 300 ати. При введении веществ

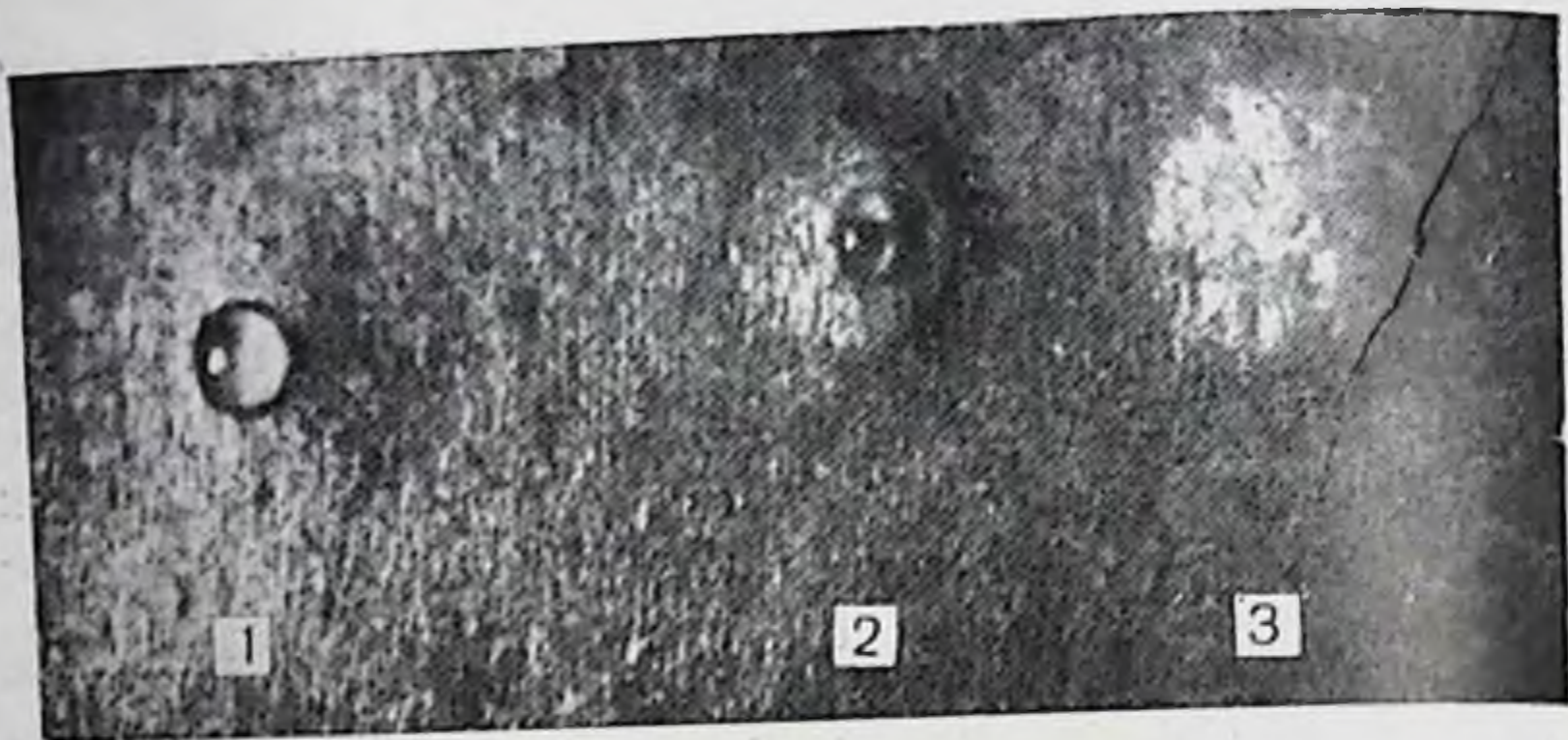


Рис. 4. Зависимость проникновения вещества в кожу предплечья от давления в рабочей камере инъектора.
1— $P=90$ ати; 2— $P=130$ ати; 3— $P=150$ ати.

под давлением 60 ати на поверхности слизистой оболочки образовывалась лимонная корочка диаметром от 3 до 30 мм с типичным побледнением. Из входного отверстия выделялось несколько капель кровянистой жидкости.

Увеличение давления до 100 ати приводило к более глубокому расположению вещества без снижения качества инъекции. Введение веществ безыгольными инъекторами под давлением, превышающим 200 ати, вне зависимости от примененной дозы сопровождалось небольшим кровотечением из места инъекции. Кровотечение было более выражено при увеличении вводимой дозы. Если на пути струи не было костных образований, вещество через ткани и кожу «простреливалось» наружу. При визуальном контроле на месте инъекции также отмечены обширные гематомы. Инъекции, проведенные под давлением, превышающим 200 ати непосредственно над кровеносными сосудами, вызывали порезы их стенок. Вещество, вводимое под меньшим давлением, вызывало лишь имбибицию стенок сосудов. При давлении до 100 ати изменения были минимальными. Таким образом, для введения веществ в ткани глотки рекомендуется поддерживать давление в рабочей камере инъектора 60—100 ати.

В кожу вещество начинало проникать при давлении перед соплом 130 ати. В полном объеме вещество проникало под кожу при давлении перед соплом 150 ати. При использовании насадки высотой 8 мм и сопла диа-

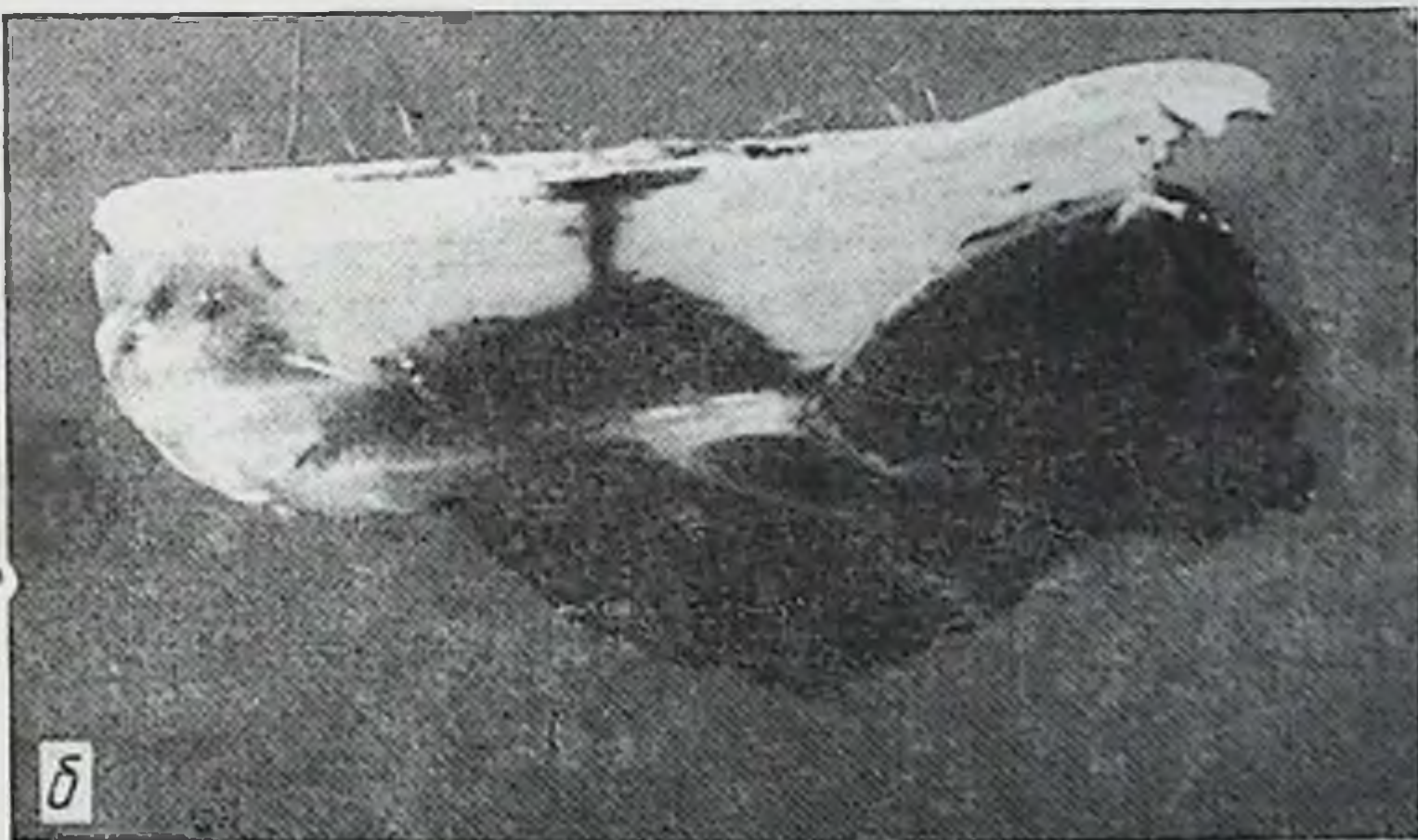
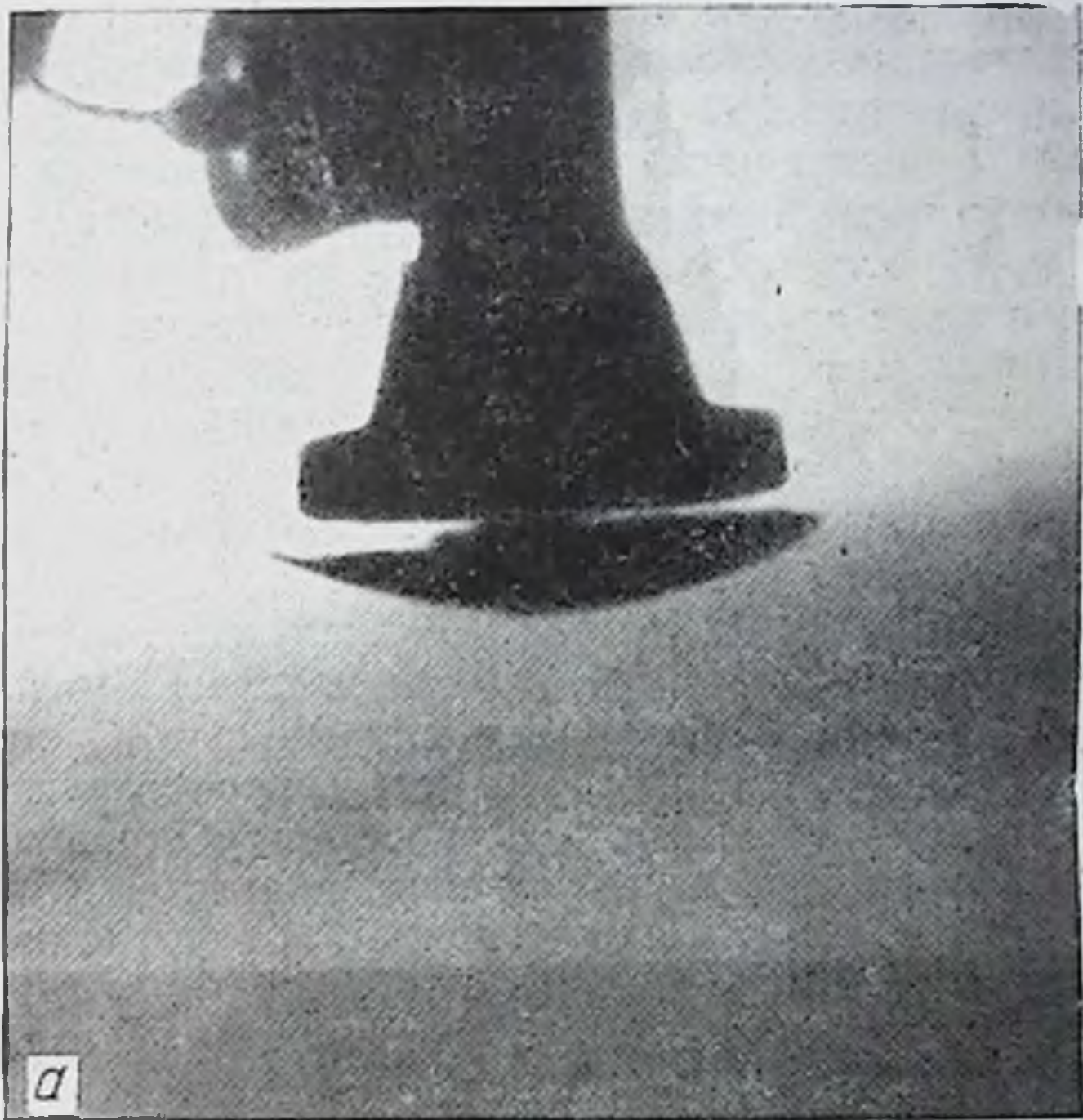


Рис. 5. Высококачественная подкожная струйная инъекция.
а — рентгенограмма (1 мл 75% раствора уротраста, наружная поверхность бедра человека); б — препарат.

Изд. № 274236
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

метром 0,15 мм вещество в полном объеме проникало в кожу при давлении перед соплом 150 ати (рис. 4).

С постепенным увеличением максимального давления перед соплом до 180—190 ати (при диаметре сопла 0,15 мм) большая часть веществ оставалась внутри кожи, однако часть вещества проникала под кожу. Постепенно при увеличении максимального давления перед соплом в коже оставалось лишь незначительное количество вещества. Проникновение всего объема вещества в подкожную жировую клетчатку (без насадки и плотном прижатии инъектора к коже) наблюдалось при максимальном давлении в рабочей камере инъектора 200—230 ати (рис. 5).

Анализ рентгенокинограмм показал, что при прохождении кожи инъекционной струей частицы препарата, потерявшие значительную часть кинетической энергии, остаются внутрикожно (у них нет запаса энергии для «прорывания» очередного слоя) и распространяются в поперечном относительно струи направлении. Количество внутрикожного остатка зависит от механических свойств кожи, величины начального расчетного давления перед соплом и времени его нарастания, диаметра сопла и т. п. Остальная часть вещества проникает дальше по уже сформированному каналу.

При достижении фасции у струи недостаточно энергии для того чтобы прорвать ее, и препарат распространяется над фасцией, в близлежащих слоях подкожной клетчатки.

При дальнейшем увеличении давления до 200 ати (при диаметре сопла 0,18 мм) вещество проникало через фасцию в мышцы, однако некоторое количество вещества оставалось под кожей. При давлении в рабочей камере 280—300 ати весь объем вещества распределялся внутримышечно (рис. 6).

Рентгенокинематографический анализ безыгольных инъекций, осуществленных при помощи инъекторов с пружинным типом привода, отчетливо показал два этапа (две фазы) распределения вещества в тканях. На первом этапе острие струи вещества сразу достигало максимальной глубины. На втором этапе при падении кинетической энергии струи вещество распространялось радиально и перпендикулярно по отношению к струе.

В механизме проникновения вещества внутримышечно особо важное значение имеет не только абсолютное

Рис. 6. Высококачественная внутримышечная инъекция. (1 мл 75% раствора уротраста, бедро человека: P_1 инъектора — 300 атм, диаметр канала сопла — 0,18 мм).



значение, но и динамика давления струи вещества в период инъекции.

В начальный период инъекции частицы препарата с недостаточным запасом энергии остаются над фасцией. В зависимости от величины начального расчетного давления перед соплом и времени его нарастания фасция пробивается струей через 0,01—0,03 с.

Давление в конце инъекции меньше, чем в начале, поэтому при разнице исходного и конечного давления в рабочей камере инъектора каждая последующая часть вещества проникает на меньшую глубину и последняя порция дозы вещества также располагается над фасцией по типу подкожной инъекции.

Для осуществления высококачественной внутримышечной инъекции начальный участок струи, сформированный в сопле инъектора, должен обладать энергией, достаточной для наиболее быстрого прохождения кожи, подкожной клетчатки и фасции.

Дальнейшее проникновение препарата идет по сформированному каналу, и препарат попадает на глубину даже при некотором понижении давления перед соплом.

Если это понижение значительное, то увеличивается количество препарата, не достигшего заданной глубины.

Необходимым оказалось определение оптимального значения жесткости силовых пружин.

Анализ кривых изменения давления жидкости перед соплом показывает, что оптимальная кривая должна быть с минимальным временем нарастания начального расчетного давления перед соплом, с горизонтальным или имеющим небольшой наклон участком истечения заданной дозы и с минимальным по времени участком «выбега».

С изменением жесткости силовых пружин изменялось соотношение препарата в подкожной клетчатке и мышце. Так, с увеличением жесткости пружин увеличивалось количество препарата в подкожной клетчатке и уменьшалось количество препарата, попавшего в мышцу.

Нужно признать оптимальными и рекомендовать для использования в инъекторных пружины с жесткостью 3—4 кг/мм.

1.1.3. Влияние диаметра сопла на глубину проникновения препарата

Имеющиеся в литературе данные по этому вопросу также разноречивы. Кроме того, часто приводимые величины представлены самостоятельно, отдельно от остальных параметров инъектора [Воробьев А. А., Некрасов И. Л., Бандаков Л. Ф., 1972; Benkert J., 1971; Gaylard R., 1972, и др.]. Поэтому использовать эти данные в исследовательской, конструкторской или практической работе затруднительно.

Мы проанализировали 1771 инъекцию (исследования проведены совместно с Е. Б. Поповой). Безыгольные инъекции в различных случаях осуществляли в идентичные участки тела, при одинаковом давлении в камере инъектора и его динамики, вводили одинаковые вещества, применяли одинаковую методику работы с инъектором и т. п.

При использовании сопел трех диаметров (0,10; 0,15; 0,20 мм) отмечено полноценное введение вещества в слизистую оболочку полости рта. Особенностью было более поверхностное расположение инфильтрата при применении сопел с меньшим диаметром (0,10 мм). Оптимальным для клинической практики является применение со-

пел диаметром 0,15 мм. Сопла диаметром 0,20 мм применять нецелесообразно, поскольку они вызывают неоправданную степень травматизации тканей.

При одинаковом давлении ($P=150$ ати) и применении сопел диаметром 0,10 мм вещество (доза 0,1 мм) полностью проникало внутрикожно с образованием качественной папулы (насадка диаметром 10 мм и высотой 8 мм). При использовании сопла диаметром 0,20 мм (при тех же условиях) значительная часть препарата проникала подкожно.

Анализ введения раствора метиленового синего инъектором показал, что при неизменной характеристике давления жидкости перед соплом ($P=250$ ати) и прочих одинаковых условиях препарат при диаметре отверстия сопла 0,08 мм проникал подкожно на глубину 10—12 мм, а при диаметре 0,20 мм — внутримышечно на глубину до 40—45 мм.

В результате экспериментов была подтверждена возможность регулирования глубины проникновения препарата за счет изменения диаметра канала сопла.

Интересно, что при изменении характеристики давления жидкости перед соплом (за счет подбора силовых параметров пружины) оказалось возможным обеспечить внутримышечный режим для всех исследованных сопел. Жесткость силовой пружины при этом не превышала 4 кг/мм (табл. 1).

Таблица 1

Необходимая величина давления для осуществления внутримышечных инъекций при различных диаметрах сопел

Диаметр канала сопла, мм	Начальное давление (P) перед соплом, ати
0,08	350—380
0,11	300—340
0,13	280—320
0,15	250—300
0,18	230—290
0,20	210—280

Применение сопел с диаметром канала 0,11—0,15 мм для осуществления внутрикожных, подкожных и внутримышечных инъекций обеспечивало незначительную

травматизацию тканей. При использовании для инъекций сопла с каналами больших диаметров отмечалась повышенная кровоточивость.

Для осуществления внутримышечной инъекции при диаметре канала сопла менее 0,1 мм требуется начальное расчетное давление перед соплом не менее 340 ати. Для создания этого давления начальная сила пружины должна быть достаточно велика, и поэтому сжатие такой пружины связано с излишней затратой энергии оператором (для автономных безыгольных инъекторов); кроме того, такая пружина значительно увеличивает массу исполнительной части инъектора.

При испытаниях также отмечено, что сопла с диаметром канала менее 0,1 мм неудобны в эксплуатации, так как их трудно чистить при засорении.

В связи с изложенным был сделан вывод что внутримышечный режим введения препаратов наиболее целесообразно обеспечивать соплами с диаметром канала 0,15—0,18 мм.

1.1.4. Влияние формы прижимной площадки на глубину и характер распространения вещества в тканях

В предварительных экспериментах было установлено более поверхностное расположение введенного вещества при применении сопел без прижимной площадки (точнее, с минимальным ее диаметром). Эти наблюдения легли в основу специального раздела исследований по влиянию формы прижимной площадки на качество инъекции.

Исследования проводили на себе и добровольцах в возрасте от 19 до 50 лет. Инъекции производили в области наружной поверхности верхней и средней третей бедра. В качестве вводимого вещества применяли рентгеноконтрастные препараты верографии и уротраст 70%. Во всех случаях вещество вводили в дозе 1 мл.

Контроль за введением и распространением препарата осуществляли визуально и рентгенологически. Инъекции оценивали по следующим показателям: болезненность, образование на поверхности кожи «лимонной корочки», глубина внедрения в ткани первой порции препарата, тип инъекции, общая глубина распространения вещества в конце инъекции, конечная форма введенного

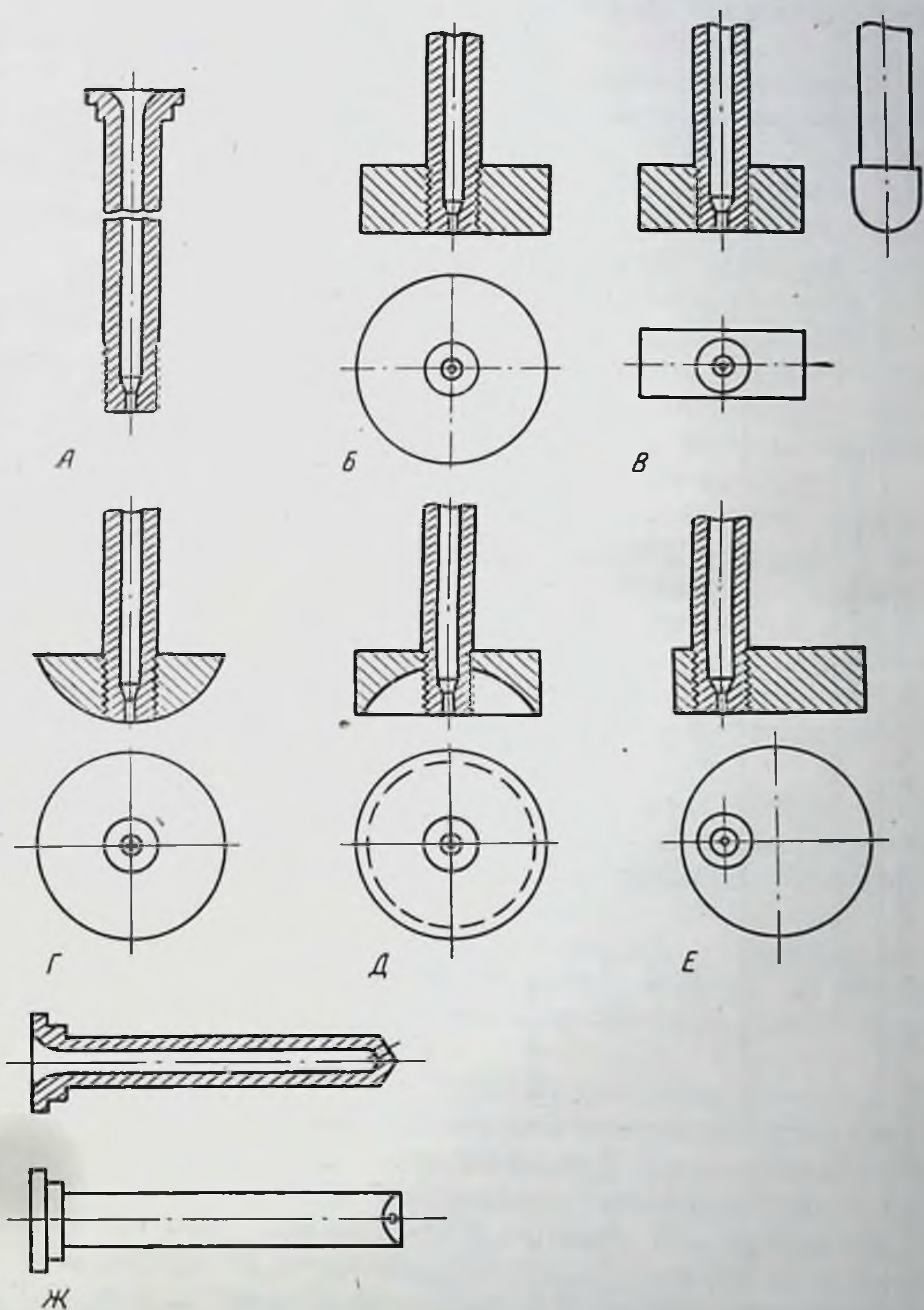


Рис. 7. Схемы конструкций прижимных площадок безыгольного инъ-ектора.

А — в форме круга диаметром 5 мм; Б — в форме круга диаметром 30 мм; В — в форме полосы длиной 20 мм, шириной 5 мм с центральным расположением сопла; Г — в форме полусферы с радиусом 15 мм; Д — в форме кольца с наружным диаметром 30 мм и внутренним диаметром 26 мм; Е — в форме круга диаметром 30 мм с эксцентричным расположением сопла; Ж — в форме цилиндра диаметром 10 мм с двумя срезами на конце; центральный канал прогнут и выходит на одну из поверхностей среза под углом 90°, в выходном отверстии канала вмонтировано рубиновое сопло.

Характеристики инъекций при применении различных прижимных площадок

Тесты	Прижимная площадка			
	А	Б	В	Д
Болезненность	Нет	Нет	Нет	Нет
«Лимонная корочка»	»	»	»	»
Глубина проникновения вещества, мм	5--6	16--18	8--10	18--20
Канал и его выраженность	Незаметен	Выражен хорошо, «ветвист»	Выражен плохо	Выражен хорошо, «ветвист»
Распространение вещества (из какой части струн, диаметр)	Из верхней половины струн, 35--45 мм	Из нижней половины струн, частично по всей длине канала, диаметр в подкожной клетчатке до 60--70 мм, в мышце — до 20 мм	Из верхней половины струн, 45--65 мм	Из нижней половины струн, диаметр в подкожной клетчатке до 50 мм, в мышце — до 25 мм
Тип инъекции:	Подкожная	Подкожная, внутримышечная	Подкожная	Подкожная, внутримышечная
верхняя треть плеча	»	Подкожная	»	Подкожная
верхняя треть бедра	»	Подкожная	»	Подкожная
средняя треть бедра	»	внутримышечная	»	внутримышечная

вещества и ее размеры, наличие входного канала, его форма и степень выраженности.

С целью создания полностью идентичных условий исследования применяли один и тот же образец инъектора, одно и то же сопло с диаметром канала 0,18 мм. Сравнивали инъекции, произведенные в идентичные участки тела. Для изучения выбрали следующие 4 типа прижимных площадок (рис. 7): прижимная площадка в виде круга диаметром 5 мм (А); прижимная площадка в форме круга диаметром 30 мм (стандартное сопло — В); прижимная площадка в форме полосы длиной 20 мм, шириной 5 мм с расположением сопла в центре (В); прижимная площадка в форме кольца с наружным диаметром 30 мм, внутренним диаметром 25 мм (Д).

Прижимная площадка А представляет собой основание цилиндра, в центре которого закреплено рубиновое сопло. На наружной поверхности цилиндра имеется резьба. Во всех остальных прижимных площадках внутренняя резьба центрального канала позволяет навинчивать их на этот цилиндр. Тем самым, не меняя сопла, можно было произвольно изменять форму прижимной площадки.

Во всех случаях независимо от формы прижимной площадки и места инъекции отмечено полное введение всей дозы (1 мл). Потерь вещества не было или они были ничтожными.

Все инъекции были безболезненными. Образования «лимонной корочки» не наблюдалось. Иногда из места введения препарата выделялось несколько капель кровянистой жидкости.

Сводные данные исследований приведены в табл. 2.

При использовании прижимной площадки А вещество распространялось строго подкожно радиально во все стороны по отношению к оси струи инъекции (рис. 8,А), при применении прижимной площадки В — также подкожно, однако в основном перпендикулярно длиннику прижимной площадки (см. рис. 8,В). Эти прижимные площадки обеспечивали стабильное подкожное введение препарата независимо от участка и конституциональных особенностей пациента.

При применении прижимной площадки Д уже первая порция вещества проникала на значительную глубину. После проникновения вещества на максимальную глубину в дальнейшем оно распространялось горизонтально,

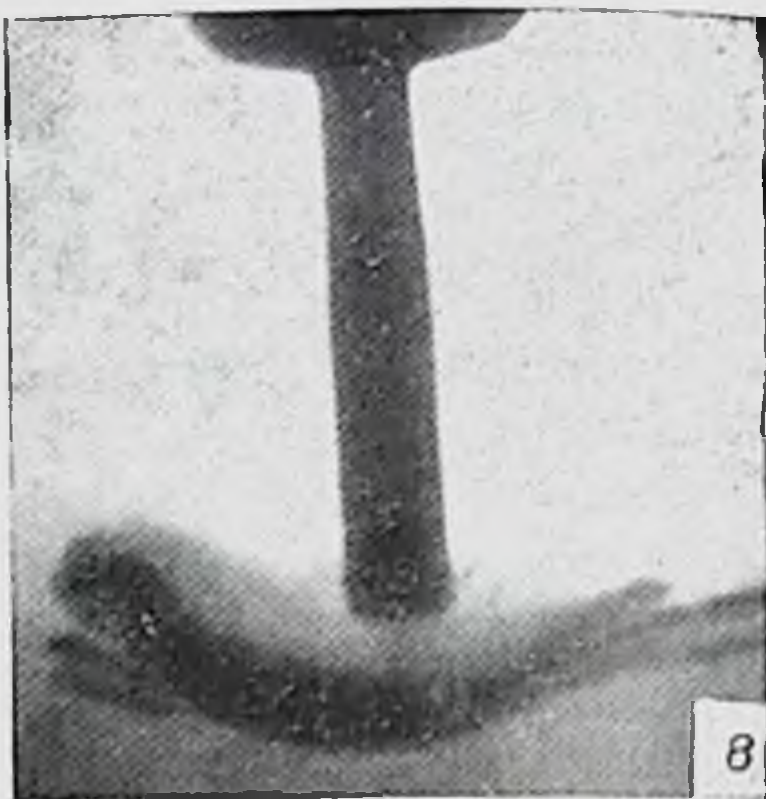


Рис. 8. Форма распространения вещества при использовании различных прижимных площадок. Обозначения те же, что и на рис. 7.

в основном из нижней половины струи. Во всех случаях канал был четко выраженным и сильно «ветвистым». При инъекции в среднюю треть наружной поверхности бедра и верхнюю треть плеча часть вещества проникла в мышцу (см. рис. 8,Д).

Таким образом, форма прижимной площадки оказала заметное влияние на внедрение и распространение вещества. В качестве общей закономерности можно отметить, что с увеличением площади прижимной площадки, выполненной в виде прямой плоскости, вещество проникало глубже.

При применении прижимной площадки А прижимной «пояс» вокруг соплового канала составлял в диаметре всего 5 мм. Под инъектором в тканях создавалась зона

повышенного давления в виде узкого цилиндра. При проникновении первой порции вещества в ткани часть кинетической энергии струи (особенно по ее периферии) терялась и в силу физических законов вещество устремлялось в зону с меньшим внутритканевым давлением. Последующие порции вещества легко проникали в образованное депо перпендикулярно направлению струи. Такая картина наблюдалась независимо от участка инъекции.

Нетрудно предположить, что эта форма прижимной площадки может не обеспечить достаточной фиксации инъектора к коже. Для повышения надежности фиксации инъектора нами испытана прижимная площадка В, имеющая форму полосы. Особенностью этой площадки является увеличение прижимной поверхности с сохранением нормального тканевого давления. И в этом случае также получены высококачественные подкожные инъекции независимо от участка и конституциональных особенностей пациента, причем основная масса введенного вещества распространялась по обе стороны от прижимной полосы.

В то же время при использовании прижимной площадки Б во всех случаях проникновение вещества было более глубоким (см. рис. 6). Это можно объяснить тем, что широкая площадка вокруг соплового канала при прижатии создает в тканях зону повышенного давления. Эта зона имеет форму цилиндра и при инъекции располагается равномерно вокруг струи.

Интересными, на наш взгляд, явились динамика и форма распределения вещества при применении прижимной площадки Д. Она создает зону повышенного давления вокруг струи на некотором расстоянии от нее и внешне имеет форму полого цилиндра. В этом случае глубина проникновения вещества такая же, как при использовании прижимной площадки Б, и даже глубже. Канал четко выражен и более ветвист. Основная масса введенного вещества располагается на максимальной глубине.

Ветвистость канала может быть объяснена специфическим чередованием зон повышенного и нормального давления.

Таким образом, для подкожных инъекций рекомендуются прижимные площадки с малой площадью прижима вокруг сопла, для внутримышечных инъекций — ши-

рокие прижимные площадки, создающие в тканях зону высокого и равномерного давления вокруг струи.

После изучения всех факторов, влияющих на качество безыгольных инъекций, была предпринята попытка максимального упрощения методики применения иньекторов при подкожных инъекциях. С этой целью было разработано, изучено и применено специальное сопло, позволяющее управлять струей вводимого вещества. При этом отпадает необходимость в строгом соблюдении узкого интервала величин давления в рабочей камере иньектора, диаметра соплового канала, в особом учете мест инъекции, степени выраженности подкожной клетчатки.

Сущность разработанной конструкции [Бурга-сов П. Н. и др., 1974] заключается в изменении формы прижимной площадки, обеспечивающей направление струи вводимого вещества подкожно, параллельно коже при одновременном перпендикулярном к коже расположении соплового канала (см. рис. 7, Ж). Часть сопла, фиксируемая к головке иньектора, такая же, как у прототипных конструкций. Часть, содержащая камень с сопловым каналом, выдвинута в виде цилиндра, имеющего на конце два диаметрально расположенных среза, образующих конус. Внутри цилиндрической части находится канал, который на уровне начала срезов изогнут в одну сторону и подходит к ней под прямым углом. Там же вмонтирован камень (например, рубин) с сопловым каналом.

Предложенное сопло апробирована на трупах, в эксперименте на собаках и добровольцах. Всего осуществлено 120 инъекций. Применена пружина, обеспечивающая давление 220—300 ати. Диаметр сопла 0,15 и 0,2 мм. Вводили раствор метиленового синего и γ -глобулин, подкрашенный метиленовым синим (в исследованиях на трупах), 75% раствор уротраста (на собаках) и 35% и 75% растворы уротраста (на людях).

На трупах вещество в тканях наружной поверхности бедра всегда располагалось подкожно, в виде обычной кляксы, в основном на фасции и сбоку от головки иньектора. В местах с хорошо выраженной подкожной клетчаткой (на ягодице) препарат не достигал мышцы и располагался под кожей. В данном случае, очевидно, имела значение большая глубина вдавления сопла в ткани.

Полученные результаты были полностью подтверждены в экспериментах на собаках, а также в наблюдениях на людях. Рентгенологический анализ показал, что в любом случае независимо от степени выраженности подкожной клетчатки и свойств самой кожи вводимое вещество распространялось строго подкожно (см. рис. 8, Ж).

Сопоставляли результаты применения обычного и предлагаемого сопел при прочих равных условиях (сила пружины, диаметр сопла, физико-химические свойства вещества, участок инъекции). При использовании обычного сопла констатировали полноценную внутримышечную инъекцию, а при применении предложенного наблюдали подкожное расположение всей введенной дозы препарата.

Субъективные ощущения при применении сопел обоих типов идентичны, каких-либо осложнений не отмечено.

Таким образом, положительными качествами предложенной конструкции сопла являются:

1) расширение возможных величин диаметра сопла. Это, как нам представляется, дает возможность вводить крупнодисперсные вещества, например некоторые вакцины;

2) расширение границ зоны применяемых давлений, что, по нашему мнению, делает инъекторы более универсальными и безопасными.

Представляло практический интерес проведение анализа качества работы разработанных модификаций прижимных площадок безыгольных инъекторов в условиях массовой вакцинации. Анализу подвергнуто 34 000 инъекций, сделанных во время проведения профилактических прививок против холеры [Коротеев А. В., 1974].

Прививки делали безыгольными инъекторами БИ-2 и БИ-3. Диаметр канала сопла был 0,18 мм.

Для исследования выбраны формы прижимных площадок, показанные на рис. 7.

Во всех группах исследований, за исключением группы, которую мы в дальнейшем будем обозначать А-1, инъектор располагали перпендикулярно поверхности кожи. В группе А-1 (применяли прижимную площадку А), инъектор располагали под углом 45° к поверхности кожи, и инъекции проводили в предварительно сформированную складку кожи.

Вакцинацию проводили вакциной Иркутского государственного научно-исследовательского института Сибири и Дальнего Востока серии 23 и 24 в дозе 0,5 мл, содержащей 8 млрд. микробных тел. Вакцину вводили подкожно в наружную поверхность верхней трети плеча. Место инъекции предварительно обрабатывали спиртом. Данные наблюдений представлены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Частота осложнений (в процентах) по группам наблюдений

Критерии	Типы прижимных площадок (группы)							
	А	А-1	Б	В	Г	Д	Е	Ж
Порезы кожи	4,62	2,98	0,83	1,16	2,13	0	1,04	1,01
Внутрикожная задержка вакцины («лимонная корочка»)	3,39	4,17	16,40	4,63	4,79	4,37	5,18	5,05
Болезненность	9,09	10,60	8,90	9,40	6,38	6,25	8,29	7,70
Кровотечения	15,38	13,10	16,80	13,90	10,60	8,85	10,23	12,63

Таблица 4

Длина порезов кожи и диаметр «лимонных корочек» в процентах ($M \pm m$) при использовании прижимных площадок различной формы

Тип прижимной площадки—группы	Длина порезов, мм	Диаметр «лимонных корочек», мм
А	$7,73 \pm 0,54$	$6,58 \pm 0,37$
А-1	$6,80 \pm 0,80$	$5,43 \pm 0,40$
Б	$5,50 \pm 0,22$	$6,05 \pm 0,26$
В	$5,50 \pm 0,57$	$7,13 \pm 0,53$
Г	$3,75 \pm 0,21$	$4,44 \pm 0,31$
Д	—	$5,86 \pm 0,30$
Е	$7,00 \pm 0,37$	$4,80 \pm 0,34$
Ж	$2,50 \pm 0,19$	$4,00 \pm 0,29$

Почти во всех случаях независимо от конкретной формы прижимной площадки всю дозу вакцины вводили в ткани. При качественной подкожной инъекции в месте введения можно было определить уплотнение величиной с небольшую горошину. Значительные потери

вакцины наблюдали лишь при порезах кожи — в 1,6% случаев. Во всех остальных случаях потерь веществ не было или они были незначительными.

Болезненность различной степени выраженности отмечена в 6,25—10,6% наблюдений в различных группах исследований. Значительную болезненность (сильнее, чем при игольной инъекции) наблюдали в среднем в 0,65% инъекцией.

Частота кровотечений составила в среднем 12%. Чаще всего кровотечение начиналось через 30—40 с после инъекции. Однако в ряде инъекций (в среднем в 4,1% случаев) кровотечение начиналось в первые 30 с после введения вакцины. В большинстве случаев кровотечение представляло собой выделение из места введения вакцины 1—3 капель кровянисто окрашенной жидкости. Кровотечение самопроизвольно прекращалось через 1—2 мин. Вместе с тем в ряде случаев отмечены кровотечения в виде тончайшей струйки крови. Какой-либо опасности они не представляли и легко останавливались простым прижатием тампоном.

Частота порезов кожи колебалась от 4,62% (при применении прижимной площадки А) до 0 при использовании прижимной площадки Д. Отмечена зависимость длины порезов кожи от формы прижимных площадок (см. табл. 4). Максимальная длина порезов кожи была в группе А — средняя длина их $7,73 \pm 0,54$ мм.

Частота внутрикожной задержки вакцины колебалась от 4,17% (группы А-1) до 16,40% (группа Б). Диаметр «лимонных корочек» также зависел от формы прижимной площадки. Минимальный диаметр «лимонных корочек» был в группе Ж — $4,00 \pm 0,29$ мм, максимальный — в группе В — $7,13 \pm 0,53$ мм.

Технических погрешностей в работе инъекторов не было.

Доказано, что прижимные площадки имеют существенное значение для надежности фиксации инъектора к коже и оказывают большое влияние на частоту и выраженность осложнений.

Предыдущими исследованиями было установлено, что прижимные площадки А—Ж обеспечивают стабильное подкожное введение препарата независимо от места введения и конституциональных особенностей пациента.

Однако в условиях осуществления массовых инъекций прижимные площадки А, Г не обеспечивали доста-

точно надежной фиксации инъектора к коже по критериям частоты и выраженности порезов кожи и внутрикожной задержки вакцины.

Прижимные площадки В, Е, Ж обеспечивали достаточно надежную фиксацию инъектора к коже по тем же критериям.

Следует отметить, что порезы кожи и «лимонные корочки» большого диаметра мы наблюдали при сильном напряжении мышц плеча вакцинируемого. В результате «щелчка» в момент инъекции мышцы непроизвольно сокращались и инъектор иногда соскальзывал с кожи, тем чаще, чем менее надежной для фиксации была форма прижимной площадки.

Статистически достоверных различий в частоте и выраженности кровотечений (по критерию χ^2) при применении прижимных площадок различной формы не отмечено.

Таким образом, прижимные площадки Б, В, Е и Ж наряду со стабильным подкожным введением препарата обеспечивают и достаточно надежную фиксацию инъектора к коже. Они могут быть рекомендованы для практического применения в условиях массовых инъекций.

1.2. ВЛИЯНИЕ ДОЗЫ И СВОЙСТВ ВВОДИМОГО ВЕЩЕСТВА НА ХАРАКТЕР СТРУЙНЫХ ИНЪЕКЦИЙ

Данная серия исследований проведена также при строгом соблюдении идентичности условий эксперимента.

При постоянном давлении в рабочей камере инъектора, равном 200 ати, и при одинаковом диаметре сопла, равном 0,15 мм, вещество в дозе 0,1 мл проникало на глубину 1—3 мм, а в дозе 0,5 мл — на глубину 5—8 мм. При инъекции в слизистую оболочку полости рта увеличение дозы от 0,1 до 0,2 мл ведет к увеличению площади инфильтрации без снижения качества инъекции.

Анализ рентгенокинограмм выявил интересный факт: при осуществлении инъекции в однородную ткань, например в препарат длиннейшей мышцы спины свиньи, отмечена прямая зависимость между дозой и глубиной проникновения вещества. Эта закономерность при давлении 200 ати действительна для объемов вещества до 0,5 мл.

Дальнейшее увеличение дозы не ведет к большей глубине проникновения вещества, так как регламентиру-

ется кинетической энергией струи препарата (т. е. выбранным давлением в рабочей камере инъектора).

Если объем вещества превышает какую-то критическую величину (зависящую от выбранных параметров инъектора), то оставшаяся часть дозы инфильтрирует и расслаивает ткани. Поэтому конечная рентгенологическая картина инъекции должна быть правильно интерпретирована, чтобы дифференцировать глубину проникновения вещества от глубины залегания вещества. Мы рекомендуем глубину проникновения вещества определять по длине канала введения.

При струйном внутримышечном введении глубина проникновения препарата (при прочих равных условиях) различна в зависимости от дозы: с увеличением дозы она увеличивается.

Во всех случаях канал выражен, ветвист, не всегда прямой. Объясняется это тем, что канал формируется струей самого вещества. Физические закономерности формирования канала (зависимость от кинетической энергии струи) уже разбирались.

Форма депо вещества повторяет макроструктуру ткани. В данном случае при введении контраста перпендикулярно мышечным волокнам он принимает слоистую форму, внешне сравнимую с кроной дерева, или, при слабо выраженном канале, с перистыми облаками. В любом случае расположение вещества более диффузное по сравнению с формой депо вещества при введении его игольным шприцем.

Исходя из сущности безыгольных инъекций можно было предположить, что с увеличением вязкости вводимого вещества глубина его проникновения будет уменьшаться. Действительно, в эксперименте было показано, что при прочих равных условиях, если глубина проникновения в ткани изотонического раствора хлорида натрия, подкрашенного метиленовым синим, была 18—20 мм, то более вязкий γ -глобулин в 50% разведении проникал на глубину 15 мм, γ -глобулин нативный — лишь на 10—12 мм, более вязкий 75% раствор уротраста — на 9 мм, а биологический (медицинский) клей МК-6 — на 3 мм.

В исследованиях Е. А. Бахур с соавт. (1972) было установлено, что при применении параметров инъектора, рассчитанных на введение жидкостей, близких по плотности к воде, проникновение в ткани γ -глобулина

резко уменьшено. При помощи гравиметрической и радиоизотопной методик авторы показали, что γ -глобулина в этих условиях вводится в 3 раза меньше.

Аналогичные закономерности отмечены в связи с дисперсностью вводимого вещества.

Полученные результаты согласуются с данными литературы и во многом их уточняют [Выржиковская М. Ф., Бандаков Л. Ф., 1967; Warren J. et al., 1955; Agboton I., 1969; Bennett C. et al., 1971, и др.].

1.3. ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ В МЕСТЕ ИНЪЕКЦИИ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

Влияние свойств тканей в месте инъекции на распространение вещества изучали при осуществлении инъекций в самые различные участки тела. Анализ подвергнуто 310 струйных введений веществ (исследования проведены совместно с Е. Б. Поповой и В. Н. Грачевой).

При инъекциях в кожу век (доза 0,1 мл, диаметр сопла 0,18 мм, давление перед соплом 80 ати) вещество проникало на глубину 1—2 мм. При этом образовывалась папула размером 5×5 мм. Если диаметр сопла был тот же (0,18 мм) и давление перед соплом 150 ати, в отдельных случаях вещество проникало через все ткани века.

При введении вещества в конъюнктиву сводов глубина проникновения вещества составляла 1—2 мм.

При инъекциях под конъюнктиву глазного яблока распределение вещества было аналогично таковому при инъекциях в своды век.

Глубина проникновения вещества при подкожных инъекциях в области межреберья или боковой стенки живота у собак была на 2,5—3,0 мм больше, чем при инъекциях в бедро. При инъекциях в области медиальной поверхности бедра вещество проникало на 1—2 мм глубже, чем при инъекциях в область латеральной поверхности бедра.

У молодых животных, например у щенят, вещество проникало на 1—2 мм глубже, чем у взрослых собак.

Глубина проникновения вещества при безыгольных инъекциях зависела также и от вида животного. У теленка, например, вещество проникало на 1—2 мм глубже, чем у свиньи, и на 2—3 мм глубже, чем у собаки. У человека при прочих равных условиях вещество проникало в 1,5—2 раза глубже, чем у собак.

При инъекциях в ладонную поверхность предплечья у человека глубина проникновения вещества была на 1—2 мм больше, чем при инъекциях в тыльную поверхность предплечья. В области плеча вещество проникало на 2—3 мм глубже, чем в области бедра. При инъекциях в ягодицу глубина проникновения вещества была на 3—5 мм больше, чем в области бедра.

Таким образом, на проникновение и распределение вещества в тканях при безыгольных инъекциях влияют не только параметры инъектора и свойства вводимого вещества, но и свойства тканей в участке инъекции: плотность кожи, толщина подкожной клетчатки, топографоанатомические особенности места инъекции.

Рассмотренные первые три группы факторов, определяющие тип и качество безыгольных инъекций, уже позволяют вплотную подойти к формулированию медико-технических требований к аппаратуре.

Полученные в эксперименте данные позволили определить границы (пределы) параметров инъекторов, необходимые для осуществления желаемого типа безыгольных инъекций (внутри- и подслизистые, внутри- и подкожные, внутримышечные) в определенный участок тела.

1.4. ВЛИЯНИЕ МЕТОДИКИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНЪЕКТОРА НА ХАРАКТЕР ИНЪЕКЦИИ

Особенностью безыгольного способа введения веществ в ткани в отличие от введения веществ при помощи традиционного шприца является значительная зависимость качества безыгольной инъекции от методики применения инъектора. Значение этой, четвертой, группы факторов на проникновение и распространение вещества в тканях было изучено при 141 введении вещества в экспериментах на животных и у добровольцев.

При недостаточно плотном прижатии головки инъектора к коже или слизистой оболочке или при случайном сдвиге ее отмечали повреждения кожи типа резаных ранок. Чаще всего размеры ранок составляли 3—10 мм, но в эксперименте при специальном изучении они достигали иногда в длину 15—20 мм. При этом наблюдали усиление кровотечения из ранки.

Недостаточно сильное прижатие головки инъектора к коже приводило также к неполному введению задан-

ного объема вещества, поскольку при неплотном прижатии инъектора к коже кинетическая энергия струи перед вхождением в кожу уменьшалась.

При более сильном надавливании инъектора на ткань глубина проникновения вещества, как правило, увеличивалась на 2—5 мм.

В эксперименте специально изучали вопрос о возможности осуществления инъекции на расстоянии. При работе с инъектором, давление перед соплом которого было 380 атм, было показано, что инъекция на расстоянии возможна. При этом было отмечено, что с увеличением расстояния от сопла до кожи (бедро собаки) наблюдается большая потеря вещества, а с расстояния 20—30 см вещество практически не вводится. Кроме того, с увеличением расстояния от сопла до кожи увеличивается степень травматизации кожи и возрастает количество вещества, задерживаемого внутрикожно. Степень травматизации усиливается при наклонном расположении струи к месту инъекции.

Далее было показано, что при использовании удлиненного наконечника с соплом возможно осуществление инъекций нескольких типов одним инъектором, настроенным на максимальный (по давлению) режим.

При перпендикулярном по отношению к участку инъекции расположении инъектора осуществляется обычная внутримышечная инъекция.

Для проведения подкожной инъекции показан следующий прием: инъектор располагают под углом к участку инъекции, прижимают к коже, оператор пальцами руки формирует складку кожи перед соплом. При этом инъектор наклонен к участку инъекции, а сопло упирается в образовавшуюся складку перпендикулярно к коже, в результате чего, несмотря на внутримышечный режим инъектора, вещество всегда вводится подкожно.

Анализ динамики проникновения вещества в подкожную клетчатку при осуществлении инъекции по описанной методике показал, что уже на втором кадре рентгенокинограммы (40 кадров в секунду) заметны искривление (отклонение) струи вещества и начало ее распространения в подкожной клетчатке. На последующих снимках видно, что вещество не достигает мышцы.

Таким образом, как показали проведенные исследования, методика применения инъектора тоже влияет на тип и качество инъекции.

Глава 2

ОСОБЕННОСТИ БЕЗЫГОЛЬНЫХ ИНЪЕКЦИЙ

При изучении условий, необходимых для осуществления струйных инъекций, было обращено внимание на то, что форма распространения вещества при введении его безыгольным способом отличается от таковой при осуществлении инъекций обычным шприцем.

Можно было предположить, что это отличие повлечет за собой изменение фармакодинамики введенного препарата. Кроме того, представляло интерес выявление и других возможных отличий. С этой целью были проведены исследования по изучению особенностей безыгольных инъекций.

2.1. ОСОБЕННОСТИ ГЛУБИНЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ И ФОРМЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕЩЕСТВА ПРИ СТРУЙНЫХ ИНЪЕКЦИЯХ

Глубину проникновения и форму распространения вещества при игольном способе введения изучали стереометрически на срезах тканей (применен метиленовый синий) и рентгенокинематографически (применен 75% раствор уротраста). Во всех случаях использовали шприц «Рекорд» с иглой № 26.

При внутрикожном введении вещества в дозе 0,1 мл иглой отмечали папулу размером 5×5 мм.

При введении иглы в подкожную жировую клетчатку основная масса вещества располагалась в ней. Ни в одном случае не было отмечено внутрикожных папул. Вещество, неравномерно расслаивая соединительнотканые волокна, принимало форму «озерка».

При введении иглы в мышцу вся масса введенного вещества располагалась внутримышечно.

Следует отметить, что при введении вещества с помощью игольного шприца не всегда достигалась строго

внутрикожное, подкожное или внутримышечное введение в силу топографоанатомических особенностей участка инъекции и непостоянства методики введения иглы в ткани.

Было установлено, что, как только после окончания инъекции иглу вынимают из ткани, вещество заполняет образованный иглой канал, а незначительная часть его может даже выделиться наружу.

Вещество, введенное безыгольным способом, принимает характерную форму, напоминающую крону дерева.

С целью изучения особенностей форм распространения вещества при каждом заданном типе безыгольных инъекций анализу подвергнуто 1500 введений. Исследования проведены в отделении рентгенологии (зав. — проф. И. Х. Рабкин) ВНИИК и ЭХ МЗ СССР и в отделе рентгенологии (зав. — ст. науч. сотр. Э. И. Жибицкая) ЦНИИС МЗ СССР.

При прочих равных условиях при всех типах безыгольных инъекций площадь распространения вещества была больше площади распространения вещества при игольно-шприцевых инъекциях.

При внутрикожных инъекциях вещество располагалось в толще кожи в форме округлой бляшки с вытянутыми или округлыми краями на глубине 2—4 мм и на площади до 100 мм² [Попова Е. Б., 1974, и др.].

С целью изучения особенностей распространения вещества в слизистой оболочке полости рта проведены специальные эксперименты [Сухомлина Р. А. и др., 1974; Джаши Л. М., 1975].

С вестибулярной и язычной поверхностей отростков челюстей с выраженным подслизистым слоем вещество распространялось в виде округлого инфильтрата диаметром 10 мм. По глубине вещество всегда проникало до кости. Основная масса вещества располагалась либо в толще слизистой оболочки, либо ближе к надкостнице. Надкостница, как правило, прокрашивалась во всех случаях. В кость вещество проникало только в местах выхода из костных канальцев сосудисто-нервных сплетений.

Этот факт представляется крайне важным для клинической практики.

При инъекциях в область твердого неба форма распространения вещества напоминала плоскую бляшку диаметром 6—7 мм.

Исследованиями установлено, что контрастное вещество поступает в слизистую оболочку полости рта, равномерно инфильтрируя ее. При введении вещества в слизистую оболочку альвеолярного отростка верхней челюсти оно распространялось диффузно в виде пылевидного облака (рис. 9).

При инъекциях контрастного вещества в область альвеолярных отростков нижней челюсти определялась негетогенная тень размером 1,0—1,5 см с четкими неровными краями. Негетогенность тени обусловлена сохранением костного рисунка, что позволило предположить, что контрастное вещество локализуется поднадкостнично. При инъекциях в область ментального отверстия рентгенокинематографически зафиксировано проникновение вещества в костный канал, что свидетельствует о возможности проведения проводниковой анестезии.

Рентгенограммы, полученные через 5 и 10 мин, показали частичное рассасывание вещества. Через 30 мин отмечено отсутствие контрастного вещества.

При осуществлении струйных инъекций происходит естественное травмирование слизистой оболочки. Однако патоморфологическая картина при этом практически такая же, какая отмечена при обычных игольно-шприцевых инъекциях.

При инъекциях в слизистую оболочку губ и щек наблюдали более широкое распространение контрастного вещества, что связано с меньшим сопротивлением тканей струе.

Интересными оказались данные реографии, полученные А. А. Прохончуковым с соавт. (1967). Ими проанализировано более 250 реограмм. Для сравнительной оценки эффективности анестезии, проводимой с помощью инъектора и шприца, в слизистую оболочку рта вводили новокаин, новокаин с адреналином и изотонический раствор хлорида натрия.

Было показано, что сразу после введения вещества любым способом под действием травмы наступает расширение сосудов, которое длится при введении инъектором до 1 мин, а при введении шприцем — до 10 мин. Таким образом, продолжительность действия травмы от инъекции наименьшая при использовании безыгольного инъектора и наибольшая при применении шприца. По окончании действия травмы наступает реакция сосудов на анестетик — сужение сосудов. При введении анесте-



Рис. 9. Рентгенограммы верхней челюсти после инъекций (0,2 мл 70% раствора диодона) обычным шприцем (слева) и безыгольным инъектором (справа).
а — сразу после инъекции; б — через 10 мин; в — через 20 мин. Заметно более диффузное распространение контраста и более быстрое рассасывание при введении его безыгольным инъектором.

тика струйным способом реакция, а следовательно, и действие анестатика наступали значительно быстрее, чем при введении шприцем. Судя по реакции сосудов, действие анестетика, введенного струйным способом, продолжалось до 1½—2 ч, при введении шприцем — до 30 мин.

По мнению авторов, наибольшая эффективность действия местных анестетиков наблюдается при введении их безыгольными инъекторами.

Топографическая анатомия ЛОР-органов, в частности глотки, характеризуется рядом особенностей. Прежде всего это близкое расположение магистральных кровеносных сосудов. В связи с этим мы считали необходимым проведение экспериментальных исследований по выяснению особенностей безыгольных инъекций в этой области.

Давление в рабочей камере инъектора регулировали от 60 до 100 атм. Для введения вещества использовали модифицированные наконечники. Длина наконечника была от 7 до 15 см, диаметр сопла — 0,15 мм. Исследования проведены совместно с В. Киндурисом. Вводили 75% раствор уротраста и 50% раствор кардиотраста. Разовая доза — 0,1; 0,2; 0,5 и 1 мл. Вещества вводили в обе половины ротоглотки. Для контроля в аналогичные точки и в соответствующей дозировке вводили те же вещества обычным шприцем с иглой.

При введении веществ безыгольным инъектором в дозе от 0,1 до 0,5 мл под давлением 60 атм на поверхности слизистой оболочки образовывалась папула диаметром от 3 до 30 мм с типичным побледнением. Из входного отверстия выделялось несколько капель кровянистой жидкости. При введении от 0,5 до 1 мл практически во всех случаях наблюдалось кровотечение. При вскрытии тканей на месте инъекции обнаруживались большие гематомы диаметром до нескольких сантиметров, что связано с разрывами стенок кровеносных сосудов. Кроме того, вещество инфильтрировало ткани вокруг крупных сосудов, вызывая более или менее выраженную имбицию их стенок.

Необходимо отметить, что вещество проникало через стенки сосудов только в тех случаях, когда сам сосуд был фиксирован, а струя направлена перпендикулярно к его стенке. При отклонении от этих условий вещество не проникало в просвет сосуда, а отодвигало его и, им-



Рис. 10. Обзорная рентгенограмма головы кролика. Распределение контрастного вещества (0,5 мл) в мягких тканях глотки при введении безыгольным инъектором (слева) и обычным шприцем (справа).

биолируя стенку, распространялось в окружающих тканях.

Анализ рентгенограмм показал, что введенное с помощью обычного шприца контрастное вещество распределялось в виде плотной гомогенной ткани дисковидной формы, плоскость которой параллельна поверхности тканей (рис. 10). Величина ее находится в прямой зависимости от вводимой дозы. При введении 1 мл контрастного вещества размеры тени были 8×27 мм.

Контрастное вещество, введенное безыгольным инъектором, распределялось в виде гомогенной конусовидной тени, основание которой перпендикулярно направлению струи и обращено в сторону входного отверстия. Тень всегда была больше по площади, менее интенсивной и с некоторой неоднородностью рисунка, если сравнить с тенью той же дозы контрастного вещества, введенного обычным шприцем.

Рентгенографические исследования, проведенные через 5, 10 и 15 мин после введения, показали частичное

рассасывание вещества. Вещество, введенное при помощи безыгольных инъекторов, рассасывается значительно быстрее, чем при введении обычным шприцем. Через 30 мин контрастное вещество в местах инъекций полностью отсутствует.

При правильно подобранных параметрах безыгольных инъекторов возможно осуществление качественных струйных инъекций в ткани глотки.

Таким образом, для введения веществ струйным способом во все отделы ротоглотки рекомендуются дозы от 0,1 до 0,5 мл и давление в рабочей камере инъекторов 60—100 атм при использовании наконечников с диаметром сопла 0,15 мм.

Вещество, введенное струйным способом, распределяется в тканях глотки более диффузно, чем введенное в аналогичных дозах обычным шприцем, и имеет, следовательно, значительно больший контакт с тканями в местах инъекции.

При подкожных безыгольных инъекциях вещество распространялось в подкожной клетчатке в форме усеченного конуса, вершиной обращенного к поверхности кожи. При введении вещества в дозе 0,5—1,0 мл участок распространения вещества в тканях составлял до 20 × 25 мм.

Особенностью подкожных безыгольных инъекций в отличие от распространения вещества при введении его иглой явилось то, что часть вещества в незначительном количестве оставалась в коже. В ряде случаев образовывались папулы диаметром до 5 мм.

В эксперименте при инъекциях в область аксиллярной ямки в связи с топографоанатомическими особенностями участка инъекции вещество не имело определенной формы и распространялось подкожно на расстояние до 5 см от места введения.

При внутримышечном введении вещество, проникнув через фасцию, распространялось в мышцах в форме «елочки». При введении вещества в дозе 1 мл участок распространения составлял до 30 × 35 мм.

При внутримышечных безыгольных инъекциях в отличие от игольных во всех случаях некоторая часть вещества оставалась в подкожной клетчатке, располагаясь на фасции (см. рис. 6).

Таким образом, форма распространения вещества при безыгольном способе введения его в ткани значи-

тельно отличается от формы распространения вещества при игольном способе введения.

2.2. РАЗЛИЧИЕ ФОРМ ВВЕДЕННОГО ВЕЩЕСТВА ОТ ТОПОГРАФОАНАТОМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ УЧАСТКА ИНЪЕКЦИИ

Важной характеристикой безыгольных инъекций является зависимость распространения вещества от топографоанатомических особенностей тканей в месте инъекции.

Исследования, проведенные на трупной ткани и в экспериментах на животных, показали, что на проникновение и распространение вещества в тканях при безыгольной инъекции влияла плотность тканей, хотя значительное сопротивление струе вещества оказывали лишь очень плотные ткани.

В случае применения традиционного шприца глубина расположения препарата зависит только от глубины вкола иглы. При этом естественно, что плотность тканей на пути хода иглы никакого влияния на распространение вещества не оказывают. При безыгольных введениях канал формируется самим веществом.

Поскольку вещество, введенное под высоким давлением, прежде всего распространяется по пространствам наименьшего сопротивления, то при попадании, например, в межфасциальное пространство вещество при безыгольной инъекции в отличие от игольной распространялось на значительные расстояния, в ряде случаев до 20 см от места инъекции.

Особенностью безыгольного струйного способа введения вещества является зависимость глубины проникновения вещества от толщины кожи. Результаты исследований на трупной ткани показали, что при прочих равных условиях при введении вещества в ткани с предварительно отсепарированной кожей вещество проникало на 4—6 мм глубже, чем при чрескожных инъекциях.

При прочих равных условиях при заданной, например, внутрикожной инъекции у взрослого все вещество оставалось внутри кожи, у ребенка проникало в подкожную клетчатку, а при заданной подкожной инъекции — в мышцу.

Особенностью безыгольных инъекций в отличие от игольных является зависимость глубины проникновения

вещества от степени выраженности подкожной жировой клетчатки. Так, например, при толщине подкожной клетчатки 8 мм вещество проникало в мышцу на глубину 13 мм, а при толщине подкожной клетчатки 30 мм — на глубину 20 мм и мышцы не достигало, т. е. при недостаточно выраженной жировой клетчатке при заданной подкожной инъекции вещество может проникнуть в мышцу. В то же время при сильно выраженной жировой клетчатке при заданной внутримышечной инъекции вещество может оставаться в подкожном жировом слое.

2.3. ОСОБЕННОСТИ РАССАСЫВАНИЯ ВЕЩЕСТВ, ВВЕДЕННЫХ БЕЗЫГОЛЬНЫМ ИНЪЕКТОРОМ

При введении вещества безыгольным способом площадь контакта его с тканями при всех типах инъекций больше, чем при введении игольным способом. Исходя из этого факта, предположили, что скорость рассасывания вещества, введенного безыгольным способом, будет отличаться от таковой при обычном способе введения.

Следует сказать, что ряд авторов указали на отличие в скорости и равномерности рассасывания веществ, введенных различными способами [Kutscher A., 1962; Weller S., 1966; Bennett S., 1971, и др.].

С целью изучения скорости рассасывания вещества, введенного в ткани безыгольным способом, была применена радиоизотопная методика. Исследования проведены в гормональной лаборатории (зав. — канд. мед. наук Л. И. Винницкий) ВНИИКИЭХ МЗ СССР. В качестве радиоиндикатора применен изотоп ксенона— ^{133}Xe . Анализ подвергнуто 372 определения в экспериментах на собаках. Вещество вводили в кожу, слизистую оболочку полости рта, околоминдаликовую клетчатку, подкожную клетчатку и в мышцы.

Скорость рассасывания изотопа при введении его внутрикожно игольным шприцем оказалась несколько выше, чем при введении безыгольным инъектором. Однако при статистической обработке разница оказалась недостоверной.

Разница в скорости введения радиоиндикатора отчетлива при введении вещества в слизистую оболочку различных участков полости рта (табл. 5).

Скорость рассасывания ^{133}Xe из различных тканей

Место введения изотопа	Скорость рассасывания	
	депо создано иголь- ным шприцем	депо создано безыголь- ным инъектором
Кожа	$0,0396 \pm 0,0113$ 100%	$0,0270 \pm 0,0101$ 100%
Слизистая оболочка: верхней челюсти	$0,1428 \pm 0,0189$ 100%	$0,3268 \pm 0,0303$ 100%
нижней челюсти	$0,1849 \pm 0,0118$ 100%	$0,3647 \pm 0,0222$ 197%
десневой край нижней че- люсти	$0,0952 \pm 0,0071$ 100%	$0,4365 \pm 0,0753$ 459%
Околоминдаликовая клет- чатка	$0,1361 \pm 0,0082$ 100%	$0,2134 \pm 0,0107$ 156%
Подкожная клетчатка	$0,0112 \pm 0,0014$ 100%	$0,0198 \pm 0,0018$ 177%
Мышца	$0,0176 \pm 0,0010$ 100%	$0,0634 \pm 0,0069$ 360%

Этот же метод радиоактивной индикации был применен для оценки скорости выведения веществ из околоминдаликовой клетчатки (исследования проведены совместно с Л. И. Винницким и В. Киндурисом). Инъекции делали на каждой стороне в идентичные места, соответствующие общепринятым точкам введения местных анестетиков при тонзиллэктомии. Глубина введения также была одинаковой как при введении раствора обычным шприцем, так и при помощи безыгольного инъектора. Сила рабочей пружины инъектора обеспечивала давление 80—100 ати. Использовали модифицированный накопчик длиной 12 см, диаметром канала сопла 0,15 мм.

Как видно из данных табл. 5, при безыгольном способе создания депо скорость выведения раствора Xe^{133} в 1,6 раза выше, чем при применении обычного шприца. Разница в скорости выведения изотопа статистически достоверна ($p \leq 0,001$).

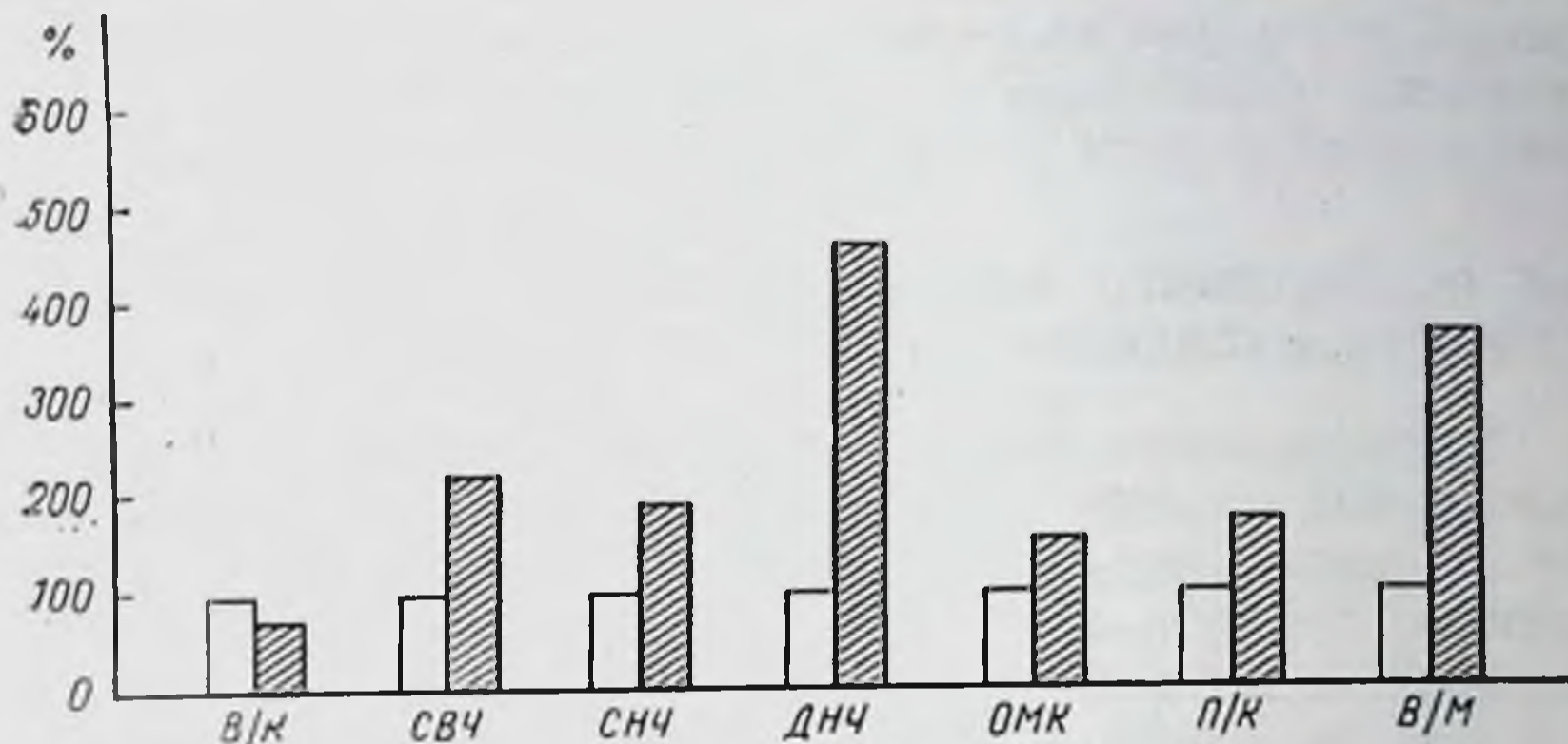


Рис. 11. Сравнительная характеристика скорости (коэффициента) рассасывания веществ в зависимости от способа и места его введения (скорость рассасывания ^{133}Xe при введении игольным шприцем принята за 100%).

Светлые столбики — введение игольным шприцем; заштрихованные столбики — введение инъектором. Локализация депо изотопа: в/к — внутрикожное; СВЧ — в слизистой оболочке верхней челюсти; СНЧ — в слизистой оболочке нижней челюсти; ДНЧ — в десневом крае нижней челюсти; ОМК — в околоминдаликовой клетчатке; П/К — в подкожной клетчатке; В/М — внутримышечное.

Следует отметить различие скорости выведения радиоиндикатора из левой и правой половин ротоглотки. Скорость выведения изотопа из околоминдаликовой клетчатки в левой половине ротоглотки на 16—21% выше по сравнению со скоростью выведения околоминдаликовой клетчатки в правой половине. Эту особенность, по-видимому, можно объяснить более интенсивной микроциркуляцией в тканях левой половины глотки.

Таким образом, вещества, введенные при помощи безыгольного инъектора, рассасываются из околоминдаликовой клетчатки быстрее.

Скорость рассасывания Xe^{133} при подкожном введении инъектором была в 1,8 раза выше, чем при введении его обычным шприцем ($p \leq 0,01$).

Скорость рассасывания ксенона-133 при внутримышечном введении безыгольным инъектором оказалась в 3,6 раза выше скорости рассасывания при введении его игольным шприцем ($p \leq 0,01$).

Разница в скорости рассасывания из тканей вещества, введенного двумя способами, представлена на рис. 11. При введении вещества в ткани безыгольным способом скорость рассасывания значительно выше, чем при введении вещества игольным шприцем. По всей види-

мости, ускорение выведения веществ из тканей при применении безыгольного инъектора обусловлено более диффузной формой распределения их в тканях.

2.4. ОСОБЕННОСТИ ФАРМАКОКИНЕТИКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ, ВВЕДЕННЫХ СТРУЙНЫМ СПОСОБОМ

Рентгенологическое и морфологическое изучение безыгольных инъекций показало, что препарат, введенный безыгольным струйным способом, имеет гораздо большую поверхность контакта с окружающими тканями, чем введенный игольно-шприцевым методом. Установлено, что при безыгольном внутримышечном введении скорость всасывания изотопа ^{133}Xe в 3,6 раза выше, чем при игольно-шприцевом введении. Имеющиеся в литературе указания, а также наши наблюдения свидетельствуют о повышении эффективности ряда препаратов при безыгольном введении.

Однако до настоящего времени удовлетворительного теоретического объяснения этого явления нет. В то же время вопрос представляется важным как с точки зрения исследования теории действия лекарственных веществ, так и в связи с возможностью уменьшения вводимых доз.

Следующим этапом исследований в этом направлении является определение динамики концентрации в крови веществ при безыгольном способе их введения. В первую очередь нас интересовали антибиотики (ампициллин), новокаин и промедол.

2.4.1. Динамика концентрации ампициллина в крови при струйном и игольно-шприцевом способах введения

В литературе имеются указания об исследовании концентрации антибиотиков — пенициллина и стрептомицина — в крови при безыгольном и игольно-шприцевом способах введения [Hirsch H. et al., 1948]. Однако существенных различий в концентрации препаратов при обоих способах введения авторы не установили, хотя и была отмечена несколько большая концентрация препаратов в крови при струйном введении. Представляло интерес изучение сравнительной концентрации ампициллина в крови при безыгольном струйном и игольно-шприцевом способах введения.

Таблица 6

Концентрация ампициллина в крови в микрограммах в 1 мл ($M \pm m$) при безыгольном струйном и игольно-шприцевом способах введения

Способ введения	Доза	Время после введения					
		30 мин	1 ч	2 ч	4 ч	6 ч	8 ч
Безыгольный струйный	500 мг	$22,83 \pm 4,10$ $\sigma = 20,52$	$13,86 \pm 2,38$ $\sigma = 12,13$	$6,61 \pm 1,30$ $\sigma = 5,68$	$2,27 \pm 0,29$ $\sigma = 1,21$	$1,53 \pm 0,22$ $\sigma = 0,92$	$0,74 \pm 0,12$ $\sigma = 0,51$
	500 мг	$3,50 \pm 0,09$ $\sigma = 0,29$	$6,30 \pm 0,09$ $\sigma = 0,29$	$4,40 \pm 0,08$ $\sigma = 0,24$	$2,40 \pm 0,08$ $\sigma = 0,24$	$0,03 \pm 0,05$ $\sigma = 0,16$	—
Игольно-шприцевой	250 мг	$10,27 \pm 2,55$ $\sigma = 8,82$	$8,67 \pm 1,90$ $\sigma = 6,30$	$5,45 \pm 1,08$ $\sigma = 3,58$	$1,91 \pm 0,70$ $\sigma = 2,21$	$1,87 \pm 0,35$ $\sigma = 0,798$	$1,33 \pm 0,31$ $\sigma = 0,99$

Исследования проведены совместно с лабораторией антибиотиков (зав. — ст. науч. сотр. Н. С. Богомолова) ВНИИК и ЭХ МЗ СССР в 3 группах наблюдений — всего 50 человек в возрасте от 19 до 50 лет. Особое внимание было обращено на отсутствие в анамнезе указаний на какие-либо заболевания почек.

I серия — игольным шприцем вводили 500 мг ампициллина в 1 мл растворителя.

II серия — безыгольным инъектором вводили 500 мг ампициллина в 1 мл растворителя.

III серия — безыгольным инъектором вводили 250 мг ампициллина в 1 мл растворителя.

Во II и III сериях применяют безыгольный инъектор с параметрами максимального давления перед соплом 300 ати и диаметром канала сопла 0,2 мм.

Во всех сериях ампициллин вводили в переднелатеральную поверхность средней трети бедра.

Забор крови для исследований проводили в стерильные пробирки из ногтевых фаланг пальцев рук через 30 мин, 1, 2, 4, 6 и 8 ч после инъекции. Определение концентрации ампициллина в сыворотке крови проводили методом диффузии в агар с помощью цилиндриков. Тест-культурой служил *Staphylococcus aureus* 209.

Полученные результаты представлены в табл. 6 и на рис. 12.

При игольно-шприцевом введении 500 мг ампициллина максимальная его концентрация в крови достигается через 1 ч после введения и составляет $6,3 \pm 0,09$ мкг/мл. Терапевтическая концентрация препарата в крови удерживалась в течение 6 ч.

При безыгольном струйном введении той же дозы ампициллина максимальная концентрация препарата в крови достигалась уже через 30 мин после введения и составила $22,83 \pm 10$ мкг/мл. Терапевтическая концентрация препарата удерживалась в крови в течение 8 ч.

Следует указать, что в ряде случаев концентрация ампициллина в крови через 30 м достигала значительно больших величин (до 87 мкг/мл максимально) и приближалась к концентрации препарата, наблюдаемой при внутривенном введении.

При безыгольном струйном введении ампициллина в 2 раза меньшей дозы (250 мг) максимальная концентрация препарата в крови достигалась также через 30 мин после инъекции и составляла $10,27 \pm 2,55$ мкг/мл.

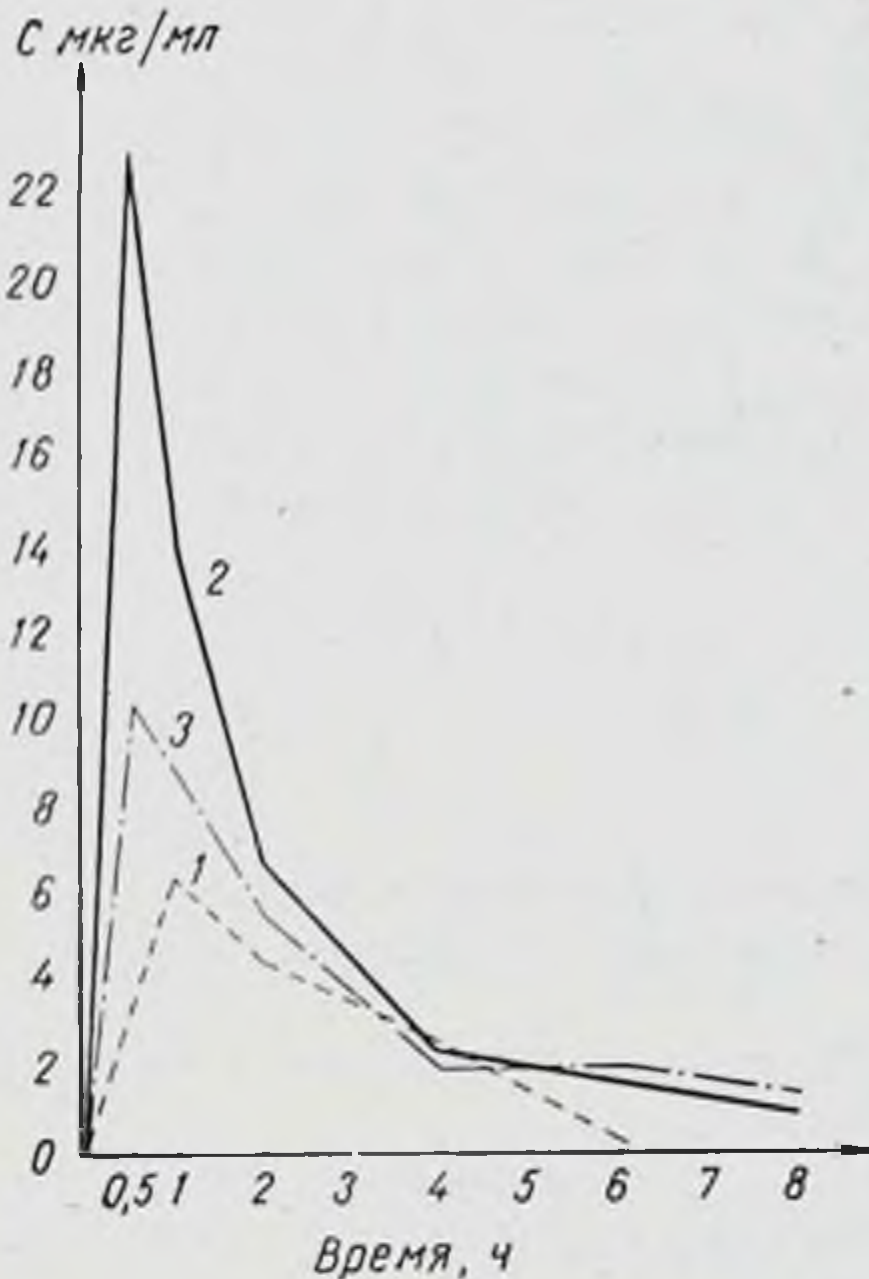


Рис. 12. Концентрация ампициллина в крови при игольно-шприцевом и струйном введении.

1 — введено 500 мг игольным шприцем; 2 — введено 500 мг безыгольным инъектором; 3 — введено 250 мг безыгольным инъектором.

Терапевтическая концентрация препарата в крови также удерживалась в течение 8 ч.

В 20% струйных инъекций (при дозах ампициллина 500 и 250 мг) отмечено вторичное повышение концентрации препарата в крови ко 2—4-му часу после инъекции, не достигавшее, однако, значительной величины.

Таким образом, при безыгольном струйном введении максимальная концентрация препарата в крови достигается раньше, чем при игольно-шприцевом введении. Отмечено, что при введении струйным способом даже в 2 раза меньшей дозы концентрация ампициллина в крови значительно превышает таковую при игольно-шприцевом введении полной дозы.

Показано, что при безыгольном струйном введении содержание антибиотиков в крови удерживается на достаточно высоком уровне в течение 8 ч, т. е. на 2 ч дольше, чем при игольно-шприцевом способе введения.

Полученные результаты подтвердили данные [Гигаури В. С., Смоляров Б. В., 1976] об ускорении всасывания препаратов из тканевого депо при струйном введении. Установлено, что не только ^{133}Xe , но и более сложное вещество — ампициллин всасывается из тканевого

депо значительно быстрее при струйном введении, чем при игольно-шприцевом.

Удлинение срока циркуляции ампициллина в крови, вероятно, может быть объяснено всасыванием препарата из тканевых депо, что является характерным при столь высоких концентрациях антибиотика в крови.

Наблюдаемая иногда двухфазная кривая концентрации ампициллина, возможно, связана с всасыванием его лимфатической системой, а также нейрососудистой реакцией в месте введения.

Полученные результаты показали возможность уменьшения необходимой дозы ампициллина при струйном введении.

2.4.2. Динамика концентрации новокаина в крови при струйном и игольно-шприцевом способах введения

Для определения новокаина в крови использован метод газовой хроматографии.

Исследования проведены совместно с ВНИИ фармации МЗ СССР (дир. — чл.-корр. АМН СССР проф. А. И. Тенцова).

При разработке условий газохроматографического анализа были использованы результаты, полученные при исследовании новокаина в готовых лекарственных формах. Полученные результаты обработаны методами вариационной статистики на ЭВМ «Наири-2».

В табл. 7 представлены результаты газохроматографического определения новокаина в крови 20 собак.

На основе полученных данных построены графики изменения концентрации новокаина в крови в зависимости от времени, прошедшего после его введения с помощью игольного шприца и безыгольного инъектора (рис. 13).

Установлено, что наивысший уровень препарата в крови при введении иглой наблюдается через 45 мин и затем в течение часа концентрация постепенно уменьшается.

При введении новокаина безыгольным инъектором его содержание в крови было в 2—3 раза выше по сравнению с игольным способом введения в те же интервалы времени. При безыгольном способе введения новокаина график изменения концентрации в крови характеризуется крутым подъемом в течение 45—60 мин и крутым

Таблица 7

Концентрация новокаина в крови в микрограммах в 1 мл ($M \pm m$) при внутримышечном его введении различными способами

Способ введения	Время после инъекции, мин					
	15	30	45	60	75	90
Игольно-шприцевой	$1,49 \pm 0,4$ $\sigma = 0,14$	$2,25 \pm 0,4$ $\sigma = 0,12$	$5,05 \pm 1,0$ $\sigma = 0,30$	$3,32 \pm 0,9$ $\sigma = 0,32$	$2,24 \pm 0,5$ $\sigma = 0,17$	$1,37 \pm 0,2$ $\sigma = 0,1$
Безыгольный	$3,17 \pm 0,4$ $\sigma = 0,12$	$7,14 \pm 2,3$ $\sigma = 0,73$	$10,10 \pm 1,8$ $\sigma = 0,56$	$11,20 \pm 3,4$ $\sigma = 1,12$	$8,13 \pm 1,1$ $\sigma = 0,38$	$3,16 \pm 2,0$ $\sigma = 0,62$

Таблица 8

Концентрация промедола в микрограммах в 1 мл ($M \pm m$) в крови животных при внутримышечном его введении игольно-шприцевым и струйным способами

Способ введения	Время после инъекции, мин						
	15	30	45	60	75	90	105
Игольно-шприцевой	$9,71 \pm 0,3$ $\sigma = 1,02$	$5,75 \pm 0,4$ $\sigma = 1,09$	$2,82 \pm 0,4$ $\sigma = 1,26$	$1,54 \pm 0,1$ $\sigma = 0,31$	$1,24 \pm 0,2$ $\sigma = 0,25$	$0,85 \pm 0,1$ $\sigma = 0,10$	$0,67 \pm 0,1$ $\sigma = 0,12$
Безыгольный	$12,43 \pm 0,2$ $\sigma = 0,51$	$8,83 \pm 0,4$ $\sigma = 1,42$	$7,28 \pm 0,5$ $\sigma = 1,47$	$6,29 \pm 0,7$ $\sigma = 2,30$	$5,00 \pm 0,6$ $\sigma = 1,91$	$3,32 \pm 0,2$ $\sigma = 0,76$	$2,18 \pm 0,1$ $\sigma = 0,50$

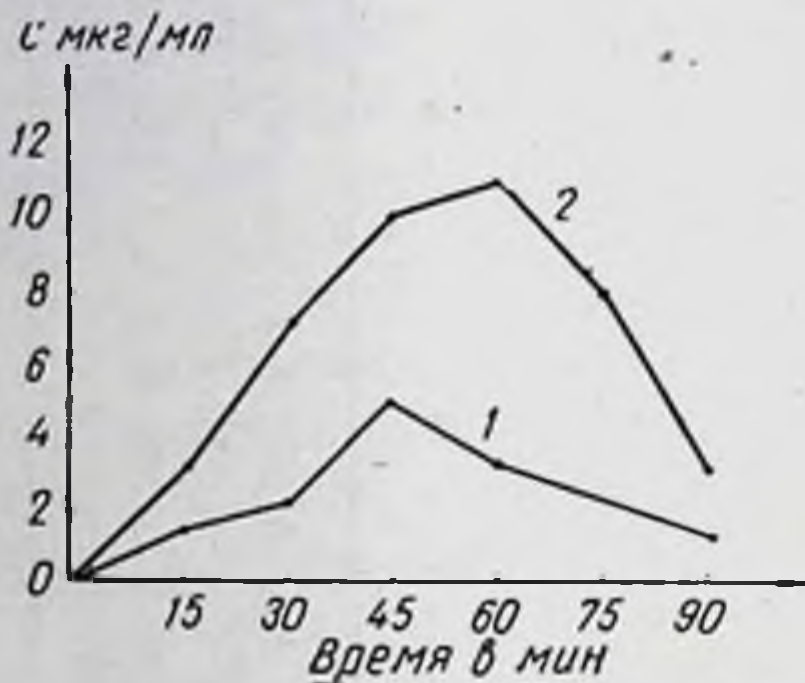


Рис. 13. Динамика концентрации новокаина в крови собак после введения его игольно-шприцевым (1) и струйным (2) способами.

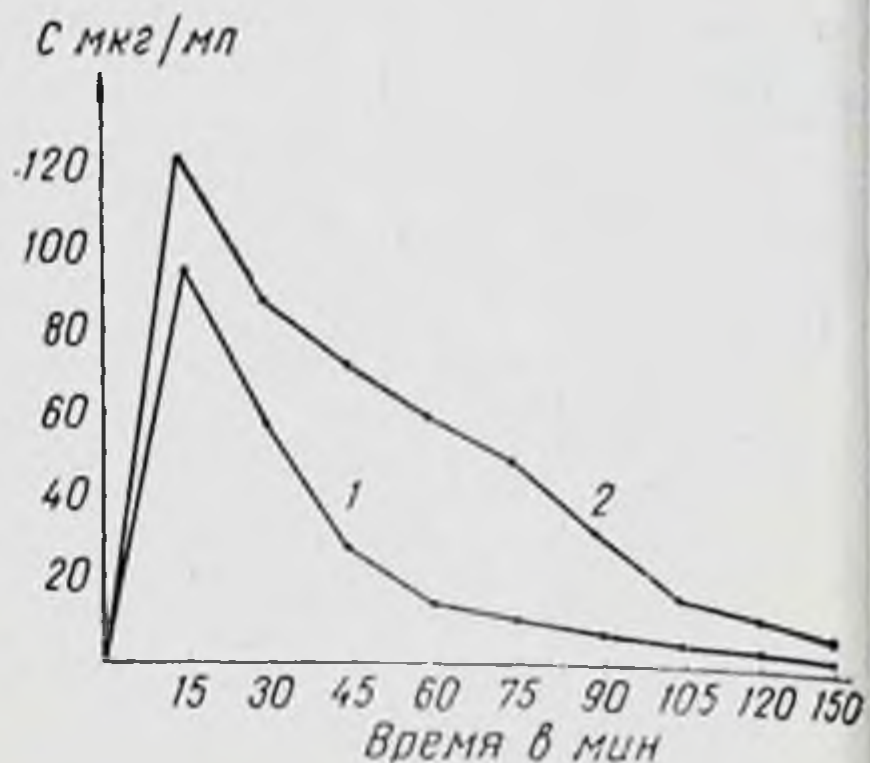


Рис. 14. Динамика концентрации промедола в крови собак при игольно-шприцевом (1) и струйном (2) способах введения.

спуском в последующие 30 мин. Через 90 мин содержание новокаина в крови было в 2 раза выше.

Все данные и различия статистики достоверны.

При использовании в качестве наркотизирующего вещества у двух животных летучего анальгетика фторотана не выявлено каких-либо различий в концентрации новокаина в сравнении с наркозом гексеналом и фентанилом.

Полученные результаты подтвердили известные ранее данные о том, что особенностью безыгольных инъекций является более быстрое поступление в кровь введенного препарата.

2.4.3. Особенности фармакокинетики промедола при введении его безыгольным струйным способом

Результаты исследования представлены в табл. 8 и на рис. 14. Установлено, что концентрация промедола в крови экспериментальных животных достигает максимума через 15 мин при двух способах введения. При этом концентрация промедола в крови при введении его безыгольным инъектором в 1,3 раза больше, а через 60—90 мин — в 4 раза выше, чем при введении его игольным шприцем. Через 150 мин разница в концент-

рации промедола при безыгольном и игольно-шприцевом введении составила 2,4.

Полученные результаты показали возможность усиления терапевтического действия вводимых струйным способом препаратов, что связано с увеличением их концентрации в крови. Поэтому очевидно, что безыгольное введение лекарственных препаратов в организм является качественно отличным от игольно-шприцевого и требует предварительного определения оптимальных доз. Это в первую очередь относится к сильнодействующим препаратам, гормонам, сердечным гликозидам и т. п.

В заключение следует отметить, что проведенные исследования раскрыли закономерности проникновения и распространения в тканях веществ, введенных струйным способом.

Определены факторы, влияющие на тип и качество инъекций, дана количественная оценка этим факторам.

Таким образом, была подготовлена почва для создания высококачественных конструкций инъекторов, допускающая их быстрое освоение промышленностью, серийный выпуск и широкое внедрение в медицинскую практику.

Глава 3

КОНСТРУКЦИЯ БЕЗЫГОЛЬНЫХ ИНЪЕКТОРОВ

3.1. СТРУКТУРНАЯ И КЛАССИФИКАЦИОННАЯ СХЕМА БЕЗЫГОЛЬНЫХ ИНЪЕКТОРОВ

Струйный способ введения веществ в организм допускает большое разнообразие конкретных конструкций инъекторов.

Безыгольные инъекторы основаны на возможности высокоскоростной струи жидкости, обладающей значительной кинетической энергией, внедряться в объекты со сравнительно невысокой плотностью, в частности в биологические ткани.

Высокоскоростная струя ($v=150$ м/с) в инъекторах формируется за счет создания высокого давления препарата ($P \sim 300$ ати) и вытеснения его под этим давлением через сопловое отверстие маленького диаметра ($d=0,10 \div 0,20$ мм).

В различных странах созданы и применяются инъекторы различного назначения: «Пед-о-джет», «Пресс-о-джет», «Гипоспрее-джет-инъектор», «Сири-джет» (США), «Вакци-джет» (Франция), «Порто-джет» (Англия), «Кобра» (ВНР), «Хайджеттор» (Япония) и др. Кроме того, в научных публикациях приводится ряд интересных технических решений по модификации инъекторов и их отдельных узлов [Бандаков Л. В., 1969; Воробьев А. А. и др., 1972; Рогачев В. Т., 1973, 1974; Бургазов П. Н. и др., 1974; Рыбаков А. И. и др., 1975; Ismach, 1964, и др.].

В СССР разработаны, выпускаются серийно и успешно применяются в медицинской практике безыгольные инъекторы семейства БИ: БИ-1 «Пчелка», БИ-1М, БИ-8, механический безыгольный инъектор БИ-2, инъектор с гидравлическим педальным приводом БИ-3,

БИ-4 «Платформа», универсальный иньектор БИ-5. В стадии разработки находится еще ряд перспективных моделей.

При внедрении безыгольных иньекторов, как и любого нового типа аппаратуры, устанавливаются определенные нормативы. В первую очередь это относится к терминологии, определяющей на основе смыслового и аналогового принципов специфические понятия, относящиеся к способам, видам, параметрам, конструктивным элементам новой аппаратуры (табл. 9).

Несмотря на большое разнообразие конструкций, во всех иньекторах можно выделить узлы, имеющие одно и то же функциональное назначение.

Наглядно такую поузловую разбивку можно представить в виде структурной схемы.

Такая схема позволяет расчленить весь аппарат на отдельные функциональные подсистемы и проводить исследование каждой из них в отдельности, что значительно облегчает изучение и анализ конструкции в целом. Имея структурную схему и зная функциональное назначение ее отдельных элементов, можно сформулировать необходимые медико-технические требования к ним и, проведя анализ различных вариантов конструкций на соответствие этим требованиям, определить вариант, наиболее полно отвечающий заданным условиям.

Основой любого иньектора является его «энергетическая система», обеспечивающая резкое повышение давления на препарат в момент иньекции. Энергосистема включает в себя ряд блоков, в том числе:

а) силовой элемент, непосредственно создающий силовое воздействие на препарат (например, пружина, сжатый газ, гидроаккумулятор, электромагнит и т. д.);

б) блок взведения, обеспечивающий приведение силового элемента в рабочее положение (например, сжатие пружины, создание давления в гидроаккумуляторе и т. д.). Таким блоком могут быть педальный гидронасос, рычажно-механический усилитель, рычажно-винтовое устройство, педально-троссовое устройство, пневмопривод и т. д.;

в) запорный блок, обеспечивающий удержание силового элемента в рабочем положении. Примерами запорного устройства могут служить шариковый замок, система обратных гидроклапанов, золотниковые механизмы и др.;

Основные термины и определения, относящиеся
к безыгольным инъекторам

№ п/п	Термин	Определение
1	Инъекция	Введение жидких препаратов внутрь организма через кожу, слизистую оболочку
2	Струйная безыгольная инъекция (сокр. — безыгольная инъекция)	Инъекция, осуществляемая за счет кинетической энергии струи препарата
3	Безыгольный струйный инъектор (сокр. — инъектор)	Устройство для формирования струи препарата с регламентированными параметрами (структурой, кинетической энергией, дозой)
4	Режим инъекции	Глубина проникновения препарата при инъекции, определяемая как расстояние от поверхности органа до центра тяжести объема, образованного препаратом непосредственно после инъекции
5	Тип инъекции (внутрикожный, подкожный, внутримышечный, внутрислизистый)	Параметр инъекции, характеризующий расположение препарата непосредственно после инъекции относительно анатомических структур организма — кожи, подкожной клетчатки, мышечной ткани, слизистой оболочки
6	Пробивная сила струи (сила активного давления струи)	Параметр инъектора, характеризующийся величиной усилия, создаваемого струей препарата в момент встречи ее с преградой
7	Доза инъекции	Объем препарата, введенного при инъекции
8	Рабочий акт инъектора	Период работы инъектора, характеризующийся скоростным истечением струи препарата заданной дозы. При введении препарата в организм рабочий акт квалифицируется как «инъекция»
9	Время инъекции	Интервал времени, в течение которого происходит рабочий акт
10	Подготовительный акт инъектора	Период работы инъектора, в течение которого происходит заполнение его рабочей камеры заданной дозой препарата

№ п/п	Термин	Определение
11	Рабочий цикл инжектора	Период работы инжектора, в течение которого происходят подготовительный и рабочий акты инжектора
12	Скорострельность (производительность) инжектора	Количество рабочих циклов, которые можно осуществить инжектором за 1 ч
13	Взводное устройство инжекторов (сокр. — взводник)	Функциональный узел инжектора, предназначенный для сообщения инжектору запаса потенциальной энергии, необходимой для проведения рабочего акта
14	Исполнительный орган инжектора	Функциональный узел инжектора, непосредственно формирующий струю препарата и находящийся при работе в руке оператора

г) спусковой блок, обеспечивающий резкое размыкание запорного блока непосредственно перед началом рабочего акта (инъекции);

д) предохранительный блок, предупреждающий случайное или самопроизвольное срабатывание спускового устройства;

а) блок автоматики, обеспечивающий автоматическую перезарядку блока взведения, автоматический отсчет количества проведенных рабочих актов и т. д.

Не менее важным звеном инжектора является его препаратная система. Этот структурный узел включает в себя элементы, непосредственно соприкасающиеся с «рабочим телом» — препаратом (лекарством, вакциной, сывороткой и т. д.).

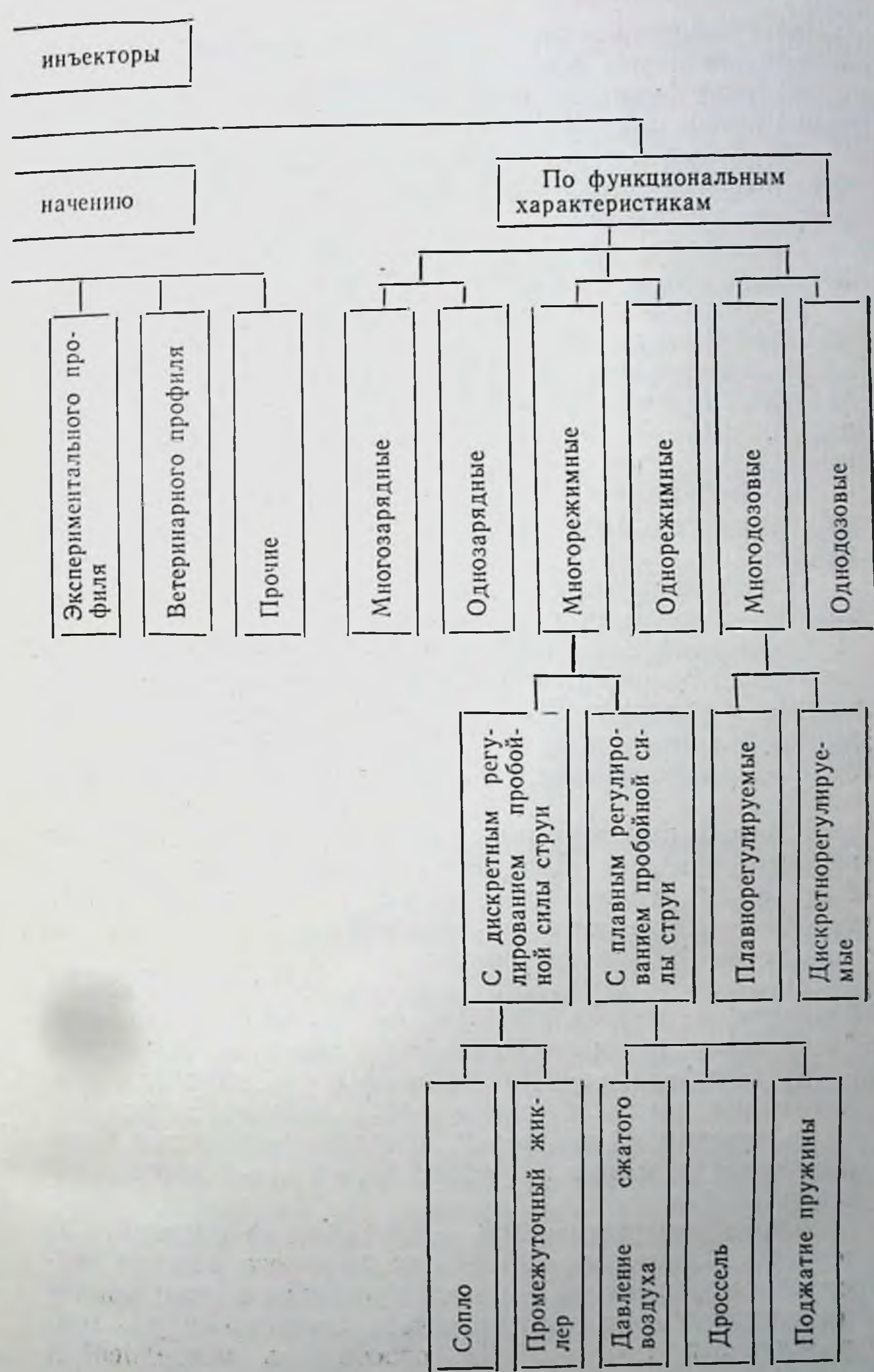
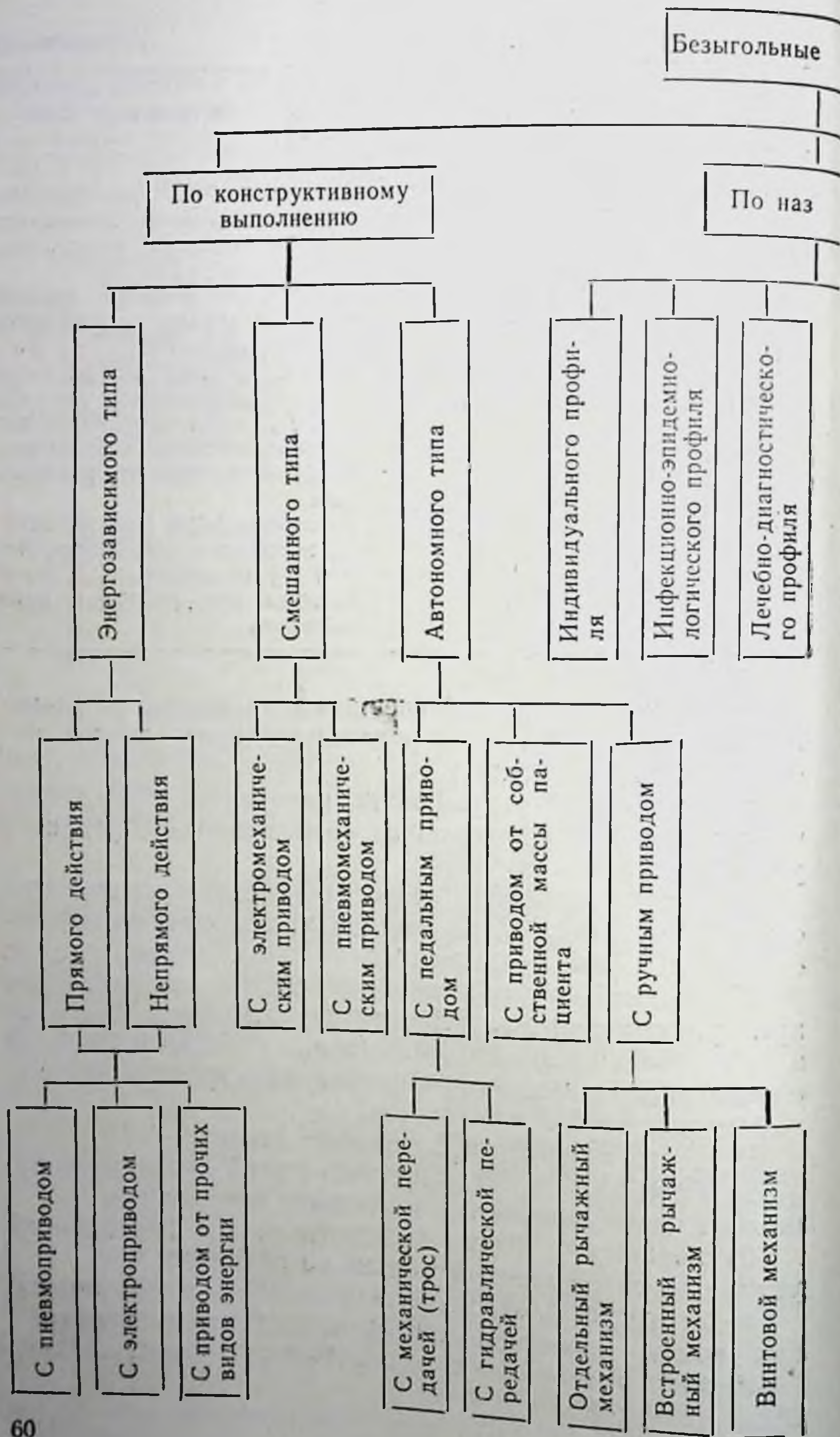
В состав «препаратной системы» входят:

а) блок заполнения, обеспечивающий заполнение рабочей камеры препаратом в процессе всасывания;

б) поршневой блок, непосредственно передающий усилие от энергетического блока на препарат;

в) струйный блок, предназначенный для формирования высокоскоростной монолитной струи препарата.

В свою очередь блок заполнения состоит из следующих элементов:



а) емкости, предназначенной для хранения в составе инъектора запаса препарата;

б) узла фиксации, обеспечивающего возможность быстрой смены и перезарядки емкости;

в) компенсатора расхода, представляющего возникновение разряжения в емкости с препаратом по мере расхода последнего;

г) фильтра, предназначенного для очистки воздуха, поступающего в компенсатор расхода;

д) входной магистрали, обеспечивающей прохождение препарата из емкости в рабочую камеру;

е) фильтра очистки препарата, предназначенного для задержания мелких частиц, случайно попавших в препарат (осколки стекла от ампулы, частички резины от пробки емкости и т. д.);

ж) выходного обратного клапана, предотвращающего попадание в рабочую камеру воздуха при акте всасывания;

з) уплотнительного узла низкого давления, герметизирующего емкость и магистраль.

Поршневой блок включает в себя рабочий плунжер, связанный посредством узла сочленения с силовым элементом и образующий совместно с рабочим цилиндром рабочую камеру, в которую во время акта всасывания из емкости через магистраль поступает заданная доза препарата.

Рабочий плунжер имеет уплотнительный элемент, герметизирующий рабочую камеру во время рабочего акта, когда усилие, создаваемое силовым элементом, преобразуется в давление препарата.

Струйный блок состоит из:

а) входного обратного клапана, отсекающего всасывающую магистраль и емкость во время рабочего акта;

б) сопла, формирующего струю заданной структуры;

в) демпфера, срезающего резкий пик давления, возникающий при гидроударе в начале рабочего акта;

г) прижимной площадки, предназначенной для координации и фиксации инъектора относительно места инъекции.

Кроме «энергетической и препаратной систем», во многих современных инъекторах широкого спектра действия имеются также взаимодействующие с ними «система регулирования силы активного давления струи» (определяющей проникающую способность последней) и

«система регулирования дозы». Функциональное назначение этих систем определяется их названием.

Большое разнообразие конструкций инжекторов оправдывает попытки их классификации. Приводим классификационную схему безыгольных инжекторов.

В основу схемы положены три основных классификационных признака: 1) назначение; 2) функциональные характеристики; 3) конструктивное выполнение.

По назначению инжекторы классифицируются на следующие группы:

1) инжекторы инфекционно-эпидемиологического назначения. Предназначены для массового охвата населения инъекциями в максимально короткие сроки, в основном с профилактической целью. Эта группа инжекторов эксплуатируется учреждениями карантинного и санитарно-эпидемиологического профиля;

2) инжекторы лечебно-диагностического назначения. Предназначены для охвата ограниченных контингентов населения, в основном с лечебной целью (учреждения терапевтические, хирургические, стоматологические, дерматологические, оториноларингологические, педиатрические и др.);

3) инжекторы индивидуального назначения. Предназначены для эксплуатации отдельными лицами, которым необходимо в течение длительного времени делать систематические инъекции;

4) инжекторы экспериментального назначения — для работы с экспериментальными животными;

5) инжекторы ветеринарного назначения — для массового охвата сельскохозяйственных животных инъекциями с профилактической или диагностической целью. Эта группа инжекторов эксплуатируется ветеринарными подразделениями;

6) прочие инжекторы (используемые, например, на предприятиях мясо-молочной промышленности при обработке мяса и мясопродуктов и т. д.).

По функциональным признакам безыгольные инжекторы классифицируются в зависимости от возможности регулирования режима работы инжектора (многорежимные и однорежимные), от возможности регулировать дозу инъекции (однодозовые и многодозовые), а также в зависимости от количества инъекций, которые можно осуществить от одной заправки инжектора (однорядные и многозарядные).

В свою очередь многорегимные инъекторы (позволяющие проводить внутрикожные, подкожные и внутримышечные инъекции) подразделяются на инъекторы с дискретным (ступенчатым) регулированием силы активного давления струи (за счет изменения диаметра сменного сопла или за счет установки перед соплом сменного промежуточного жиклера) и на инъекторы с плавным (бесступенчатым) регулированием пробивной силы струи (за счет изменения давления сжатого газа, изменения величины предварительного поджатия силовой пружины или за счет дросселирования сливной магистрали гидравлических инъекторов).

По конструктивному признаку безыгольные инъекторы классифицируются (в зависимости от типа используемой энергии) на инъекторы автономного типа, инъекторы энергозависимого типа и инъекторы смешанного типа.

Инъекторы автономного типа подразделяются на: 1) инъекторы с приводом от массы тела пациента; 2) инъекторы с педальным приводом (с механической или гидравлической передачей мощности от взводника к исполнительному органу инъектора); 3) инъекторы с ручным приводом (с винтовым или рычажным взводным устройством).

Инъекторы энергозависимого типа (с пневмоприводом, электроприводом или приводом от прочих видов энергии) подразделяют на инъекторы прямого действия (в которых источник энергии используется непосредственно для создания давления на препарат в момент инъекции) и инъекторы непрямого действия (в которых источник энергии используется для взведения силового элемента).

Инъекторы смешанного типа допускают работу как от постороннего источника энергии, так и от мускульной энергии оператора.

Таким образом, любой инъектор можно полностью охарактеризовать совокупностью приведенных классификационных признаков.

Рассмотренная схема облегчает определение необходимых требований к аппаратуре на этапе ее разработки. Кроме того, к инъекторам относятся и общетехнические требования:

- 1) габариты инъектора должны быть небольшими;
- 2) ресурс работы инъектора должен быть достаточно

велик. Так, для инъекторов инфекционно-эпидемиологического назначения ресурс должен составлять не менее 100 000 рабочих циклов;

3) масса инъектора в целом и в особенности его исполнительного органа должна быть минимальной. Это требование особенно важно для инъекторов, используемых при массовой вакцинации;

4) элементы инъектора должны требовать минимального технического ухода в процессе эксплуатации;

5) работоспособность инъектора должна сохраняться после транспортировки и хранения в различных климатических условиях.

В дополнение к общетехническим требованиям к инъекторам предъявляется еще ряд специфических требований, основные из которых заключаются в следующем:

1. Должно быть обеспечено удобство пользования инъектором при проведении инъекций в различные участки тела (в том числе и при проведении инъекций в положении больного лежа).

2. Части инъектора, соприкасающиеся с препаратом, должны быть выполнены из нержавеющей нетоксичных материалов, допускающих их стерилизацию (кипячение, автоклавирование, химический способ и т. д.). Стерильность этих частей не должна нарушаться при работе в течение длительного времени (несколько суток).

3. Режим инъекции должен регулироваться, чтобы обеспечить необходимый характер инъекции (внутрикожно, подкожно, внутримышечно и т. д.) с учетом назначения, физических характеристик препарата, а также анатомических особенностей участка тела в месте инъекции. Предпочтительна плавная регулировка режима в широком диапазоне значений силы активного давления струи.

4. Доза инъекции должна регулироваться (для широкопрофильных по назначению инъекторов). Предпочтительна возможность плавной регулировки дозы.

5. Должна быть обеспечена высокая точность дозировки.

6. Инъекторы специального назначения (стоматологические, отоларингологические) должны обеспечивать возможность доступа исполнительной части к труднодоступным участкам тела.

7. Должна быть обеспечена безболезненность инъекции (за счет сокращения времени рабочего акта, умень-

шения диаметра струн, повышения монолитности струн, надежной фиксации прижимной площадки к участку инъекции и т. д.).

8. Должна быть обеспечена возможность быстрой перезаправки препаратом без нарушения стерильности.

9. Должна быть обеспечена максимальная техническая скорострельность (для иньекторов, предназначенных для массовых прививок).

10. Усилие, необходимое для взведения и обслуживания иньектора, не должно превосходить допустимых норм и вызывать утомление оператора при длительной работе.

11. Должна быть обеспечена возможность легкой замены сопл и их быстрой прочистки при засорении.

Всем этим требованиям удовлетворяют отечественные безыгольные иньекторы, к описанию которых мы переходим.

3.2. БЕЗЫГОЛЬНЫЙ ИНЪЕКТОР БИ-1 «ПЧЕЛКА»

Иньектор БИ-1 «Пчелка» представляет собой однорежимный многозарядный иньектор автономного типа с ручным встроенным приводом.

Общий вид иньектора представлен на рис. 15, а конструкция его — на рис. 16.

Иньектор работает в следующей последовательности. При поворачивании ручки 9 вокруг оси зуб ее входит в зацепление с буртиком штока 2, который перемещается влево до тех пор, пока кольцевая выточка на штоке поравняется с шариками 5. Под действием пружины 6 кнопка 8 перемещается влево и своей конической поверхностью проталкивает шарики в кольцевую выточку штока, запирая их в ней цилиндрическим пояском. При взведении иньектора препарат из цилиндра 12 по подводным каналам в штоке через обратный клапан поступает в полость под штоком.

Для осуществления инъекции необходимо нажать на кнопку 8, которая, утопая внутрь корпуса, освобождает шарики 5, вследствие чего шток под действием пружины 3 перемещается вправо. Обратный клапан 13 под действием давления препарата закрывается, и происходит скоростное истечение заданной дозы препарата через сопло 16.

Начальное расчетное давление перед соплом инъектора БИ-1 достигает 140—150 ати. Время нарастания начального расчетного давления в этом инъекторе 0,002 с.

Жесткость силовой пружины 1,5 кг/мм. Время истечения дозы 0,1 мл при диаметре соплового отверстия 0,15 мм составляет 0,05 с.

Основные узлы инъектора унифицированы и взаимозаменяемы с остальными моделями семейства «БИ». В зависимости от целей применения возможно использование многоканальных сопел, удлинителей сменных пружин различной силы.

Для введения местных анестетиков в перитонзиллярную ткань при тонзиллэктомии разработан удлиненный до 160 мм наконечник толщиной 5 мм, в сопловом конце которого вмонтировано стандартное сопло диаметром 0,15 мм. Место инъекции не заслоняется корпусом инъектора, так как наконечник имеет в начальной части изгиб под углом 80°.

При помощи этого наконечника стало возможным осуществлять струйные инъекции в перитонзиллярную ткань, расположенную глубоко в полости рта. Инъектор при этом остается за пределами ротовой полости. В дальнейшем наконечник усовершенствовали, изготовив сопловой конец в виде площадки. В случае засорения сопла это позволяет производить очистку отверстия при помощи инъектора. Такой наконечник вставляют в инъектор сопловым концом и производят прокачку в

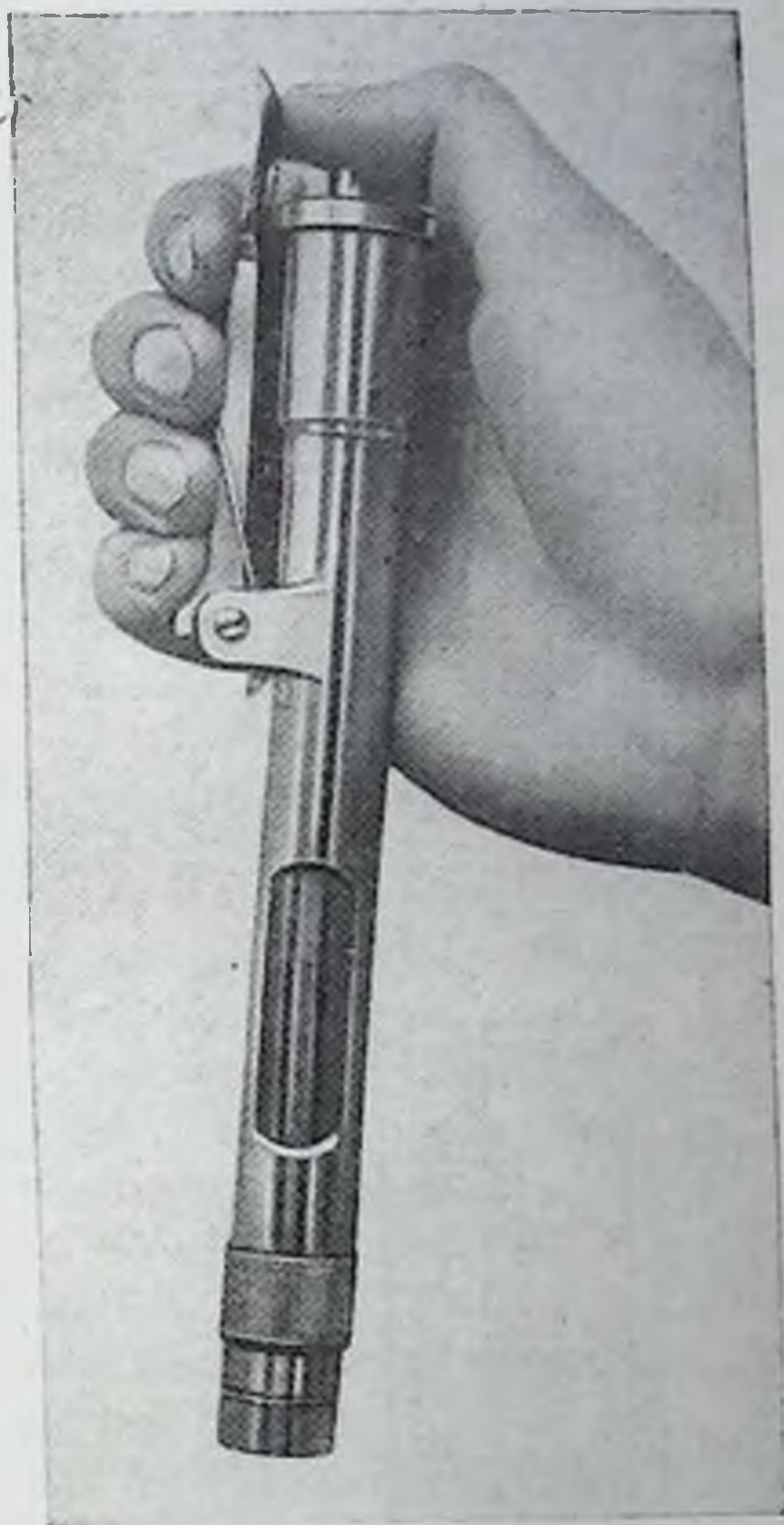


Рис. 15. Инъектор БИ-1 в рабочем положении.

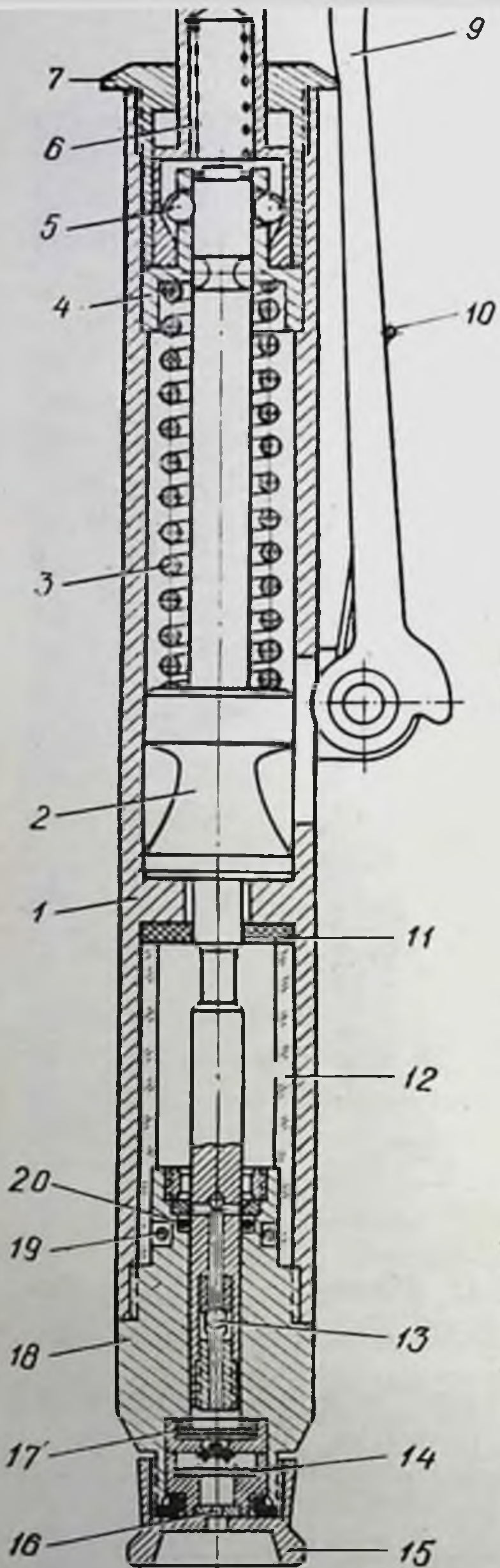


Рис. 16. Схема инъектора БИ-1.

1 — корпус; 2 — шток; 3 — пружина; 4 — сепаратор; 5 — шарик; 6 — пружина; 7 — крышка; 8 — кнопка; 9 — ручка взводная; 10 — пружина; 11 — прокладка; 12 — цилиндр; 13 — шариковый клапан; 14 — сетка; 15 — втулка-удлиннитель; 16 — сопло; 17 — фильтр; 18 — головка; 19, 20 — кольцо.

обратном порядке — со стороны соплового конца.

Для введения местных анестетиков в перегородку, боковые или нижние стенки полости носа разработан наконечник длиной 120 мм. Он имеет диаметр всего 3,5 мм и изогнут под углом 80° . В сопловой конец вмонтировано стандартное сопло диаметром 0,15 мм. При помощи данного наконечника можно осуществлять струйные инъекции в ткани перегородки носа по всей ее длине, обходить любые шипы и гребни. Он почти не заслоняет операционного поля и позволяет вводить анестетик точно в требуемые места. Этим же наконечником можно осуществлять струйные инъекции в боковую стенку полости носа, а также в мягкие ткани верхней челюсти и слизистую оболочку верхнечелюстных пазух.

Данные наконечники применимы и в стоматологической практике.

Стерилизация наконечников возможна любым из применяющихся способов для стерилизации хирургического инструментария.

Наконечники можно использовать в работе со всеми отечественными безыгольными инъекторами, а также с рядом зарубежных моделей.

Апробация наконечников показала полное соответствие конструктивного решения требованиям практики.

Методика работы с инъектором. При работе с инъектором БИ-1 применяют стандартное сопло диаметром 0,15 мм. Разовая доза вводимого вещества 0,1 мл. Места введения — любые требующиеся.

Инъекции проводят с соблюдением правил асептики. Фиксируют область тела (например, руку), в которую осуществляют инъекцию. Для введения вещества в ткань инъектор плотно (!) приставляют насадкой к коже и перпендикулярно к поверхности.

При качественных внутрикожных безыгольных инъекциях на поверхности кожи образуется папула — «лимонная корочка» диаметром 5—10 мм.

Порядок работы. Заполнить рабочий цилиндр 25 веществом. Ввернуть головку 11 в корпус до упора. На крышку 19 надеть резиновую насадку высотой 15 или 22 мм.

Взвести инъектор при помощи ручки 9, которую необходимо повернуть от исходного положения до упора. При этом кнопка 7 должна выдвинуться на 3—4 мм. Затем ручку отпустить, и она под действием пружины возвратится в исходное положение.

Взвод ручки необходимо производить при вертикальном положении инъектора головкой вниз.

Для срабатывания инъектора необходимо нажать на кнопку 7. Во избежание удара взводной ручки 9 по пальцам руки необходимо убедиться в том, что ручка находится в исходном положении, и только после этого нажимать на спусковую кнопку 7.

Запрещается производить инъекцию при незаполненном инъекторе.

После заправки инъектора необходимо осуществить 7—10 срабатываний (можно дистиллированной водой или изотоническим раствором хлорида натрия) для удаления воздуха из полостей инъектора.

Перед началом работы с инъектором необходимо произвести пробные срабатывания, чтобы убедиться в его исправности.

Испытание на работоспособность можно производить путем пробивки сухой газетной бумаги: при исправной работе инъектор пробивает 6—12 листов, плотно прижатых к насадке.

3.3. БЕЗЫГОЛЬНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ ИНЪЕКТОРЫ БИ-1М И БИ-8

Инъектор БИ-1М представляет собой однорежимный многодозовый многозарядный инъектор автономного типа с ручным встроенным приводом. Его вариант для стоматологической практики выпускается под названием БИ-8.

Общий вид инъектора представлен на рис. 17, а конструкция — на рис. 18.

Инъектор работает в следующей последовательности.

При вращении ручки 14 вокруг оси 15 зуб ее входит в зацепление со штоком 9, перемещает его вправо, сжимая пружину 11. Перемещение штока происходит до тех пор, пока кольцевая канавка штока 9 не поровняется с фиксирующими шариками. Под действием пружины кнопка 13 перемещается и конической поверхностью проталкивает фиксирующие шарики в кольцевую канавку, запирая их в ней цилиндрическим пояском. Момент запираания шарикового замка фиксируется по щелчку кнопки 13, выступающей в этот момент над торцом гайки приблизительно на 4 мм.

Одновременно с перемещением штока 9 вправо создается разрежение в подштоковой полости, вследствие чего препарат из флакона 7 по подводящей магистрали, обтекая шариковый клапан, заполняет подштоковую полость.

Требуемая доза вводимого препарата устанавливается вращением гайки 12 после взведения инъектора.

Для производства «выстрела» необходимо нажать на кнопку 13, которая, утопая внутрь корпуса, освобождает шарики, а шток 9 под действием пружины 11 перемещается влево.

Клапан закрывается, в результате чего обратный ток препарата прекращается и начинается процесс вытеснения заданной дозы препарата из подштоковой полости через сопло 1.

Происходит процесс скоростного истечения препарата.

При очередном взведении инъектора процесс повторяется.

Методика работы, уход и хранение такие же, как и в случае применения БИ-1.

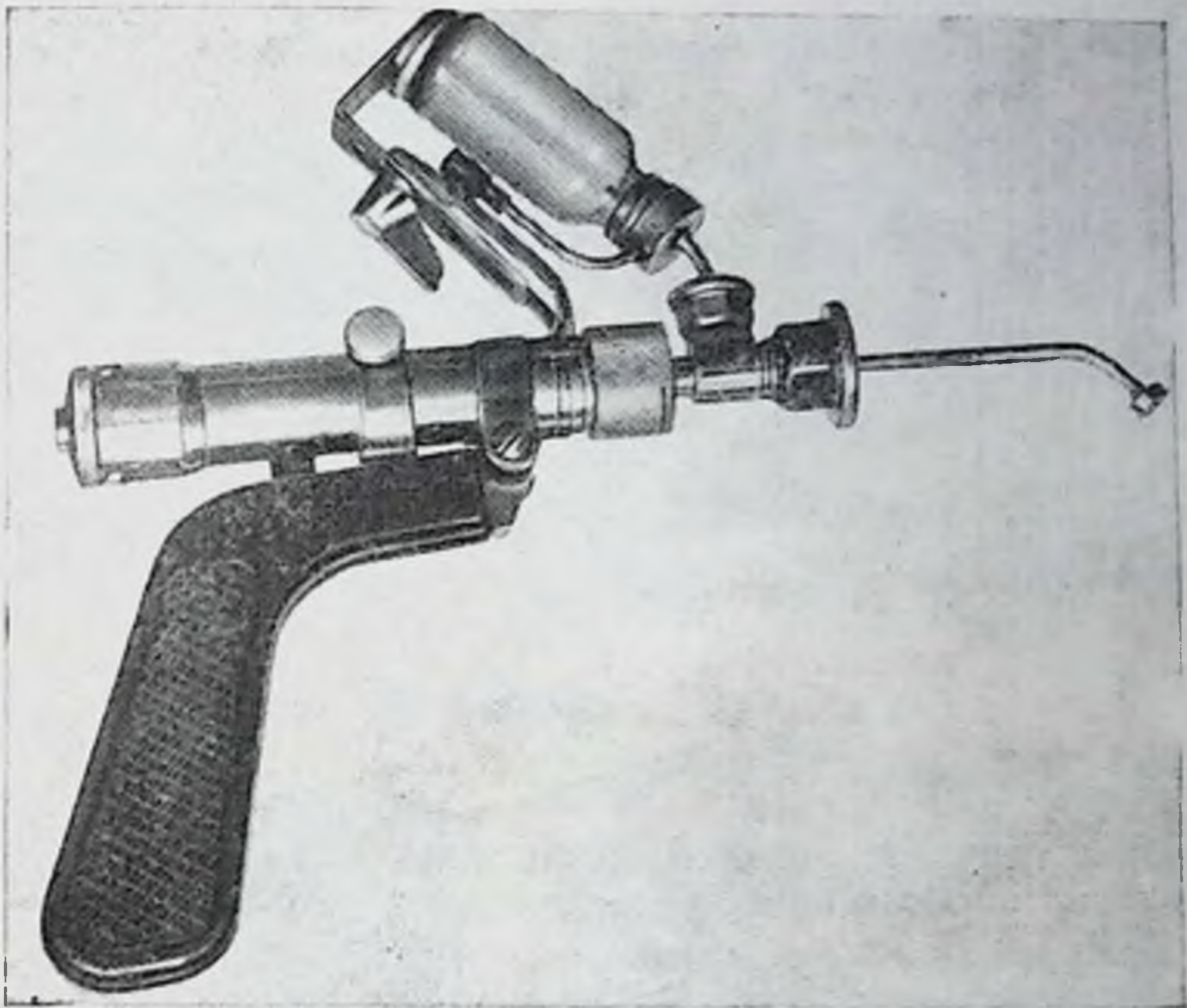


Рис. 17. Общий вид инъектора БИ-8.

3.4. БЕЗЫГОЛЬНЫЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ ИНЪЕКТОР БИ-2

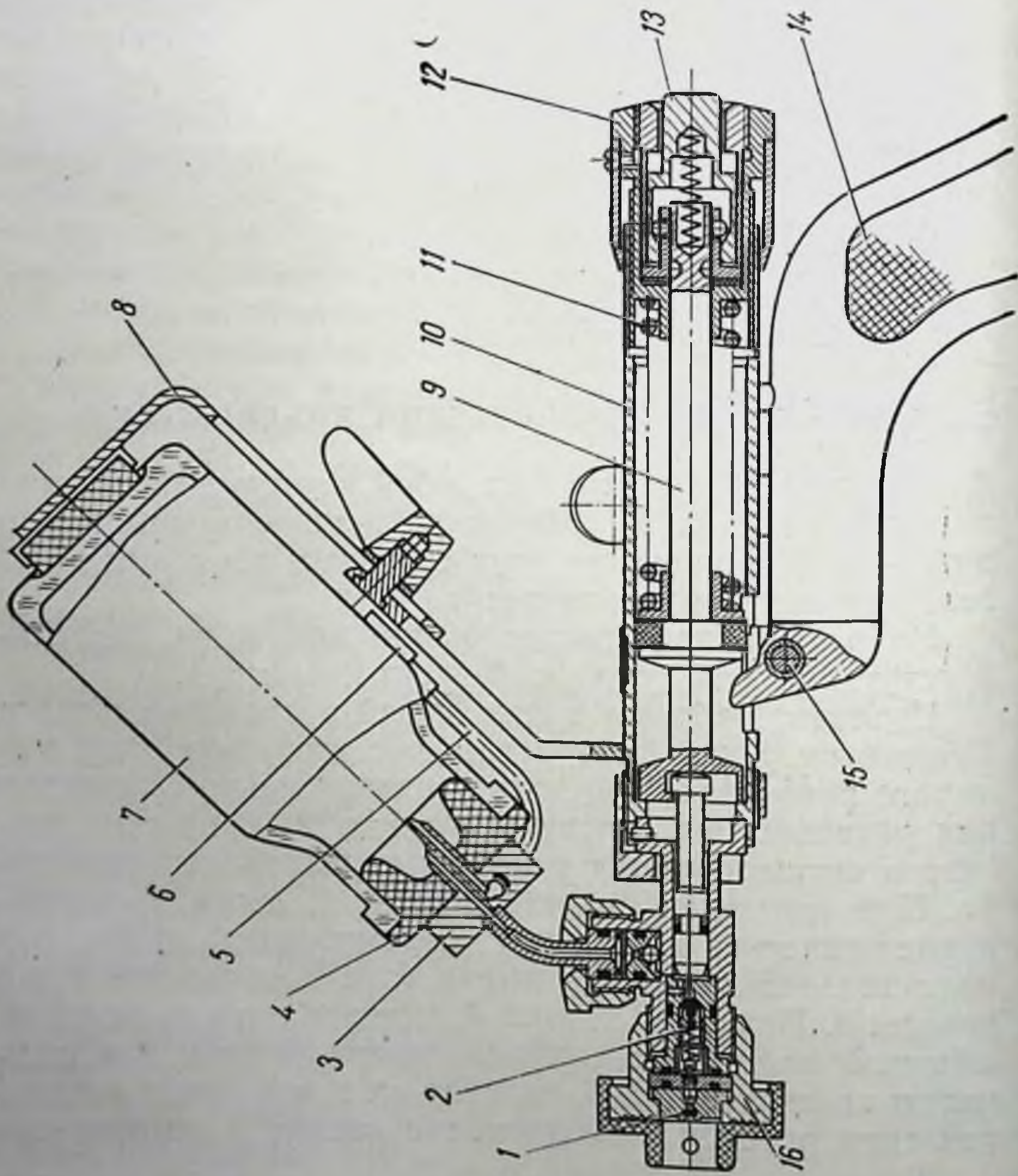
Данная модель представляет собой многорезимный многодозовый инъектор инфекционно-эпидемиологического назначения автономного типа с ручным приводом от отдельного рычажного взводника.

На рис. 19 представлен общий вид, а на рис. 20— конструкция исполнительной части инъектора.

Инъектор работает в следующей последовательности. Вращением ручки 1 устанавливают требуемую дозу вводимого препарата. При этом предварительно сжимаются или разжимаются силовые пружины 7. Взведение инъектора осуществляется с помощью рычажного зарядника. При взведении инъектора шток 6, сжимая силовые концентрические пружины 7, перемещается до тех пор, пока кольцевая канавка штока 6 не поравняется с шариками 4. При этом кнопка 3 перемещается и своей конической поверхностью проталкивает шарики 4 в кольцевую канавку штока 6, запирая их в ней своим цилиндрическим пояском. Одновременно кнопка 3 сферическим

Рис. 18. Схема инжектора БИ-8.

1 — сопло; 2 — клапан; 3 — фиксирующая площадка с магистралью для препарата и воздуха; 4 — пробка флакона; 5 — магистраль воздушная; 6 — фильтр; 7 — флакон; 8 — прижимный кронштейн; 9 — шток; 10 — корпус; 11 — пружина; 12 — гайка; 13 — кнопка; 14 — ручка; 15 — ось; 16 — прижимная площадка.



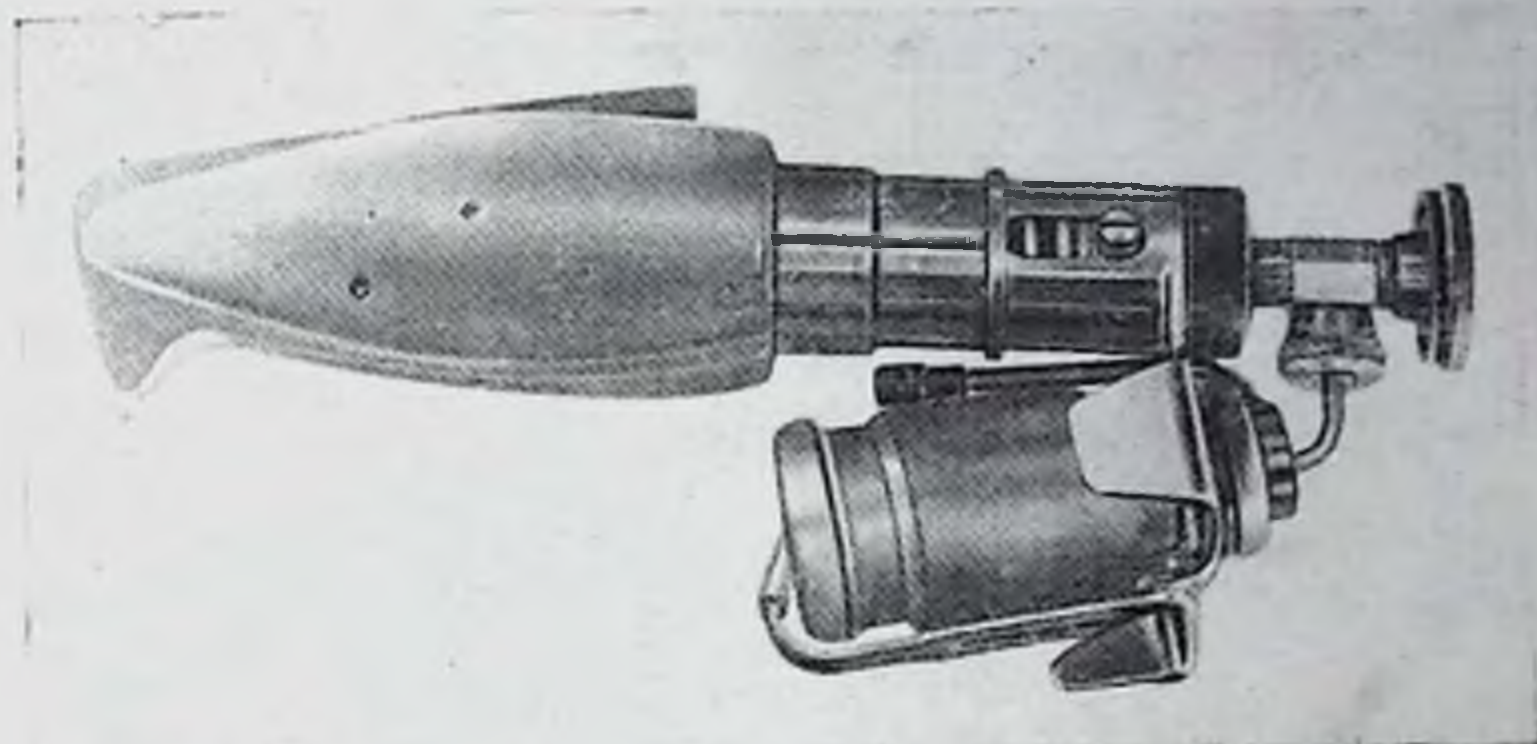


Рис. 19. Общий вид инъектора БИ-2.

торцом нажимает на рычаг 2, который занимает исходное положение для проведения инъекции.

Вместе со штоком 6 перемещается плунжер 9, создавая разрежение в подплунжерной полости, вследствие чего препарат из флакона 19 через сетчатые фильтры, поступает в подплунжерную полость, при этом клапан 11 закрыт.

Ввиду расхода препарата из флакона в нем образуется разрежение, под действием которого во флакон 19 через фильтрующий элемент поступает воздух, компенсирующий расход препарата.

Для осуществления инъекции необходимо нажать на рычаг 2, который передает усилие на кнопку 3, последняя, утопая внутрь корпуса, освобождает шарики 4, вследствие чего шток 6 под действием силовых пружин 7 перемещает плунжер 9 вправо, создавая давление на препарат. Шариковый обратный клапан под действием давления препарата закрывается, а клапан 11 пропускает препарат к соплу 12 — происходит скоростное истечение препарата. При следующем взведении инъектора процесс повторяется.

При выполнении внутрикожных инъекций на фланец 16 надевают резиновую втулку-удлиннитель.

Для регулирования глубины введения препарата в конструкции инъектора предусмотрены сменные сопла с диаметром канала 0,11, 0,15 и 0,18 мм, а также промежуточные предсопловые жиклеры.

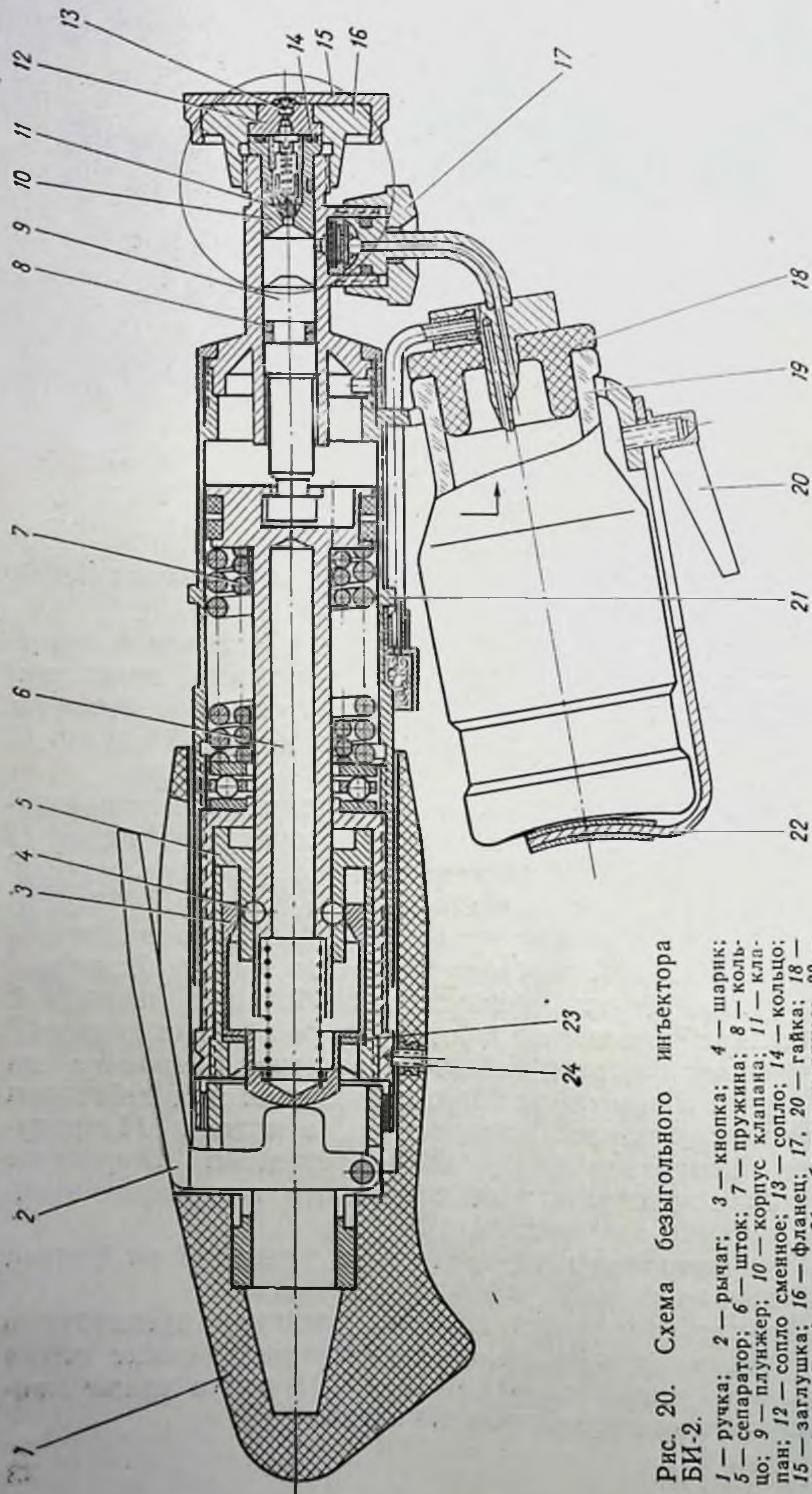


Рис. 20. Схема безыгольного инъектора БИ-2.

1 — ручка; 2 — рычаг; 3 — кнопка; 4 — шарик; 5 — сепаратор; 6 — шток; 7 — пружина; 8 — кольцо; 9 — плунжер; 10 — корпус клапана; 11 — клапан; 12 — сопло сменное; 13 — сопло; 14 — кольцо; 15 — заглушка; 16 — фланец; 17, 20 — гайка; 18 — пробка; 19 — флакон; 21 — бортик корпуса; 22 — прижим; 23 — шайба регулировочная; 24 — винт.

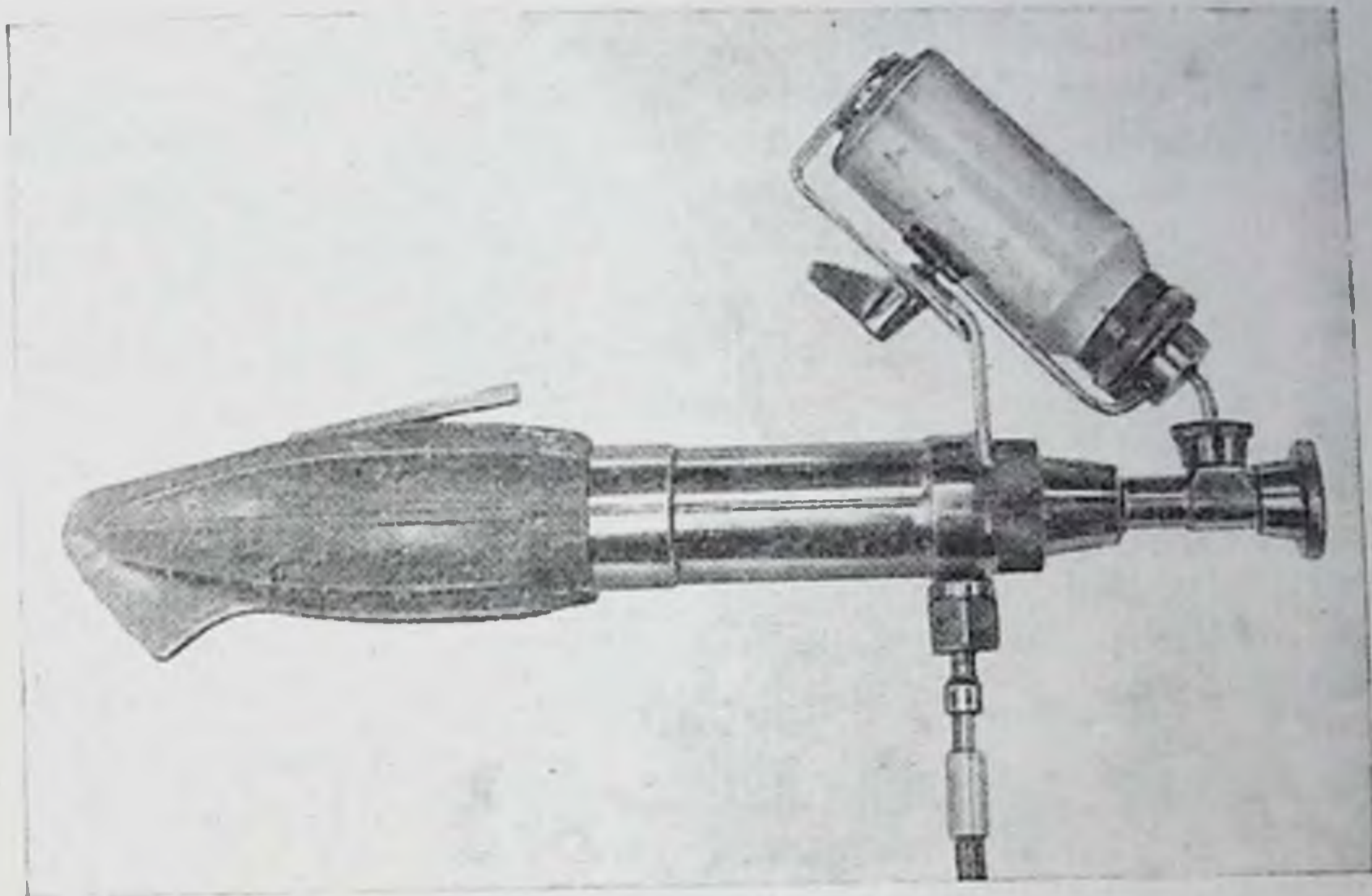


Рис. 21. Общий вид исполнительной части инъектора БИ-3.

В инъекторе начальное расчетное давление перед соплом составляет 240 ати. Время его нарастания 0,002 с. Жидкость силовых пружин 3,12 кг/мм.

Методика работы с инъектором. Установить необходимую дозу инъекции вращением ручки 1, совместив срез ручки с соответствующим делением шкалы, нанесенной на корпусе.

Взять инъектор в правую руку и вставить его в зарядник таким образом, чтобы верхняя губка зарядника давила на поясok 21 корпуса инъектора, а цилиндрические винты-упоры штока 6 вошли в выемки нижней губки зарядника.

Взвести инъектор, нажимая на рукоятку зарядника вниз до тех пор, пока рычаг спуска 2 не поднимется. Поднять рукоятку зарядника вверх до упора и внутрь инъектор из зарядника.

Для внутрикожных инъекций следует применять сопло с диаметром канала 0,11 мм.

Для подкожных инъекций следует применять сопла диаметром 0,15—0,18 мм. Доза вводимого вещества — до 1 мл. Места введения веществ при подкожных инъекциях: любые требующиеся.

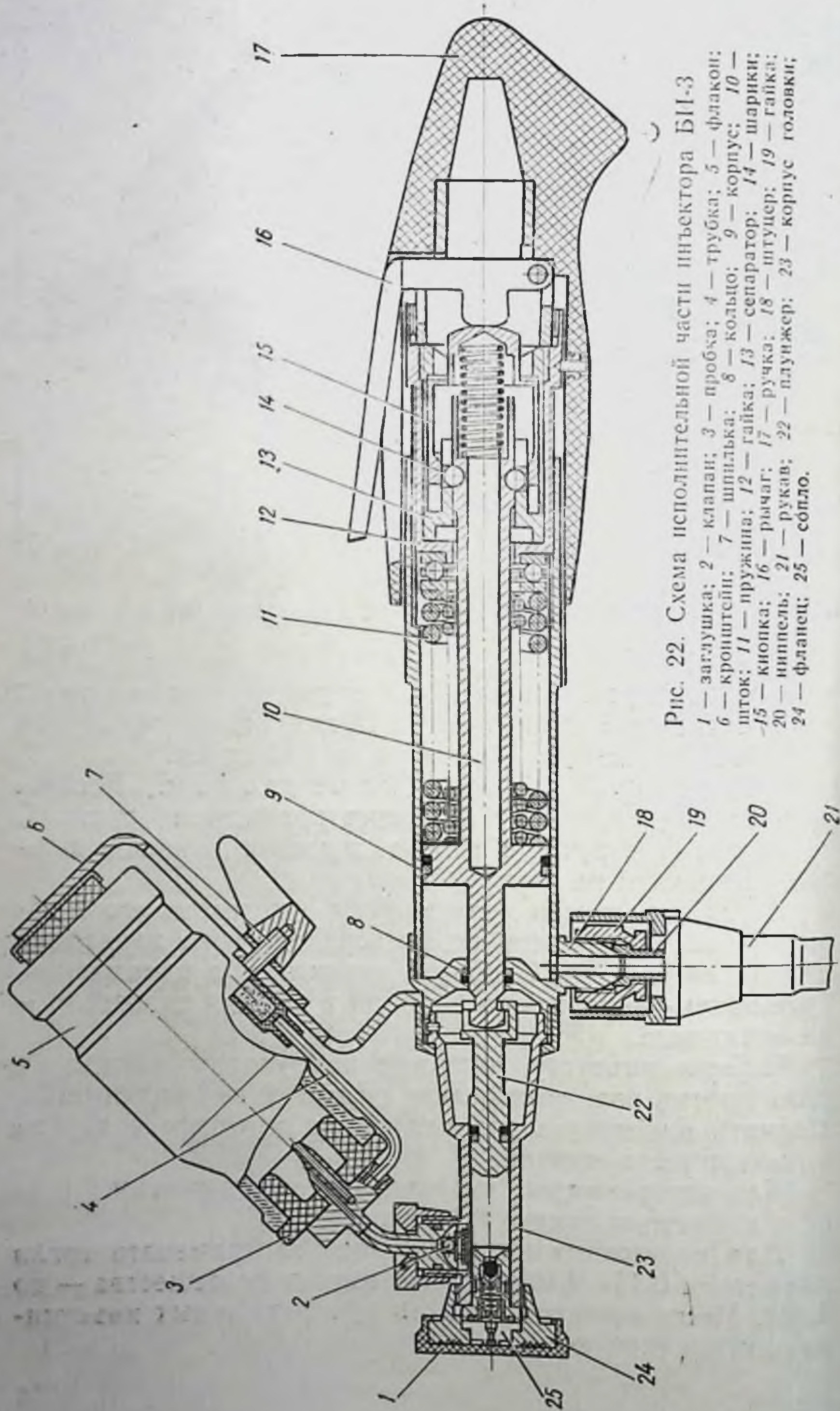


Рис. 22. Схема исполнительной части иньектора БИ-3
 1 — заглушка; 2 — клапан; 3 — пробка; 4 — трубка; 5 — флакон;
 6 — кронштейн; 7 — шпилька; 8 — кольцо; 9 — корпус; 10 — шток; 11 — пружина; 12 — гайка; 13 — сепаратор; 14 — шарики;
 15 — кнопка; 16 — рычаг; 17 — ручка; 18 — штуцер; 19 — гайка;
 20 — ниппель; 21 — рукав; 22 — плунжер; 23 — корпус головки;
 24 — фланец; 25 — сопло.

Для внутримышечных инъекций следует применять сопла диаметром 0,18—0,2 мм. Доза вводимого вещества — до 1 мл. Места введения веществ при внутримышечных инъекциях: наружная поверхность плеча, наружная поверхность бедра, ягодицы.

Для введения вещества в ткани приставить соплом к коже плотно и перпендикулярно к поверхности.

3.5. БЕЗЫГОЛЬНЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ИНЪЕКТОР БИ-3

Инъектор БИ-3 представляет собой многорежимный многодозовый многозарядный инъектор многоцелевого назначения (инфекционно-эпидемиологического, лечебно-диагностического и экспериментального), автономного типа, с педальным гидроприводом (рис. 21, 22, 23).

Взведение инъектора осуществляется при помощи рычажно-гидравлического усилителя. При перемещении ногой педали 4 вниз (см. рис. 23) кронштейн 5, поворачиваясь вокруг оси, посредством ролика перемещает плунжер 9, который вытесняет масло из подплунжерной полости через шланг 21 (см. рис. 22) в подштоковую полость инъектора и перемещает шток 10 (см. рис. 23). Шток 10, сжимая пружину 11, перемещается до тех пор, пока шарики 14 попадут в кольцевую канавку штока 10. Под действием пружины кнопка 15 перемещается и своей конической поверхностью проталкивает шарики 14 в кольцевую канавку штока 10, запирая их в ней цилиндрическим пояском. Одновременно кнопка 15 сферическим торцом давит на рычаг 16, который поворачиваясь вокруг оси, занимает исходное положение для проведения инъекции.

Вместе со штоком 10 перемещается плунжер 22, создавая разрежение в подплунжерной полости инъектора, вследствие чего препарат из флакона 5, обтекая обратный клапан 2 через сетчатые фильтры, поступает в подплунжерную полость инъектора.

Ввиду расхода препарата из флакона в нем образуется разрежение, под воздействием которого во флакон 5 через фильтрующий элемент поступает воздух, компенсирующий расход препарата.

Для осуществления инъекции необходимо снять ногу с педали 4 (см. рис. 23), которая под воздействием пружины 1 возвращается в исходное положение, затем нажать на рычаг 16 (см. рис. 22), который передает уси-

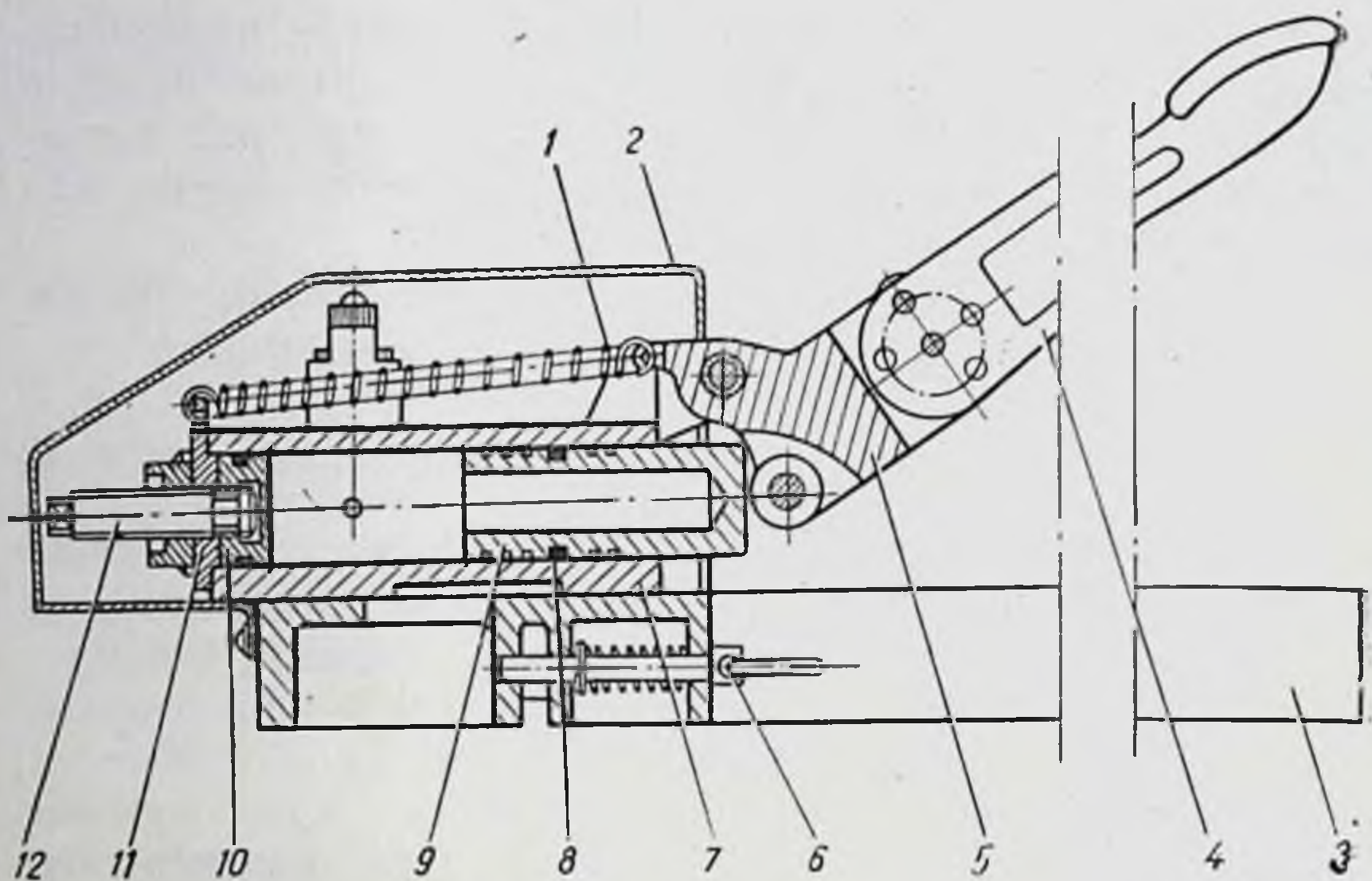


Рис. 23. Разрез рычажно-гидравлического усилителя инъектора БИ-3.
 1 — пружина; 2 — кожух; 3 — основание; 4 — педаль; 5 — кронштейн; 6 — фиксатор; 7 — корпус; 8 — кольцо; 9 — плунжер; 10 — поршень; 11 — фланец; 12 — винт.

лие на кнопку 15; последняя, утопая внутрь корпуса, освобождает шарики, вследствие чего шток 10 под действием силовых пружин 11 перемещает плунжер 22 влево, создавая давление на препарат. Шариковый обратный клапан 2 под действием давления закрывается, препарат проходит к соплу 25 — происходит скоростное истечение препарата.

При перемещении штока 10 влево масло по шлангу 21 вытесняется в подплунжерную полость рычажно-гидравлического усилителя. При следующем взведении инъектора процесс повторяется.

Конструкция инъектора предусматривает возможность изменения гидравлического сопротивления прохождению масла при производстве инъекции. Этим достигается изменение давления перед соплом в процессе инъекции.

В инъекторе начальное расчетное давление перед соплом составляет 300—320 ати. Жесткость силовых пружин 3,12 кг/мм.

Обращение с инъектором БИ-3 такое же, как и с БИ-2.

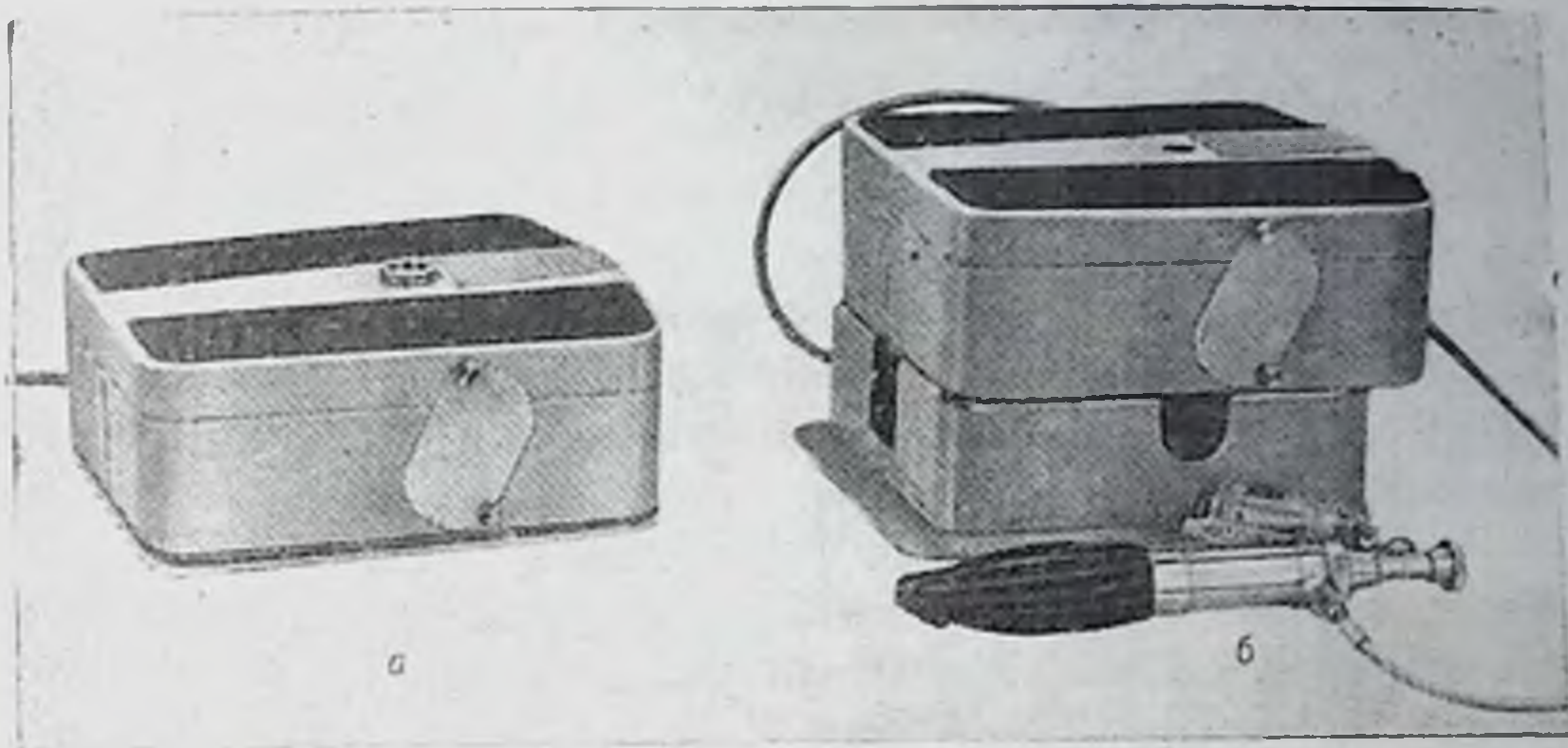


Рис. 24. Общий вид безыгольного инъектора БИ-4 со взведением силовых пружин от собственной массы тела пациента.
А — инъектор в собранном виде; Б — инъектор готов к работе.

3.6. БЕЗЫГОЛЬНЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ИНЪЕКТОР БИ-4

Данная модель представляет собой многорежимный многодозовый многозарядный инъектор инфекционно-эпидемиологического назначения автономного типа.

Отличительной особенностью данного инъектора является использование массы тела пациента для взведения силовой пружины, что значительно облегчает условия работы оператора.

Комплект инъекторов (рис. 24—26) содержит исполнительную часть 1 (см. рис. 25), унифицированную с исполнительной частью инъектора БИ-3, платформу 2, крышка 3 которой с помощью тяг 4 осуществляет плоско-параллельное движение.

Исполнительная часть 1 и платформа 2 соединяются между собой с помощью гибкого фторопластно-металлического рукава. Все внутренние полости платформы и подштоковая полость инъектора заполнены маслом АМГ-10.

Конструкция рычажно-гидравлического устройства — платформы представлена на рис. 26.

Работает инъектор следующим образом. Пациент становится на верхнюю крышку платформы, под действием его массы крышка 3 (см. рис. 26) перемещается вниз, при этом гидроцилиндр 5, поворачиваясь вокруг оси 2, упирается поршнем 4 в ролик, в результате чего поршень 4 перемещается внутрь гидроцилиндра 5. При

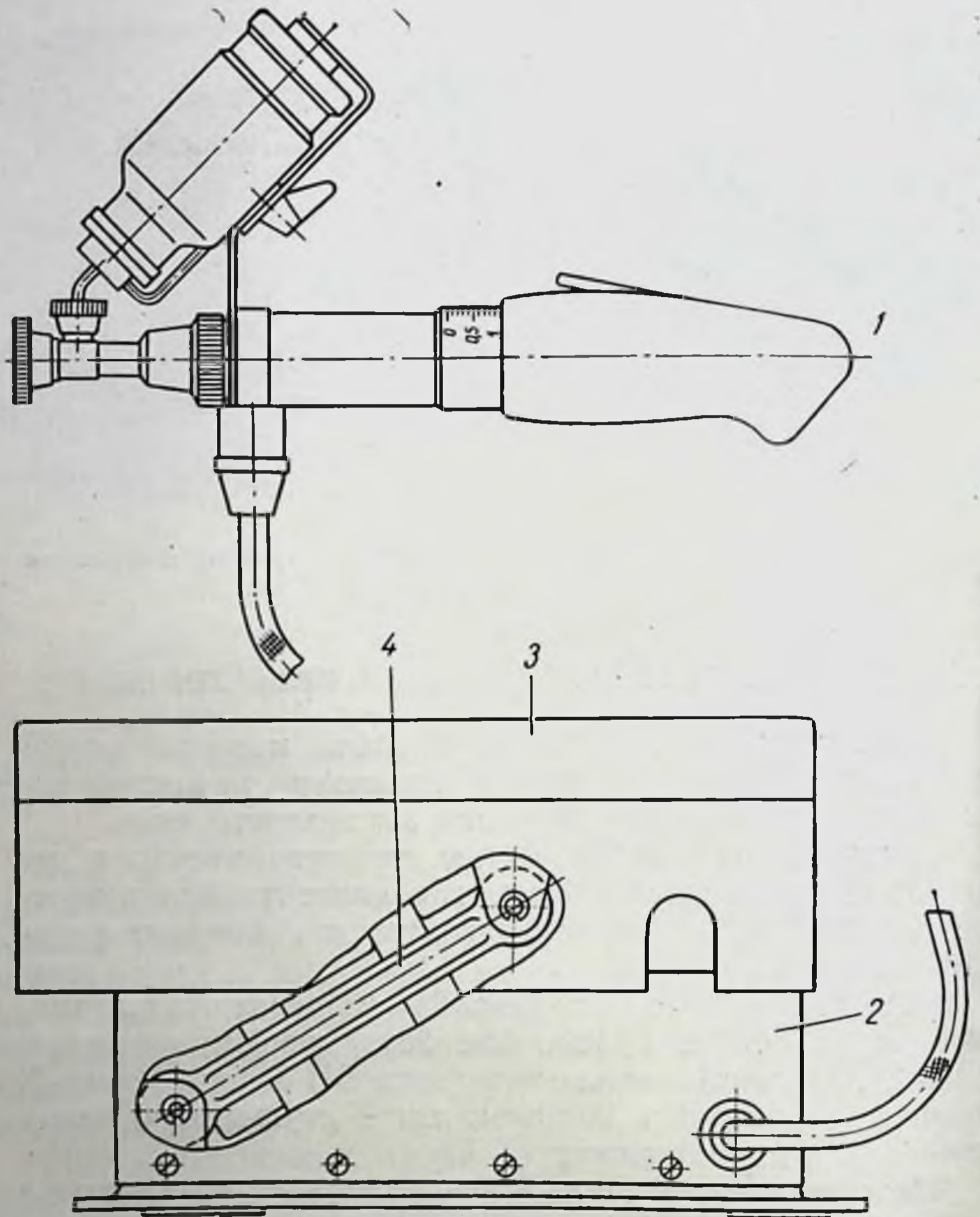


Рис. 25. Схема безыгольного инъектора БИ-4.

1 — исполнительная часть; 2 — платформа; 3 — крышка; 4 — тяги.

этом в полости повышается давление гидросмеси, которая через шланг вытесняется в подштоковую часть исполнительной части инъектора — происходит процесс взведения инъектора. При дальнейшем движении поршня 4 вправо давление в полости повышается, при этом силовой шток инъектора становится на шариковый замок. Дальнейшее движение крышки 3 вниз вместе с пациентом ограничивается амортизатором 17.

В процессе выполнения инъекции происходит вытеснение гидросмеси из подштоковой полости инжектора по специальному рукаву в полость гидроцилиндра 5, а затем через открытый клапан в сливную полость, поршень которой 15 перемещается вправо и сжимает пружину 16.

Регулирование пробивной силы струи препарата, истекающего из сопла, производится с помощью дросселирующей иглы и основано на повышении противодавления в сливной магистрали гидросмеси путем уменьшения площади проходного сечения дросселя.

После окончания инъекции пациент сходит с платформы. Возвратная пружина 7 выталкивает плунжер 4 из гидроцилиндра, приподнимая крышку 3 вверх, которая занимает положение, указанное на рис. 24,Б. При этом корпус обратного клапана возвращается на место под действием пружины 10. Однако при выдвигании плунжера 4 из гидроцилиндра 5 в полости создается разрежение, и увеличивающийся объем этой полости заполняется гидросмесью, вытесняемой из сливной полости, через обратный клапан с помощью пружины 16, оказывающей воздействие на поршень 15 и перемещающей его влево. В это время инжектор подготовлен для следующего взведения.

Дозаправка гидравлической системы маслом АМГ-10 производится через заглушку 14.

Кривые изменения давления перед соплом и силы активного давления струи инжектора БИ-4 подобны соответствующим кривым инжектора БИ-3 (см. рис. 3).

3.7. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ БЕЗЫГОЛЬНЫЙ ИНЪЕКТОР БИ-5

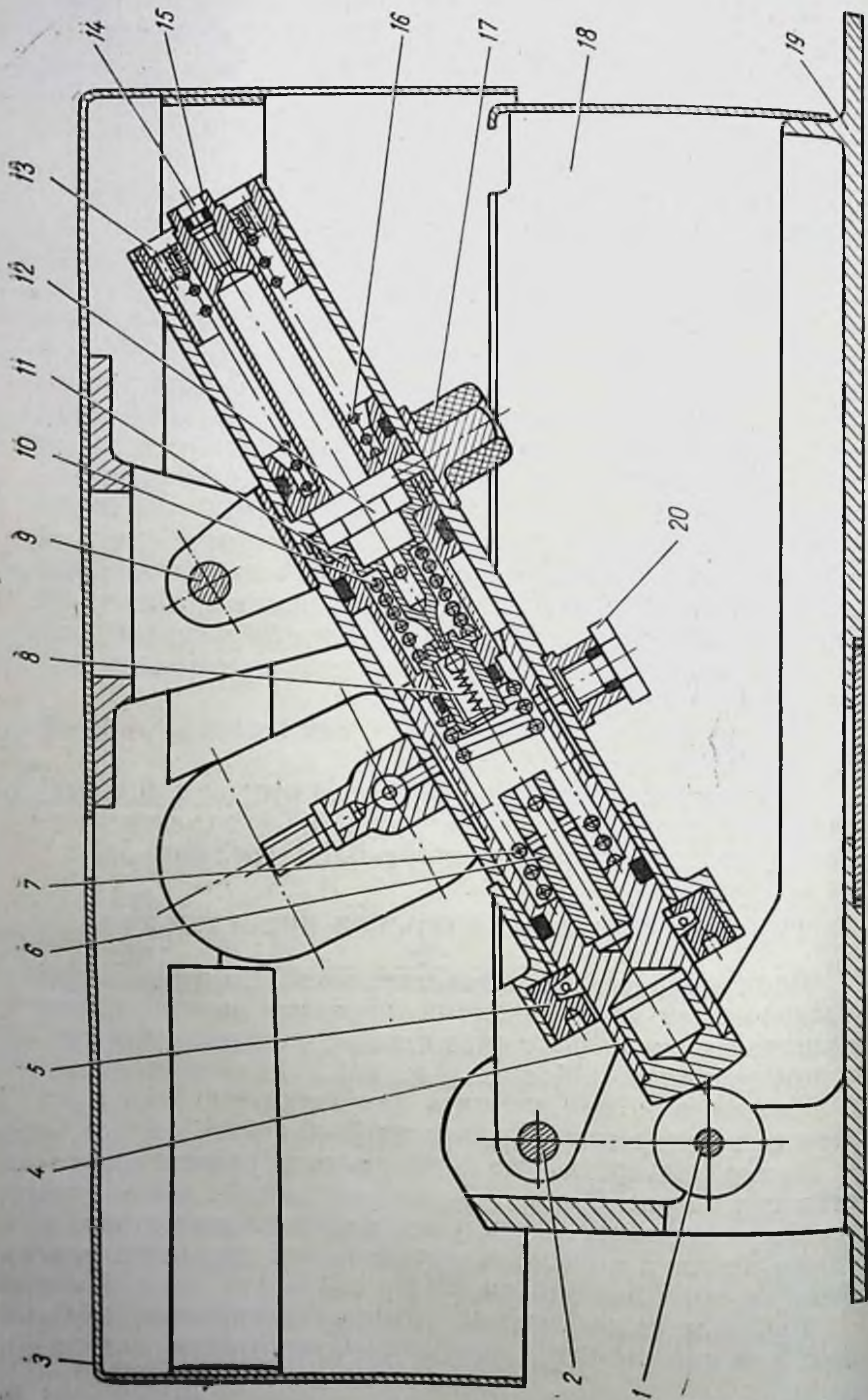
Данная модель представляет собой многорегимный многодозовый многозарядный инжектор многоцелевого назначения смешанного типа с пневмомеханическим приводом непрямого действия (рис. 27).

Инжектор может работать как автономно, так и от источника сжатого газа давления 5—8 кг/см².

Схема универсального безыгольного инжектора представлена на рис. 28.

Исполнительная часть универсального инжектора, а также шланг и рычажно-гидравлический усилитель унифицированы с инжектором БИ-3.

Работает универсальный инжектор следующим образом: при нажмиме ногой на педаль 15 последняя, поворачи-



чиваясь вокруг оси, перемещает шток 14, который, сжимая пружину 12, перемещается до тех пор, пока не придомкнет над седлом клапан 10. В результате этого сжатый газ по каналам попадает в подпоршневую полость пневмоцилиндра и, воздействуя на поршень 8, перемещает его, сжимая пружину 6. Вместе с поршнем перемещается шток 4, контактирующий с плунжером гидронасоса, осуществляя процесс взведения иньектора. После того как иньектор взведен, оператор снимает ногу с педали, шток 14 под действием пружины 12 возвращается в исходное положение, в результате чего клапан 10 опускается на седло, перекрывая доступ сжатому газу в подпоршневую полость.

Кривые изменения давления перед соплом и силы активного давления струи иньектора БИ-5 подобны соответствующим кривым иньекторов БИ-3 и БИ-4.

Методика работы аналогична таковой при применении иньектора БИ-3.

3.8. ЗАРУБЕЖНЫЕ МОДЕЛИ БЕЗЫГОЛЬНЫХ ИНЬЕКТОРОВ

За рубежом выпускаются безыгольные иньекторы различных классов. С рядом моделей советские исследователи имели возможность познакомиться. Безусловно, заслуживают внимания и анализа особенности конструктивного выполнения и методика применения наиболее известных из них.

3.8.1. Безыгольный иньектор «Пед-о-джет» (США)

Данная модель представляет собой двухрежимный многозарядный многодозовый иньектор инфекционно-эпидемиологического назначения автономного типа с педальным гидроприводом.

Основные технические данные: источником энергии служит пружина. Введение силовой пружины ножное, при помощи рычажного гидравлического устройства. Доза разовой иньекции регулируется в пределах от 0,1 до 1,0 мл. Возможно осуществление внутри-

Рис. 26. Продольный разрез платформы иньектора БИ-4.

1 и 2 — ось; 3 — крышка; 4 и 15 — поршень; 5 — гидроцилиндр; 6 — толкатель; 7, 8, 10 и 16 — пружина; 9 — ось; 11 — корпус; 12 — толкатель; 13 — крышка; 14 — заглушка; 17 — амортизатор; 18 — кожух; 19 — основание; 20 — заглушка.



Рис. 27. Инъектор БИ-5 в заводской упаковке.

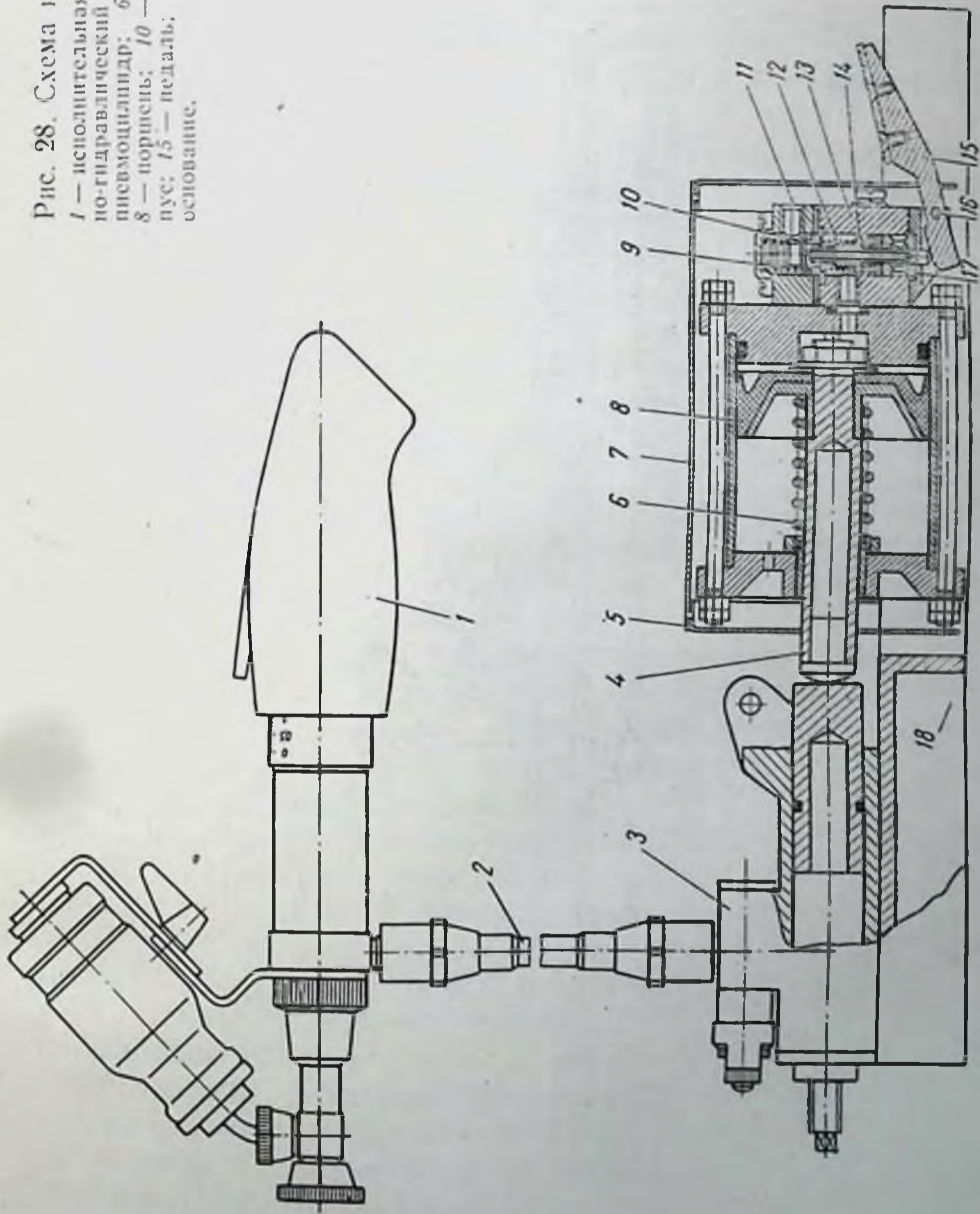
кожных, подкожных и внутримышечных инъекций. Производительность (при дозе 1 мл) около 900 инъекций в час. Емкость флакона с препаратом до 100 мл. Масса исполнительной части инъектора 1200 г.

Инъектор выполнен в виде исполнительной части пистолетного типа, гидравлического насоса с педальным управлением и соединительных шлангов.

На рис. 29 представлена схема исполнительной части. В расточку корпуса 5 исполнительной части инъектора установлен поршень 8, уплотненный кольцами и поджатый с помощью гайки, пружины 9. Гайка сочленена посредством резьбы с фланцем 10, установленным на корпусе 5 с помощью 4 винтов, и с маховичком 11, законтранным винтом.

Рис. 28. Схема инъектора БИ-5.

1 — исполнительная часть; 2 — шланг; 3 — рычаг-но-гидравлический усилитель; 4 и 14 — шток; 5 — пневмоцилиндр; 6, 9, 12 — пружина; 7 — кожух; 8 — поршень; 10 — клапан; 11 — канал; 13 — корпус; 15 — педаль; 16 — ось; 17 — кронштейн; 18 — основание.



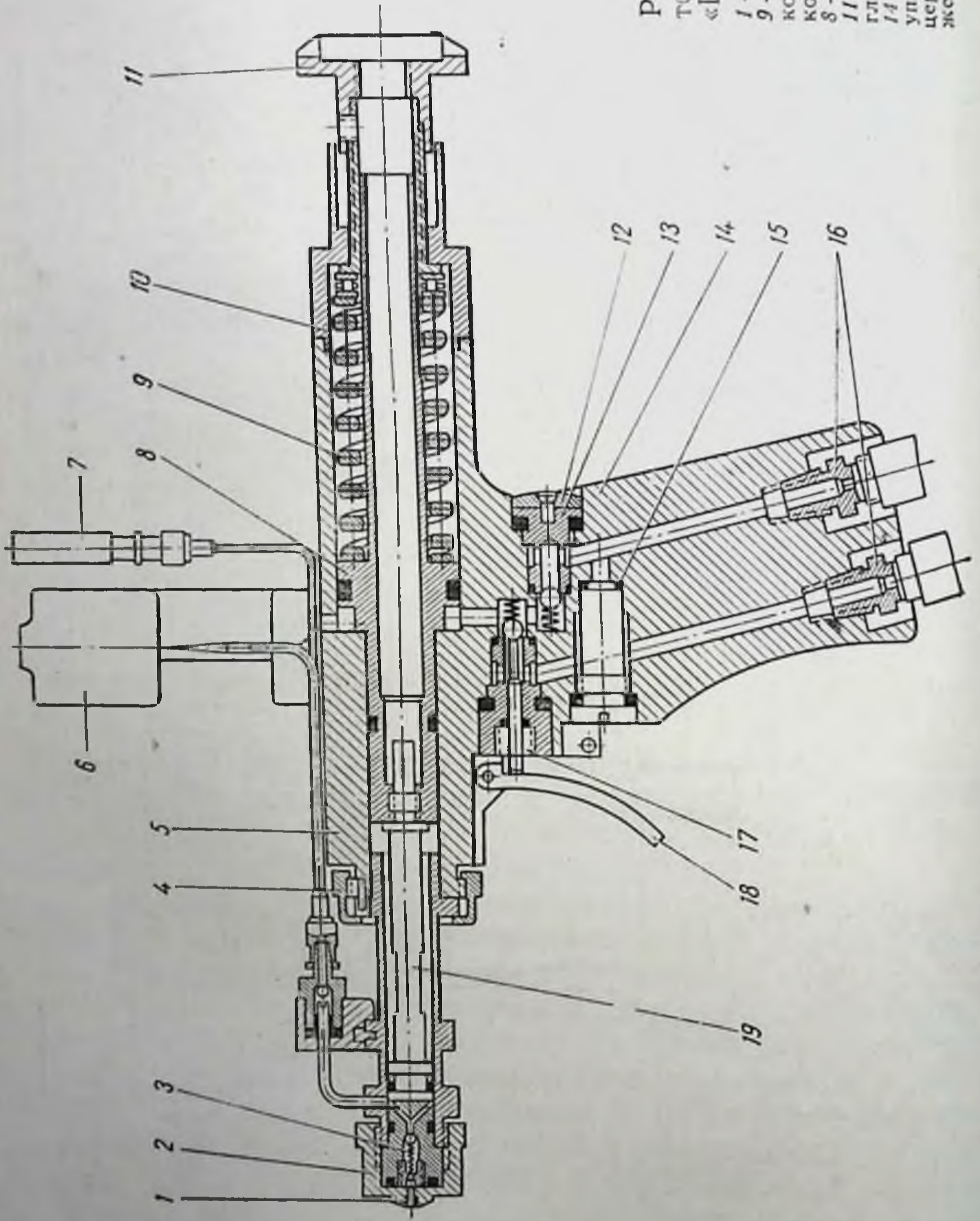


Рис. 29. Схема исполнительной части иньектора «Пед-о-джет».

- 1 — сопло; 2 — фланец; 3 и 9 — пружина; 4 — гайка; 5 — корпус; 6 — кронштейн; 7 — корпус воздушного фильтра; 8 — поршень; 10 — фланец; 11 — маховичок; 12 — заглушка; 13 и 17 — корпус; 14 — рукоятка; 15 — кольцо уплотнительное; 16 — штуцер; 18 — курок; 19 — плунжер.

В рукоятке 14 выполнены каналы для соединения подпоршневой полости с нагнетающим и сливным шлангами. В сливном канале в одной расточке установлены управляемый с помощью курка 18, закрепленного на оси, и толкателя обратный клапан, поджатый пружиной, корпус 17, уплотненный кольцами, и резьбовая втулка.

В нагнетательном канале установлены обратный клапан, поджатый пружиной, корпус 13, уплотненный кольцами, и заглушка 12, закрепленная винтом. Соединение каналов с соответствующими шлангами осуществляется посредством штуцеров 16.

В левую расточку корпуса 5 установлен корпус головки и зафиксирован посредством гайки 4, сочлененной резьбой с корпусом 5.

В расточке корпуса головки с одной стороны подвижно расположен плунжер 19 с уплотнительным кольцом и защитной шайбой, с другой — корпус выпускного обратного клапана. Сопло 1 выполнено из сапфира и завальцовано во фланец 2, который сочленен с корпусом посредством резьбы.

Впускной обратный клапан соединен с подплунжерной полостью и с флаконом для препарата.

В канюлю иглы установлен корпус воздушного фильтра 7.

Магистраль фиксируется в кронштейне 6 посредством подпружиненной защелки, а кронштейн 6 надет на корпус 5 и служит для фиксации флакона с препаратом.

Рычажно-гидравлический взводник (рис. 30) состоит из корпуса 12, в проушине которого установлена на оси 4 педаль 5 с роликом 6, контактирующим с поршнем 7. Внутри поршня 7 расположена возвратная пружина 8. Поршень 7 уплотнен тефлоновым кольцом.

В канале, соединяющем резервуар 1 с подпоршневой полостью 10, установлен обратный клапан. В нижней части резервуара 1 выполнено резьбовое отверстие для слива гидросмеси. В отверстии установлена заглушка.

В расточке корпуса 12, соединяющей подпоршневую полость 10 с резервуаром 1, расположен предохранительный клапан 11, регламентированно поджатый пружиной с помощью гайки.

Резервуар 1 закрыт компенсационной мембраной 3, прижатой по контуру с помощью винтов крышкой 2.

Корпус 12 установлен на основании 9 и закреплен винтами. Под головки винтов установлены шайбы.

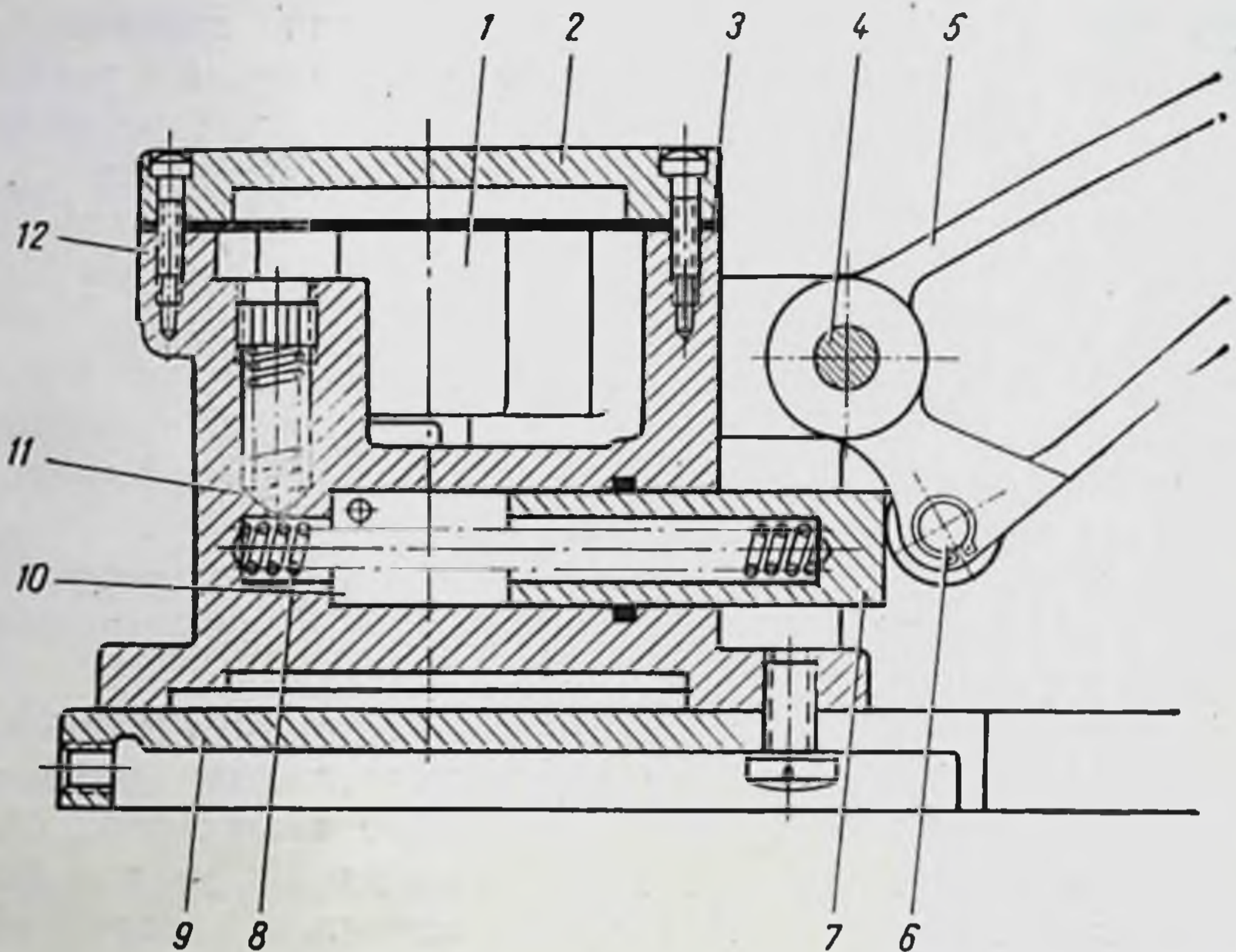


Рис. 30. Схема гидравлического взводника «Пед-о-джет».

1 — резервуар; 2 — крышка; 3 — компенсационная мембрана; 4 — ось; 5 — педаль; 6 — ролик; 7 — поршень; 8 — пружина; 9 — основание; 10 — подпоршневая полость; 11 — предохранительный клапан; 12 — корпус.

Гидросистема заполнена гидравлической смесью.

Работа иньектора происходит в следующей последовательности. При нажатии ногой на педаль 5 последняя, поворачиваясь вокруг оси 4 через ролик 6, давит на поршень 7. Поршень 7 перемещается и вытесняет гидросмесь из полости 10. Под воздействием давления гидросмесь поступает в подпоршневую полость иньектора, сжимая силовую пружину. При соприкосновении витков пружины 9 (см. рис. 29) давление гидросмеси возрастает, в результате чего срабатывает предохранительный клапан 11 (см. рис. 30), соединяя подпоршневую полость 10 с резервуаром 1, и избыток гидросмеси попадает в резервуар.

Объем гидросмеси, выталкиваемой за один ход поршня 7, обеспечивает взведение иньектора на всех дозах до 0,5 мл. Для взведения иньектора при больших дозах необходимо два рабочих хода поршня.

При возвращении поршня 7 и педали 5 под действием пружины 8 в исходное положение в полости 10 обра-

зается раздражение, под действием которого открывается обратный клапан и гидросмесь из резервуара 1 попадает в полость 10 под поршнем.

Вместе с поршнем 8 (см. рис. 29) при взведении инъектора перемещается и плунжер 19. Поэтому в подплунжерной полости образуется разрежение, под действием которого открывается впускной обратный клапан и препарат из флакона по магистрали попадает в подплунжерную полость. При этом выпускной обратный клапан закрыт и не пропускает воздух через сопло в подплунжерную полость. Через фильтр 7 во флакон для препарата поступает воздух, компенсирующий раздражение во флаконе.

Инъектор готов для выполнения инъекции.

Для выполнения инъекции необходимо нажать на спусковой курок 18, который через толкатель откроет обратный клапан, и гидросмесь из подпоршневой полости инъектора по каналам в ручке и шлангу попадает в резервуар 1 (см. рис. 30), на что израсходуется часть энергии сжатой силовой пружины 9 (см. рис. 29). Основная часть энергии сжатой силовой пружины 9 пойдет на создание давления на препарат через плунжер. Под воздействием этого давления впускной обратный клапан закроется и откроется выпускной обратный клапан, пропуская препарат к соплу 1, — начинается процесс истечения заданной дозы препарата, установка которой производится по шкале, нанесенной у выреза на корпусе 5 и риске на поршне 8 вращением маховичка 11 с помощью специального ключа.

Доза устанавливается плавно. Градуировка шкалы через 0,1 мл.

Инъектор комплектуется тремя видами сопл: для внутрикожных, подкожных и внутримышечных инъекций. Сопло для внутрикожных инъекций обеспечивает направление струи препарата под углом 45° к продольной оси инъектора, а специальная втулка формирует кожу таким образом, чтобы струя проходила параллельно поверхности кожи на расстоянии от нее до 1 мм.

Исполнительная часть инъектора «Пед-о-джет» унифицирована с другим американским инъектором «Мультидозе-джет». В этом инъекторе взведение силовой пружины осуществляется с помощью гидравлического насоса с электроприводом. Управление взведением производится вторым курком, взаимодействующим с толка-

телом обратного клапана, вставленного в расточку ручки вместо заглушки.

В инжекторе развивается максимальное начальное давление перед соплом 265—270 атм.

Максимальная начальная сила активного давления струи составляет 90 г при диаметре канала сопла 0,125 мм. Жесткость силовой пружины 12,2 кг/мм.

Время нарастания максимального давления перед соплом составляет 0,025 с. Время истечения дозы 1 мл — 0,392 с.

К основным недостаткам следует отнести:

1) отсутствие в схеме инжектора элемента, позволяющего регулировать давление перед соплом и, как следствие, глубину проникновения препарата;

2) наличие двух шлангов (нагнетательного и сливного) затрудняет манипулирование инжектором при работе;

3) необходимость выполнения двух качков педали (при работе на дозах более 0,5 мл) снижает «скорострельность» инжектора;

4) при работе оператор вынужден затрачивать излишнюю энергию на перекачку гидросмеси через предохранительный клапан (при работе на дозах, отличных от 0,5 и 1 мл);

5) отсутствие регулировки высоты подъема педали в зависимости от установленной дозы.

3.8.2. Безыгольный инжектор «Порто-джет» (Великобритания)

Инжектор представляет собой двухрежимный многодозовый многозарядный инжектор санитарно-эпидемиологического назначения автономного типа с педальным троссовым приводом.

Основные технические данные: источником энергии служит пружина. Ее взведение ножное, при помощи рычажного взводника с троссом. Доза разовой инъекции регулируется в пределах от 0,1 до 1,3 мл. Возможно осуществление внутрикожных и подкожных инъекций. Производительность до 1500 инъекций в час при дозе 1 мл. Емкость флакона с препаратом до 100 мл. Масса исполнительной части инжектора 1680 г.

Схема безыгольного инжектора «Порто-джет» представлена на рис. 31.

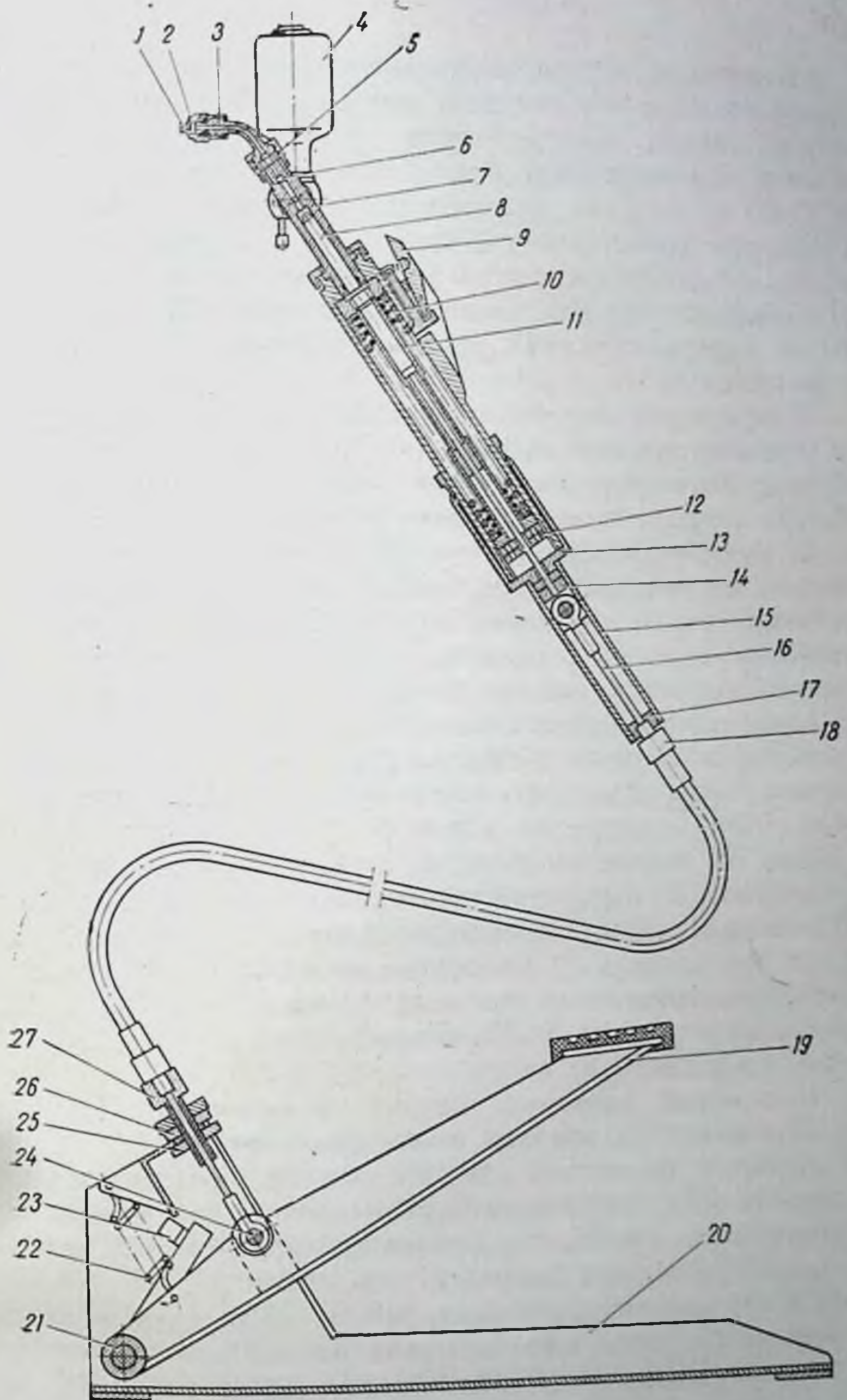


Рис. 31. Схема безыгольного инъектора «Порто-джет».

1 — сопло; 2 — смешанный фланец; 3 — магистраль; 4 — флакон с препаратом; 5 — уплотнительное кольцо; 6 — обратный клапан; 7 — корпус головки инъектора; 8 — плунжер; 9 — курок; 10 — силовые пружины; 11 — шток; 12 — втулка; 13 — корпус; 14 — вилка; 15 — гильза; 16 — серьга троса; 17 — втулка; 18 — кожух; 19 — педаль; 20 — основание; 21 и 24 — ось; 22 — пружина; 23 — упор; 25 и 26 — гайка; 27 — втулка.

В корпусе 13 исполнительной части инъектора установлены шток 11, силовые пружины 10, регламентированно сжатые. Внутри штока 11 расположены пружина и тяга. На наружной резьбе корпуса 13 установлена втулка со шкалой, вращением которой производится установка дозы. С тягой посредством резьбы сочленена вилка 14, на оси которой установлена серьга троса 16. На заплечик втулки установлена гильза 15, в торец которой через втулку 17 упирается кожух 18 троса 16 с шарнирами.

В проушину корпуса установлен механизм удержания подвижных частей инъектора в исходном положении. Корпус 7 головки инъектора сочленен с корпусом инъектора посредством заплечика и гайки.

В расточке корпуса 7 расположен плунжер 8, сочлененный со штоком 11 по резьбе и уплотненный кольцом, установленным в канавке корпуса 7 головки. В боковую расточку корпуса 7 головки вмонтирован корпус впускного обратного клапана, уплотненный кольцом, в расточке которого установлен впускной обратный клапан с кольцом, поджатым к седлу пружиной. С торцом корпуса впускного обратного клапана сочленен корпус, в канале (для препарата) которого расположены фильтр и игла. В отверстии корпуса закреплен флакон 4 для препарата. В корпусе 7 головки установлен выпускной обратный клапан. На наружной резьбе корпуса 7 крепится магистраль 3, уплотненная кольцом. На магистраль 3 навинчивается сменный фланец 2 с завальцованным в нем соплом 1. Магистраль 3 уплотнена с фланцем 2 кольцом.

Рычажный взводник состоит из основания 20, упора 23 с осью, на которой размещена педаль 19. Педаль 19 поджата пружиной 22. На оси 24, расположенной в педали 19, закреплена серьга троса 16. Кожух 18 с шарнирами крепится к основанию при помощи регулировочной резьбовой втулки 27, гаек 25 и 26.

Работа инъектора происходит в следующей последовательности: при нажатии ногой на педаль 19, она, поворачиваясь вокруг оси 21, тянет за серьгу троса 16, который посредством второй серьги, расположенной с противоположного конца троса, перемещает шток 11, сжимая силовые пружины 10.

Вместе со штоком перемещается сочлененный с ним плунжер 8, из-за чего в подплунжерной полости образу-

ется разрежение, под действием которого открывается обратный клапан и препарат из флакона 4 по игле попадает в подплунжерную полость.

Перед выполнением инъекции снимают ногу с педали 19.

При нажатии на курок 9 последний, поворачиваясь вокруг оси, выводит из зацепления со штоком 11 собачку, в результате чего шток 11 под действием силовых пружин 10 начинает перемещаться, создавая через плунжер 8 давление на препарат. Препарат через клапан, магистраль 3 и сопло 1 выталкивается из подплунжерной полости инжектора. Далее процесс повторяется.

В инжекторе развивается начальное расчетное давление перед соплом 200 ати. Начальная расчетная сила активного давления струи составляет 110 г с соплом для внутрикожных инъекций и 70 г с соплом для подкожных инъекций.

Следует отметить, что нарастание давления перед соплом и силы активного давления струи происходит скачком, превышающим расчетные значения этих параметров в 1,9 раза, что отрицательно сказывается на стойкости сопла инжектора, выполненного из камня (сапфир, рубин и т. п.).

Время нарастания максимального давления (и силы активного давления струи) составляет 0,002 с.

Время истечения дозы 1 мл равно 0,285 с при диаметре соплового отверстия 0,18 мм.

В инжекторе для выполнения внутрикожных инъекций применяются сопло с диаметром канала 0,145 мм и втулки, позволяющие удалить сопло на расстояние 10; 6; 5 и 3,5 мм.

Для выполнения подкожных инъекций используется сопло с диаметром канала 0,18 мм. Инъекции выполняются при плотно прижатом к поверхности кожи сопле.

Преимуществом схемы инжектора «Порто-джет» является применение чисто механической системы, что позволяет значительно снизить стоимость инжектора и обеспечить минимальное значение времени нарастания начального расчетного давления перед соплом.

К недостаткам следует отнести:

1) наличие перед соплом скачка давления, являющегося следствием гидравлического удара, достигающего 380 ати, что приводит к разрушению сопла, выполненного из камня (сапфир, рубин и т. п.);

- 2) в схеме инжектора отсутствует элемент, позволяющий регулировать глубину проникновения препарата;
- 3) малый ресурс работы уплотнительного кольца 65;
- 4) применение двух параллельно расположенных игл для препарата и воздуха, что служит причиной частых поломок;
- 5) недостаточно надежное крепление троса к серьге;
- 6) недостаточная компенсация увеличения длины троса в процессе работы;
- 7) очень тяжелая исполнительная часть инжектора;
- 8) высота подъема педали инжектора не зависит от установленной на инжекторе дозы, что приводит к излишним затратам энергии оператора при работе с малыми дозами.

3.8.3. Безыгольный инжектор «Хайджеттор» (Япония)

Данная модель представляет собой однорежимный многодозовый многозарядный инжектор санитарно-эпидемиологического, а также лечебно-диагностического назначения автономного типа с педальным гидроприводом.

Основные технические данные: источником энергии служит пружина. Ее взведение ножное, при помощи рычажно-гидравлического взводника. Доза разовой инъекции регулируется в пределах от 0,1 до 1 мл. Инжектор рассчитан на осуществление подкожных инъекций. Производительность — до 900 инъекций в час. Емкость флакона с препаратом до 30 мл. Масса исполнительной части инжектора 1070 г.

Конструктивно инжектор состоит из исполнительной части, рычажно-гидравлического взводника и двух соединительных шлангов — напорного и сливного.

На рис. 32 представлена схема исполнительной части инжектора.

В корпусе исполнительной части инжектора (выполненном из двух корпусов — 13 и 18, сцентрированных втулкой 15 и соединенных между собой посредством резьбы) установлены поршень 6 с уплотнительным кольцом, защитной шайбой, кольцом и упором 17, зафиксированным штифтом, подпружиненные обратные клапаны.

В пазах корпуса 18 перемещается упор 16, сочлененный резьбой со втулкой, посредством которой производится регулировка дозы по отметкам шкалы, нанесенной у выреза в корпусе 18, и кольцевой риске на упоре 17.

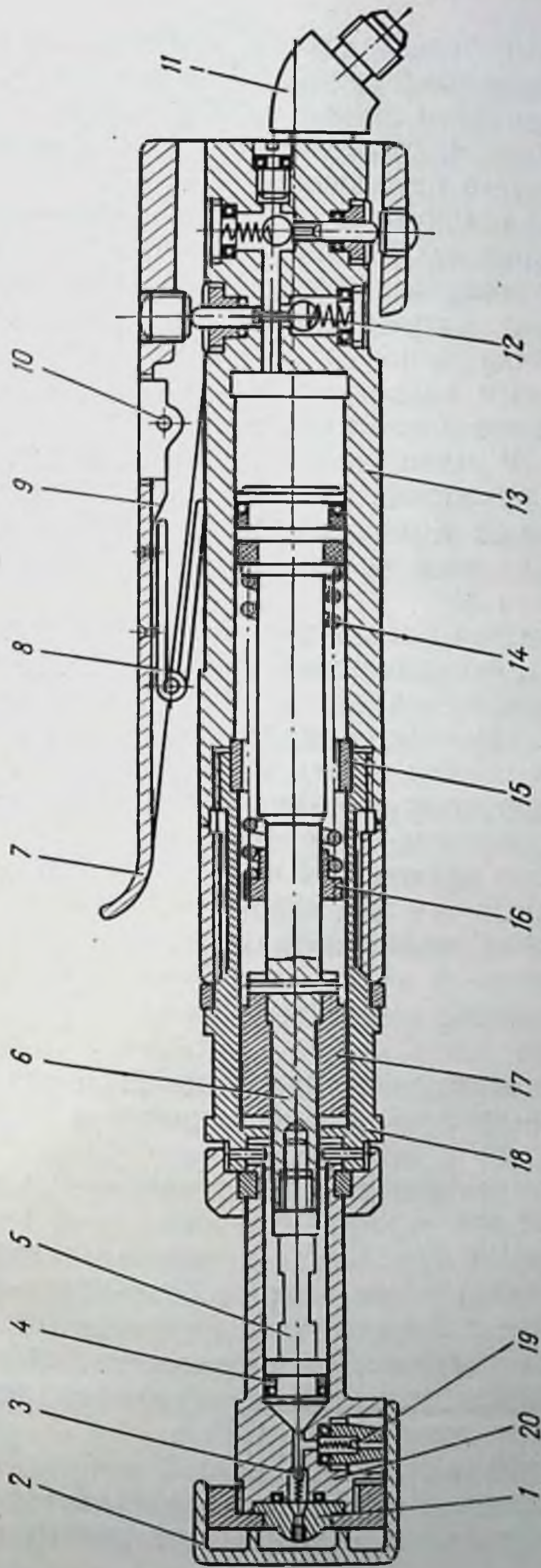


Рис. 32. Схема исполнительной части иньектора «Хайджеттор».

1 — сопло; 2 — заглушка; 3 — выпускной клапан; 4 — кольцо; 5 — плунжер; 6 — рычаг; 7 — рычаг; 8, 9 и 14 — пружина; 10 — ось; 11 — штуцер; 12 — шарик; 13 и 18 — корпус; 15 и 17 — упор; 19 — впускной клапан; 20 — корпус головки.

На корпус 13 установлен рычаг 7 с регулируемым упорами и предохранителем, сочлененным с рычагом 7 посредством оси 10 и поджатым пружиной 9. Рычаг 7 поджат пружиной 8. Обратные клапаны состоят из шарика 12, поджатого пружиной.

В корпус 13 ввернуты штуцеры 11, сочлененные с напорным и сливным шлангами.

В расточку корпуса 18 установлен корпус головки 20. Угловое положение корпуса головки определяется штифтами. В расточке корпуса 20 установлен плунжер 5 с уплотнительным кольцом и защитной шайбой, сочлененный с поршнем 6 посредством резьбы.

В корпусе 20 расположены также выпускной клапан 19, поджатый пружиной, канюля, уплотненная кольцом, выпускной клапан 3, поджатый пружиной, сопло, закрепленное фланцем и уплотненное кольцом. На фланец надета заглушка 2.

Для выполнения инъекции необходимо нажать на рычаг 7, который, поворачиваясь вокруг оси 10, давит посредством упора на толкатель обратного клапана и перемещает его. При своем перемещении толкатель приподнимает над седлом шарик 12, в результате чего гидросмесь по напорному шлангу и каналам в корпусе 13 поступает под поршень 6. Перемещаясь, поршень 6 сжимает возвратную пружину 14 и через плунжер 5 создает давление на препарат, под действием которого открывается выпускной обратный клапан и пропускает препарат к соплу 1; впускной клапан при этом закрыт. Начинается процесс скоростного истечения заданной дозы препарата.

После окончания истечения рычаг 7 отпускают, и он под действием пружины 8 возвращается в исходное положение.

В инъекторе развивается максимальное давление перед соплом 225 ати. К концу истечения дозы 1 мл давление падает до 120 ати. Сила активного давления струи при этом меняется в пределах от 55 до 33 г соответственно. Давление в гидросистеме достигает 100 ати. Время нарастания максимального давления перед соплом (и силы активного давления струи) составляет 0,015 с. Время истечения дозы 1 мл — 0,43 с.

Диаметр канала сопла 0,13 мм.

Преимуществом схемы инъектора является размещение силовой пружины в аккумуляторе давления (во вре-

мя проведения инъекций находится на полу), что снижает массу исполнительной части инжектора.

К недостаткам можно отнести следующее:

1) инжектором можно выполнять только подкожные инъекции, что ограничивает сферу его применения;

2) наличие двух сравнительно жестких шлангов, что затрудняет манипуляции инжектором во время работы;

3) настройка предохранительного клапана производится только представителем фирмы, что не допускает его подрегулировку в процессе работы;

4) ограничение объема препарата, одновременно заправляемого в инжектор (30 мл), ограничивает пропускную способность инжектора;

5) инжектор комплектуется сменными кронштейнами для крепления флаконов различных емкостей, что требует дополнительной затраты времени при смене флаконов;

6) во время проведения массовых инъекций производительность инжектора снижается вследствие необходимости контроля давления гидросмеси по манометру. Схема допускает проведение инъекции со значениями давления перед соплом ниже расчетного;

7) оператор затрачивает излишнюю энергию на перекачку гидросмеси через предохранительный клапан.

3.9. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНЪЕКТОРОВ

Безыгольные инжекторы представляют собой сравнительно сложные приборы, обладающие (вследствие своей высокой энергетической активности) определенной потенциальной опасностью. Поэтому неграмотное обращение с инжектором может привести не только к преждевременному выходу его из строя, но и нанести вред пациенту.

В связи с изложенным одним из первых требований к эксплуатации инжекторов является то, что к работе с инжекторами допускаются только медицинские работники, прошедшие специальное обучение по техническому обслуживанию и методике работы с безыгольными инжекторами.

Эксплуатация конкретной модели инжектора обязательно должна начинаться с тщательного изучения заводской «Инструкции по эксплуатации» данной модели.

3.9.1. Меры безопасности

1. В момент введения препарата во избежание порезов не допускается сдвигать сопло инъектора относительно участка тела, в который производится инъекция.

2. Детям, а также взрослым-астеникам безыгольные инъекции в области спины производить не рекомендуется: в случае неправильной установки режима инъекции, а также при случайном выходе инъектора из строя возможно очень глубокое проникновение препарата (даже в плевральную полость). Внутримышечные инъекции пациентам астенической конституции и детям рекомендуется проводить только в ягодицу.

3. При возникновении во время проведения инъекции резких болевых ощущений или значительных кровотечений необходимо прекратить дальнейшее проведение инъекций и проверить техническое состояние инъектора, обратив особое внимание на качество и пробойную силу струи.

4. При прокачке инъектора и производстве срабатываний в марлевый или ватный тампон не допускается держать тампон непосредственно рукой (во избежание порезов руки струей).

5. Не допускается направлять взведенный инъектор в сторону окружающих людей. При случайном срабатывании и попадании струи на тело возможна травма (напомним, что струя истекает из сопла инъектора со скоростью реактивного самолета).

6. Взводить инъектор следует только непосредственно перед инъекцией. Держать инъектор во взведенном состоянии длительное время (более 1 мин) не рекомендуется (во избежание случайных срабатываний).

7. Чтобы избежать разрушения деталей инъектора, не следует взводить незаправленный инъектор и производить при этом «выстрелы».

8. После взведения инъекторов с педальным гидроприводом не рекомендуется наступать на педаль полной массой.

9. Запрещается очистка сопла иглой, булавкой или другими жесткими инструментами.

3.9.2. Стерилизация

Стерилизации подвергаются все части инъектора, соприкасающиеся с препаратом, а также те сменные и за-

пасные элементы, которые могут быть использованы в процессе работы и сборки инжектора (запасные сопла, пробки, пинцет и т. д.).

Количество стерилизаций в течение дня — один раз в начале смены. Однократная стерилизация обеспечивает стерильность в течение не менее 24 ч.

Использование обычной (жесткой) воды может привести к засорению соплового отверстия инжектора частицами осадка солей, выпадающего при кипячении такой воды.

Холодная стерилизация спиртовым раствором йода для безыгольных инжекторов противопоказана, так как резиновые уплотнительные элементы при контакте с йодом быстро выходят из строя.

Сборка простерилизованных деталей инжектора производится с помощью стерильного пинцета после их остывания до комнатной температуры. К сборке инжектора после стерилизации не допускаются лица с заболеваниями кожных покровов рук. Руки собирающего должны быть тщательно вымыты с мылом и обработаны 70° спиртом.

3.9.3. Подготовка инжектора к работе

Подготовка простерилизованного инжектора к работе заключается в удалении из его рабочих полостей воздуха (прокачке), заполнении их препаратом, настройке дозы и режима инъекции и окончательной проверки технического состояния инжектора.

Прокачка инжектора осуществляется путем проведения 10—15 срабатываний инжектора, заправленного каким-либо стерильным нейтральным раствором (изотонический раствор и т. п.). При этом важно следить за тем, чтобы первые 7—8 срабатываний происходили нерезко, чего следует добиваться путем управления рычагом взводного устройства (взводить не до конца, при нажатом рычаге спуска).

При резких срабатываниях недостаточно прокаченного инжектора возникают гидроудары, которые могут привести к разрушению деталей инжектора.

В нормально прокаченном инжекторе струя после окончания рабочего акта обрывается резко, а срабатывание происходит плавно, без сухих металлических

ударов. Рабочую емкость (флакон) заправляют препаратом и прокачивают иньектор 2—3 раза. Эта операция предназначена для полного удаления воды, использованной при прокачке иньектора, из всех его внутренних полостей.

В качестве пробки для флакона с препаратом предпочтительно использовать специальную пробку, которой комплектуются иньекторы (из мягкой резины с отверстием в центре для иглы).

При использовании стандартной пробки необходимо заранее в центре ее проколоть отверстие диаметром 2—2,5 мм и проследить, чтобы края этого отверстия были равными: обрывки резины могут засорить магистрали иньектора.

Настройку на дозу производят по шкале (в многодозовых иньекторах). Шкалы проградуированы в десятых долях миллилитра. В некоторых моделях иньекторов установка дозы возможна с точностью до сотых долей миллилитра. Такие модели имеют две шкалы: шкалу на корпусе и шкалу на ручке, разделенную на сотые доли миллилитра, так как полный оборот ручки соответствует 0,1 мл, а окружность ручки равномерно разбита на 10 делений.

Для установки дозы, кратной 0,1 мл, необходимо совместить срез ручки с соответствующим поперечным делением шкалы на корпусе, а нулевое деление шкалы на ручке — с осевой линией шкалы на корпусе.

Для установки дозы с сотыми долями (например, 0,72 мл) необходимо установить количество десятых долей миллилитра по основной шкале, а затем добавить вращением ручки количество сотых долей путем совмещения соответствующего деления шкалы ручки 1 с осевой линией шкалы на корпусе.

Ввиду неизбежных потерь препарата при внутрикожном введении, необходимо завышать значение устанавливаемой дозы примерно на 15—20%.

В иньекторах механических (типа БИ-2) режим иньекции изменяется путем смены сопел с каналами различного диаметра, а также путем установки сменных промежуточных жиклеров перед соплом.

В автономных гидравлических иньекторах (типа БИ-3, БИ-4, БИ-5) режим иньекции дополнительно регулируется с помощью дросселя, установленного на сливной магистрали.

Для технической проверки готовности инжектора к работе желательно произвести несколько пробных срабатываний в газетную бумагу.

Проверка технического состояния инжектора производится следующим образом:

Что проверяется и при помощи какого инструмента, прибора и оборудования. Метод проверки	Технические требования
Нормальная работа инжектора	Монолитная, прозрачная струя, не распыленная на участке не менее 10 мм от среза сопла
Работа инжектора при внутрикожном режиме	Струя препарата должна пробивать от 6 до 12 листов сухой газетной бумаги, плотно прижатой к удлинителю
Работа инжектора при подкожном режиме	Струя препарата должна пробивать от 30 до 45 листов сухой газетной бумаги, плотно прижатой к соплу
Работа инжектора при внутримышечном режиме	Струя препарата должна пробивать от 50 до 70 листов сухой газетной бумаги, плотно прижатой к соплу
При любом режиме работы срабатывание инжектора должно происходить без резких сухих ударов	

3.9.4. Работа с инжектором

1. Инъекции необходимо производить с соблюдением общих правил асептики.

2. Перед инъекцией участок кожи необходимо предварительно обработать 70° спиртом. Инъекцию производят после окончательного просыхания кожи во избежание возможного соскальзывания головки инжектора во время инъекции.

3. При проведении подкожных и внутримышечных инъекций инжектор ставят соплом вплотную и перпендикулярно к участку кожи в месте введения, прижав его к телу (усилием 2—3 кг).

4. Внутрикожные инъекции (доза от 0,1 до 0,2 мл) производят посредством специальных удлинителей, которые фиксируют сопло инжектора на некотором рас-

стоянии от кожи, а также формируют кожу определенным образом.

При качественной внутрикожной инъекции должна образоваться папула типа лимонной корочки диаметром не менее 6 мм.

5. Предпочтительные места для безыгольных инъекций: внутрикожных — наружнолатеральная поверхность верхней трети плеча; подкожных — плечо, бедро; внутримышечных — ягодица, бедро.

6. После безыгольной инъекции возможно появление небольших выделений кровянистой жидкости.

7. При необходимости замены одного препарата другим следует удалить остатки предыдущего препарата, «выстрелив» 2—3 раза новым препаратом в ватный или марлевый тампон.

8. При засорении отверстия сопла наиболее целесообразно заменить сопло запасным, которое должно быть заранее простерилизовано. Во многих типах инъекторов имеется возможность быстрой прочистки сопла путем его «обратной» прокачки в составе инъектора. Для этого необходимо сопло установить в инъектор обратной стороной (т. е. камнем внутрь инъектора) и прокачать его несколько раз до тех пор, пока струя не станет монолитной. Если этот метод не дает результатов, то для прочистки сопла необходимо воспользоваться мандреном.

3.9.5. Хранение инъектора

После окончания работы с инъектором необходимо остаток препарата из флакона вылить. Флакон и все части инъектора, соприкасавшиеся с препаратом, следует тщательно промыть холодной дистиллированной водой путем проведения 5—10 срабатываний на максимальной дозе. Затем необходимо провести обезвоживание полостей инъектора этиловым спиртом путем проведения 4—5 срабатываний инъектора, заправленного спиртом.

Следует обратить особое внимание на тщательность промывки инъектора водой в тех случаях, если производилась работа с препаратами, которые свертываются (коагулируют) при контакте со спиртом или при нагревании (например, γ -глобулин). В этом случае прокачку водой необходимо провести 10—15 раз, в противном случае при дальнейшем обезвоживании спиртом или при

стерилизации препарат свернется и забьет магистраль инъектора.

После обезвоживания желательно инъектор разобрать (как при стерилизации) и просушить на воздухе (при комнатной температуре), после чего собрать вновь.

Инъекторы с пружинным силовым элементом следует хранить при установке дозы на максимальное значение, так как при этом пружина будет менее нагружена и вероятность изменения ее характеристик будет минимальной.

Хранить инъектор следует в специальном футляре в сухих отапливаемых помещениях.

При появлении во время неправильной эксплуатации (или хранения) инъектора поверхностного налета гидроокиси железа надо удалить его механическим способом — микронной наждачной шкуркой. Внутри полостей, заполняемых препаратом, при крайней необходимости налет можно удалять при помощи раствора, содержащего фосфорную кислоту (55%), гидрохинон (1%), спирт (20%) и воду (24%).

Детали, подвергавшиеся травлению, необходимо тщательно нейтрализовать 3—5% раствором кальцинированной соды в воде с добавлением фенолфталеина (до появления розового цвета). Нейтрализацию следует продолжать до прекращения обесцвечивания раствора, затем детали тщательно промывать холодной дистиллированной водой и проводят обезвоживание спиртом.

3.9.6. Возможные неисправности инъекторов и способы их устранения

При длительной работе с инъекторами иногда возникают неисправности. Приводим перечень наиболее вероятных неисправностей, причины и способы их устранения.

3.10. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНЪЕКТОРОВ

Данный вопрос требует специального изучения. При этом должны быть учтены такие факторы, как стоимость изготовления инъекторов, длительность их эксплуатации, ремонтпригодность, время и частота стерилизации, количество инъекций в единицу времени и потери препа-

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
Инъектор не выдает полной дозы	Утечка препарата через уплотнительное кольцо плунжера вследствие его износа (капли препарата на торце штока)	Заменить уплотнительное кольцо новым из числа имеющихся в комплекте запчастей
Препарат вытекает сравнительно медленно (более 1 с). При срабатывании инъектора слышен резкий металлический удар	<ol style="list-style-type: none"> 1. Инъектор плохо прокачен от воздуха 2. В полость под плунжер просачивается воздух 3. Разрушилось сопло 	<p>Повторно прокачать инъектор</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Более плотно поджать флакон к корпусу иглы с помощью прижима 2. Заменить пробку флакона новой 3. Заменить обратный выходной клапан <p>Заменить сопло</p>
Струя расплывается, не вытекает совсем или вытекает очень длительное время	<ol style="list-style-type: none"> 1. Загрязнилось сопловое отверстие 2. Засорилась всасывающая магистраль 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить сопло обратной стороной (т. е. камнем внутрь инъектора) и прокачать его 2. Осторожно, не повредив кромку, прочистить отверстие в сопле мандерном 3. Заменить сопло <p>Разобрать магистраль. Прочистить каналы, фильтрующие сетки, удалить инородные включения (хлопья, крошки резины и т. д.)</p>
Инъектор плохо заполняется препаратом после 4—5 срабатываний	Разрежение во флаконе	Заменить вату в фильтре, снизив плотность ее набивки. Прочистить магистраль компенсатора разрежения

рата при этом, снижение требуемой эффективности дозы лекарственных веществ (например, новокаина, антибиотиков и др.), заработная плата обслуживающего персонала и т. п.

Как уже отмечалось, экономическая целесообразность использования инъекторов для массовой иммунопрофилактики обусловлена прежде всего чрезвычайно

высокой производительностью способа в сравнении с игольным, что позволяет в 25—30 раз сократить расход времени, уменьшить количество медицинского персонала и материальных средств [Агафонов В. И. и др., 1972; Hingson R. et al., 1963; Meyer et al., 1964; Popescu A., 1971].

По подсчетам R. Hingson с соавт. (1963), для вакцинации 300 000 человек потребовалась месячная работа 75 медицинских работников, сменявших друг друга каждые 8 ч. Понадобилось 30 000 шприцев. В течение всей программы было поломано или утеряно 12 000 игл и 6000 шприцев общей стоимостью около 20 000 долл. Для вакцинации равного количества населения бригада из 2—3 человек, оснащенная одним педальным инъектором «Пед-о-Джет» (стоимость 1200 долл.), сменяясь каждые 8 ч, затратила не более 2 нед.

При оценке результатов вакцинации против кори 58 800 детей, M. Hellegouach (1969), сравнив стоимость вакцинации (вакцина, инъекторы, медицинский и технический персонал, лечение поствакцинальных осложнений и т. д.) и стоимость лечения больных корью, подсчитал, что экономический эффект составил не менее 1 796 000 франков. H. Meyer с соавт. (1964) считают, что широкое внедрение инъекторов позволяет избежать финансовые и технические трудности, которые вызываются применением шприца и игл.

Б. В. Смоляров и В. Т. Рогачев провели подобный расчет на примере использования инъектора БИ-3.

Инъектор БИ-3 при противохолерных прививках 1972—1974 гг. позволил выполнять до 1800 инъекций в час. Дальнейшее увеличение пропускной способности сдерживалось организационными факторами: подготовкой пациентов, организацией потока и т. п.

Сравнение произведено с применением игольного шприца типа «Рекорд».

В расчете принято:

а) среднее количество инъекций за час шприцем — 50 (завышено), инъектором — 1200 (занижено);

б) оптовая цена шприца со взаимозаменяемыми поршнями — 1 р. 08 к., инъектора — 850 р.;

в) средние потери препарата для шприца — 15%, для инъектора — 5%;

г) стоимость медицинского препарата на 1 инъекцию — 15 к.;

д) ресурс работы безыгольного инъектора БИ-3— 200 000 циклов.

Затраты при использовании шприца «Рекорд» определяют по формуле:

$$L_{\text{ш}} = n \left(h_1 + h_1 \alpha + U + \frac{h}{150} \right), \quad (1)$$

где n — количество произведенных инъекций; h_1 — расчетная заработная плата медицинского персонала на одну инъекцию, h_2 — стоимость препарата; α — поправочный коэффициент на потерю препарата; U — затраты на электроэнергию для стерилизации шприца; h — оптовая цена шприца «Рекорд», 150 — среднее количество стерилизаций, выдерживаемое одним шприцем.

Зарботная плата медицинского персонала на одну инъекцию рассчитывают по формуле:

$$h_1 = \frac{Iz}{21,1 \times 250}, \quad (2)$$

где $I=70$ р. — месячная заработная плата медицинской сестры; $z=2$ — число медицинских сестер, занятых при проведении инъекций; 21,1 — среднее число рабочих дней в месяце; 250 — количество инъекций, выполняемых одной медицинской сестрой за рабочий день. Отсюда:

$$h_1 = \frac{70 \times 2}{22,1 \times 250} = 0,0266 \text{ (р.)}.$$

При определении затрат на электроэнергию считаем, что кипячение шприцев производится в течение 40 мин. За это время для работы требуется 48 шприцев. При стерилизации такое количество шприцев можно разместить в трех больших электрических стерилизаторах. За 40 мин работы три больших электрических стерилизатора израсходуют 1,6 кВт электроэнергии.

Стоимость стерилизации одного шприца составляет:

$$U = \frac{1,6 \times 4}{48} = 0,133 \text{ (к.)}.$$

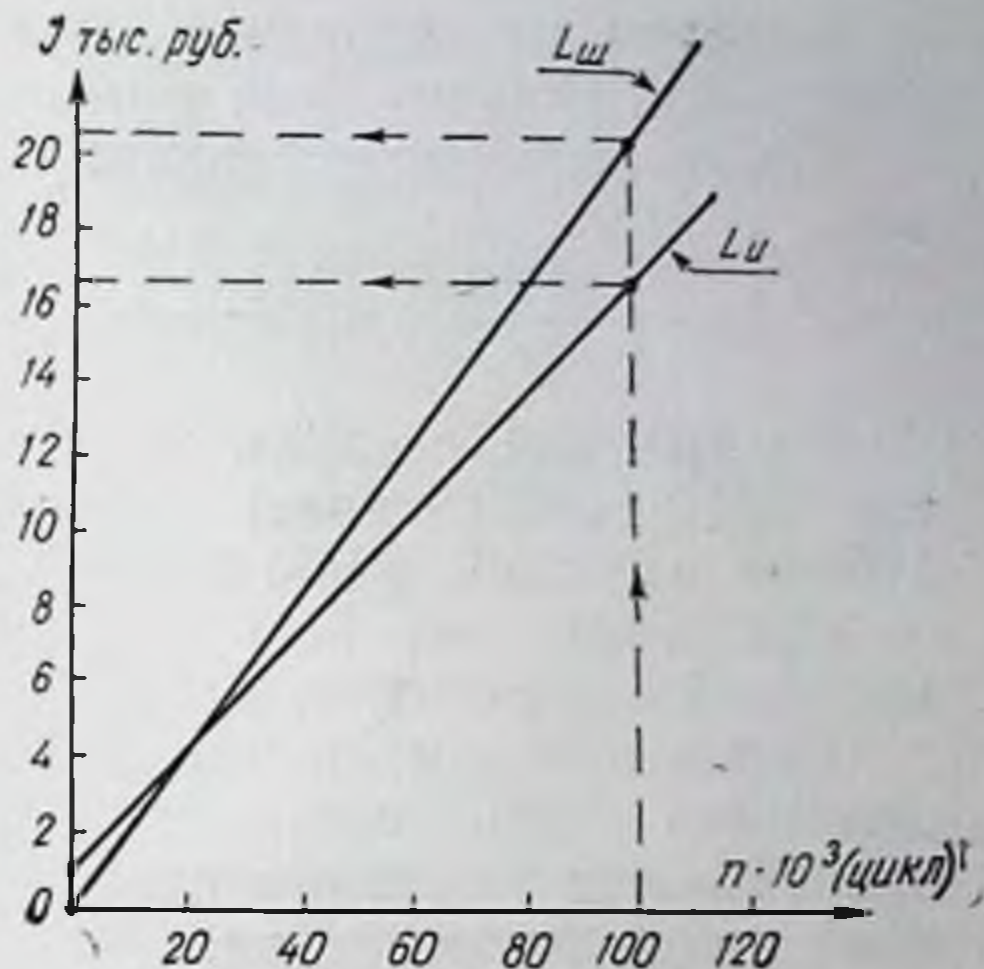
Расчетная стоимость шприца на одну инъекцию равна:

$$\frac{h \cdot n}{150} = \frac{108}{150} = 0,722 \text{ (к.)}.$$

После подстановки в формулу (1) получим:

$$L_{\text{ш}} = n (2,66 + 17,25 + 0,133 + 0,722) = 20,76n \text{ (к.)}.$$

Рис. 33. График стоимости осуществления инъекций в зависимости от их числа.



По полученной зависимости строим график (рис. 33). Затраты при использовании безыгольного инъектора БИ-3 определяют по формуле:

$$L_{\text{н}} = n \left(\frac{h_{\text{н}}}{n} + h_{\text{м1}} + h_2 \beta \right), \quad (3)$$

где n — количество инъекций; $h_{\text{н}}$ — оптовая цена безыгольного инъектора; $h_{\text{м1}}$ — расчетная заработная плата медицинского персонала на одну инъекцию; h_2 — расчетная стоимость препарата на одну инъекцию; ρ — поправочный коэффициент на потерю препарата. Заработная плата медицинского персонала на одну инъекцию составляет:

$$h_{\text{м1}} = \frac{I + I_1}{21,1 \times 6000}, \quad (4)$$

где I — месячная заработная плата оператора, принятая равной 100 р.; $I_1 = 70$ р. — месячная заработная плата медицинской сестры; 21,1 — среднее число рабочих дней в месяце при пятидневной рабочей неделе; 6000 — количество инъекций, выполняемых инъектором за рабочий день.

$$h_{\text{м1}} = \frac{100 + 70}{21,1 \times 6000} = 0,00134 \text{ (р.)}$$

Стоимость препарата на одну инъекцию с учетом потерь равна:

$$h_2 \beta = 15 \cdot 1,05 = 15,75 \text{ (к.)}$$

Затраты на стерилизацию инъектора в связи с их небольшой величиной не учитываются.

После подстановки значений формула (3) примет вид:

$$L_n = \left(\frac{85\,000}{n} + 0,134 + 15,75 \right) n = 85\,000 + 15,88 (к).$$

Из графика следует, что один безыгольный инъектор БИ-3 обеспечивает экономический эффект при 100 000 инъекций, равный 4030 р.

При выработке ресурса (200 000 инъекций) экономический эффект составит 8910 р.

Таким образом, несмотря на относительно высокую стоимость безыгольных инъекторов, их применение в практической медицине вполне целесообразно и с экономической точки зрения.

Часть II

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗЫГОЛЬНЫХ ИНЪЕКТОРОВ В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ

Сфера применения безыгольных инъекторов в современной медицине довольно широка. Принципиально инъекторы могут быть использованы всюду, где есть необходимость в парентеральном введении веществ. Наиболее широкое применение безыгольные инъекторы нашли в эпидемиологической практике.

Глава 4

ПРИМЕНЕНИЕ ИНЪЕКТОРОВ В ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Вакцинопрофилактика занимает исключительно важное место в проблеме снижения и практической ликвидации многих инфекционных заболеваний. Проблема имеет важное значение для всех стран мира и курируется Всемирной организацией здравоохранения.

Представление об иммунопрофилактике как о сложной, многоплановой проблеме позволяет правильно определить в ней место безыгольных инъекторов. Только таким образом можно исключить возможность переоценки или недооценки роли и значения безыгольных инъекторов в успехе эпидемиологических мероприятий.

Комиссия по иммунопрофилактике АМН СССР, занимающаяся разработкой рекомендаций по совершенствованию практики прививочного дела и дальнейших научных исследований по проблеме, выделяет 4 основные проблемы, наиболее актуальные на данном этапе развития иммунопрофилактики [Беляков В. Д., 1975].

Прежде всего это оценка и совершенствование практики иммунопрофилактики и особенно существующего календаря прививок.

Второй проблемой являются дальнейшее совершенствование и использование современных эпидемиологических методов оценки потенциальной эффективности вакцин, фактической эффективности вакцинации, «пользы и вреда» прививок.

К третьей проблеме относится совершенствование организационных основ иммунопрофилактики с учетом разработки массовых методов вакцинации, возможных отрицательных последствий прививок и других факторов.

И, наконец, четвертая проблема — использование достижений современной иммунологии при разработке новых вакцин, совершенствование соответствующих препаратов и обоснование рациональных схем иммунизации.

Применение безыгольных инъекторов касается только одной из проблем, а именно введения вакцинно-сывороточных препаратов в организм. Тем не менее даже при совершенстве других звеньев (высокое качество препарата, совершенство схемы его применения и т. п.) именно темп проведения прививок и массовость охвата населения определяют эффективность кампании в целом.

Таким образом, в системе массовой иммунопрофилактики безыгольным (струйным) инъекторам принадлежит одна из главенствующих ролей.

Первые модели безыгольных инъекторов для проведения профилактических прививок успешно применены в 1938 г. в США. Однако по настоящему широкое применение инъекторы получили уже в послевоенное время, начиная с 1946 г. [Hingson R. et al., 1963]. Несмотря на то что инъекторы нуждались в дальнейшем совершенствовании, опыт их применения показал, что эффективность введенных струйным способом вакцин во всяком случае не меньшая, чем при введении той же дозы игольным шприцем.

Появление более совершенных моделей безыгольных инъекторов способствовало их быстрому распространению. С 1955 г. инъекторы широко применяются для вакцинации населения во многих странах мира, в том числе в Судане, Пакистане, Либерии, Уганде, Сенегале,

на Ямайке, в Коста-Рико, Панаме и др. [Hingson R. et al., 1957, 1967; Towle R., 1960; Lin et al., 1971, и др.].

С 1955 г. струйный способ иммунопрофилактики введен в армии США и начато ее оснащение безыгольными инъекторами [Hingson R. et al., 1963].

Начиная с 1956 г. в нашей стране регулярно освещается опыт работы с инъекторами в эпидемиологической практике, сообщается о новых конструкциях аппаратов и т. п. [Джарылгасов С. А., Баканов Р. А., 1956; Бургасов П. Н., Гапочко К. Г., 1959; Беляков В. Д., 1961, 1973; Некрасов И. Л., 1964; Бургасов П. Н., Гариш Н. С., 1964; Николаевский Г. П., 1969; Агафонов В. И., 1970, 1972, 1974; Ладный И. Д., 1973; Селидовкин Д. А. и др., 1974, 1975; Рогачев В. Т., Смоляров Б. В., 1974, и др.].

Важное значение имеет иммунопрофилактика особо опасных и карантинных инфекций. Широкое применение инъекторов для вакцинопрофилактики натуральной оспы сыграло большую роль в снижении заболеваемости оспой и полной ликвидации ее в ряде стран, ранее эндемичных по оспе. Программа ликвидации оспы является наиболее значительной программой ВОЗ.

В СССР благодаря ряду государственных мероприятий оспа ликвидирована. Основой политики нашей страны, как и ряда других государств, в этом вопросе является обязательное проведение профилактических прививок всему населению [Маренникова С. С., 1975].

На XI Всемирной ассамблее здравоохранения в 1958 г. по инициативе СССР была принята Международная программа ликвидации натуральной оспы. Осуществление ВОЗ Международной кампании по ликвидации натуральной оспы потребовало проведения массовых профилактических прививок десяткам и сотням миллионов человек во многих странах мира. Только в странах Западной и Центральной Африки инъекторы были применены для вакцинации 47 млн. человек [Foegen W. et al., 1971]. В результате проведения массовой вакцинации значительно сократились заболеваемость натуральной оспой и количество стран, сообщающих о случаях заболеваний. Так, в 1967 г. было зарегистрировано 131 418 случаев заболевания оспой в 43 странах, а в 1972 г. — 63 153 случая в 19 странах [Ладный И. Д., 1973].

При использовании безыгольных инъекторов было показано, что при высоком проценте прививаемости (96—100%) производительность была высокой, примерно 1500 человек в час, что в 20—25 раз больше, чем при применении традиционного шприца [Беляков В. Д., 1967; Агафонов В. И. и др., 1969; Николаевский Г. П., 1969; Бургасов П. Н. и др., 1972; Anderson E., 1965; Neff J. et al., 1969].

Н. Мейер и соавт. (1964, 1965) отмечают, что при струйном введении оспенной вакцины местная реакция значительно менее выражена, чем при игольном или скарификационном способе прививок, но тем не менее иммунологический ответ не меньший.

По данным В. Elisberg (1956), меньшее количество вирусных телец в дозе противооспенной сыворотки, введенной инъектором, обладают той же иммуногенностью, что и большее количество их, введенное шприцем. М. Реу (1965) считает, что противооспенная вакцина, введенная струйным способом, вызывает изменения в 10 раз больше, чем при введении той же дозы шприцем. Именно $1/10$ часть дозы рекомендуют применять J. Millar с соавт. (1969), R. Roberto с соавт. (1969), J. Neff с соавт. (1969).

Экспериментально изучается эффективность одновременных прививок безыгольным способом против оспы, туберкулеза и столбняка [Ишкильдун М. И. и др., 1971].

Незаменимыми оказались инъекторы для иммунопрофилактики кишечных инфекций, прежде всего холеры. Все теоретические расчеты по эффективности массовых прививок при этом заболевании показывают, что успех мероприятий обычно регламентировался организационными трудностями, значительной затратой времени медицинским персоналом и особенно продолжительностью кампании, которая при использовании шприцев растягивалась на недопустимо длительный срок.

Впервые успешную вакцинацию против холеры при помощи безыгольных инъекторов провел в 1956 г. А. Вененсон (1959). Весь дальнейший опыт применения инъекторов, который охватывает сотни тысяч прививок, показал бесспорное преимущество струйного способа [Игнатов Ю. И. и др., 1973; Ладный И. Д., 1973; Hingson R., 1963; Das Gupta A., 1967; Dior Mag I., 1971, и др.]. Авторы подчеркивают высокую производитель-

ность способа. R. Towle (1960) за 4½ дня (в Восточном Пакистане) провакцинировал против холеры 20 000 человек.

По данным П. Н. Бургасова (1971), бригада из 3 человек, пользуясь обычными шприцами, может за день привить против холеры до 250 человек. По данным А. Venenson с соавт., которые в Карачи в 1960 г. провели массовую кампанию против холеры, один человек, пользуясь инъектором, за тот же срок иммунизировал более 6500 человек.

При серологических исследованиях вакцинированных струйным способом против холеры жителей Восточного Пакистана W. Mosley (1969) отметил повышение уровня иммунологической защиты против клинически выраженных форм заболевания до 60%, тогда как при игольном способе введения вакцины уровень защиты составляет не более 40—50%.

В последние годы струйный способ применяют для введения не только убитой холерной вакцины, но и холерогена-анатоксина [Сумароков А. А. и др., 1974, и др.]. Наблюдаемый при безыгольном введении холерогена-анатоксина иммунологический ответ аналогичен таковому при его игольно-шприцевом введении.

Об успешном применении инъекторов для введения тифозной вакцины сообщили В. Д. Беляков с соавт. (1970), А. Venenson с соавт. (1959), А. Popescu (1971) и др.

В. Д. Беляков с соавт. (1964) определили иммунологическую эффективность прививок по уровню антител к возбудителям брюшного тифа и столбняка. В группе лиц, вакцинированных безыгольным инъектором, отмечено повышенное количество лейкоцитов в крови, более высокие цифры СОЭ, большее содержание С-реактивного белка в сыворотке и обнаружение его более длительное время. Эти данные свидетельствуют о том, что в данном случае наступающая острофазовая реакция сильнее, чем при прививках с помощью шприца. По мнению авторов, это связано с частичным попаданием вакцины внутрикожно.

По данным E. Edwards с соавт. (1975), моновалентная брюшнотифозная вакцина, инактивированная ацетоном, и вакцина ТАВ, убитая нагреванием, при введении с помощью безыгольного инъектора или шприца вызывала одинаковое антителообразование (в среднем

81% сероконверсии на Н-антиген. В пробах крови, взятых через 14 и 35 дней после инъекции, различия в величине титров антител были небольшими. Обе вакцины вызывали местные реакции у 82—88% добровольцев, вакцинированных при помощи безыгольного инъектора. Эти же вакцины, введенные обычным шприцем, вызывали местные реакции только у 24% добровольцев. При повторном введении вакцины безыгольным инъектором через 5 нед после первой иммунизации увеличения местных реакций не наблюдалось. Авторы допускают, что это различие может быть обусловлено большей диффузией вакцины, вводимой безыгольным способом, и депонированием какого-то количества вакцины непосредственно в коже.

Исследования В. И. Агафонова с соавт. (1974) показали, что иммунизация людей ассоциированным сорбированным препаратом — брюшнотифозной вакциной с полианатоксином, проведенная половинной дозой (0,5 мл) подкожно (под лопатку, в плечо) и внутримышечно (в дельтовидную мышцу) с помощью инъекторов БИ-2 и БИ-3, является удовлетворительной. Иммунологические сдвиги в организме при этом по интенсивности не уступают подкожно-шприцевому методу. Было отмечено, что наименьшей реактогенностью характеризуется подкожно-безыгольная иммунизация в подлопаточную область.

Проводятся специальные исследования по применению струйного способа для иммунопрофилактики чумы [Агафонов В. И., и др., 1972; Пилипенко В. Г. и др., 1974, и др.].

Безыгольные инъекторы широко применяются и для вакцино-профилактики кори [Аксенов Л. А. и др., 1970; Поляков К. А., 1971; Elisberg B., 1956; Cooper C. et al., 1966, и др.].

Обобщая опыт вакцинации около миллиона детей в Западной Африке, Н. Meyer (1965) показал, что живые коревые вакцины не теряют своих иммунологических свойств при инокуляции их безыгольными инъекторами.

К аналогичным выводам пришли В. И. Родин с соавт. (1968), которые привили против кори 100 000 детей, а также Т. В. Яковлева (1970) и др.

М. Rey с соавт. (1965), проведя вакцинацию против кори струйным способом 730 000 детей живой аттенуи-

рованной вакциной Шварца, также отметили сохранение антигенных свойств вакцины. Авторы подчеркнули высокую производительность и экономичность способа, значительный уровень поствакцинального антителообразования. Для практического применения они рекомендуют в дальнейшем уменьшить дозу противокоревой вакцины.

О. Г. Анджапаридзе с соавт. (1970) доказали, что внутрикожная аппликация живой коревой вакцины создает прочный и длительный иммунитет. При этом, по их мнению, можно в короткий срок и с меньшими экономическими затратами охватить прививками большие массы населения.

Значительный материал обобщен и по применению инъекторов в борьбе с гриппом [Беляков В. Д., 1961; Горбунова А. С. и др., 1974; Anderson E. et al., 1958; Kirschenheuter F., 1965, и др.].

Результаты противогриппозной вакцинации в ГДР обсуждаются в работе W. Belian (1968).

R. Hingson с соавт. (1963) провели вакцинацию против гриппа и полиомиелита 1,5 млн. человек на военных базах США и указали на высокую производительность и экономичность способа проведения вакцинации. То, что инъекторы значительно удешевляют кампанию вакцинации и сокращают расход времени в 5—10 раз, отмечено в разное время разными авторами [Lipson M., 1958; Popescu A., 1971, и др.].

Оправдало себя применение инъекторов для проведения прививок БЦЖ [Griffits M. et al., 1965, и др.]. P. Bres, Y. Robin (1969) провели вакцинацию 700 000 человек вакциной БЦЖ. При выборочном серологическом исследовании привитых авторы установили, что активность вакцины БЦЖ при струйном ее введении аналогична таковой при других способах введения. Через 12 нед и через 9 мес наблюдалась такая же аллергическая перестройка организма, как и при вакцинации с применением игольного шприца. Кроме того, авторы отметили отсутствие аденопатий, часто наблюдаемых при игольном введении.

Y. Agboton (1969) отметил положительный результат при струйной вакцинации БЦЖ не только с точки зрения иммунологии, но и в связи с полученными поствакцинальными реакциями. Аналогичные результаты получены K. Mardon, M. Olakowski (1971).

Однако ряд авторов [Ten Dam H. et al., 1971, и др.] обращают внимание на то, что в их наблюдениях обычно применяемые дозы вакцины БЦЖ оказались недостаточными для того, чтобы вызвать требуемый уровень аллергии. В качестве причины этого называют либо неполное введение дозы инъектором, либо гибель некоторого числа, до 20—28%, клеток вакцины [Cagnus H., 1975]. Причиной гибели клеток является, по мнению Н. Сagnus (1975) высокое давление, создаваемое в рабочей камере инъектора.

Интересен опыт применения инъекторов для введения вакцины ДСК. J. Stainfield с соавт. (1972) и др., анализируя опыт применения вакцины, пришли к выводу, что эффективность обычно применяемой дозы повышается. E. Rossier с соавт. (1968) сообщили об успешном применении вакцины ДСК у младенцев 3—18 мес.

При иммунопрофилактике туляремии игольный шприц также может быть заменен инъектором [Агафонов В. И. и др., 1973; Пилипенко В. Г. и др., 1974; Popescu A., 1971, и др.].

Установлено, что после безыгольного введения туляремийной вакцины в обычно применяемом разведении у животных (морские свинки, кролики) развивается бурная воспалительная реакция с развитием некроза в центре очага. Такая повышенная реактогенность побудила Н. Г. Олсуфьева (1970) рекомендовать вакцину, разведенную в 20—40 раз. В этих случаях был получен удовлетворительный иммунологический результат и наблюдались умеренные местные послепрививочные реакции.

В. Г. Пилипенко с соавт. (1974) отметили, что струйное введение ассоциированных ди- и тривакцин, содержащих в 20—30 раз меньше доз чумной, туляремийной и сибирязвенной вакцин, обусловили у 90—100% экспериментальных животных формирование высокой устойчивости. Сильные реакции на месте введения, обусловленные суммированием реактогенных свойств ингредиентов, побуждают авторов продолжать исследования по подбору оптимальных доз компонентов.

М. И. Лев с соавт. (1972) провели сравнительную оценку безыгольного, шприцевого и скарификационного методов прививок. Применены вакцины: оспенная, ту-

ляремийная, БЦЖ и против клещевого энцефалита. Показано, что при вакцинации безыгольным способом биологическая активность вакцинных препаратов не снижается. Так, прививки против туляремии вызвали положительные местные реакции в 97,7%, сероконверсию — в 91,6%, в то время как при скарификационном методе — соответственно в 88,1 и 90,8% случаев. Аналогичные результаты получены и при ревакцинации против оспы (93,8 и 88,9% против 78,1 и 76%). При безыгольном способе введения отмечается более низкий процент рефрактерных лиц к энцефалитной вакцине (27,3 против 30,4%). Частота обнаружения прививочной аллергии у привитых против туберкулеза практически одинакова (64,7 и 65,1%).

Из представленных данных видно, что иммунологическая эффективность прививок против оспы, туляремии и клещевого энцефалита несколько выше при струйном методе введения препаратов в сравнении с обычными. Статистическая обработка тем не менее не выявила существенных различий. По мнению авторов, это превышение связано с более точной дозировкой и лучшим качеством введения вакцин безыгольными инъекторами.

Применяются безыгольные инъекторы и для профилактики других заболеваний: коклюша [Hughes J. et al., 1949; Stainfiel J. et al., 1972, и др.], столбняка [Ишкильдн М. И. и др., 1971; Hughes J. et al., 1949; Lipson M. et al., 1958, и др.], желтой лихорадки [Lafaix C. et al., 1969; Rey M., 1971, и др.] и т. д.

Изучается вопрос о возможности введения струйным способом живой сибиреязвенной вакцины [Бургазов П. Н. и др., 1973, Архипов В. В. и др., 1975, и др.].

Р. А. Салтыков (1971) установил, что для достижения равного иммунологического эффекта доза сибиреязвенной вакцины, вводимой инъектором, должна быть уменьшена в 5—10 раз.

Внедрение безыгольных инъекторов повлекло за собой необходимость изменения и дальнейшего совершенствования организационных принципов проведения прививочных кампаний. В этом плане нельзя не согласиться с В. Д. Беляковым (1975), который считает, что вся проблема иммунопрофилактики приобретает такой размах, что принятые формы организации прививок требуют серьезной научной оценки.

В нашей стране разработан ряд подробных инструкций и методических указаний по оптимальному применению безыгольных инъекторов для введения вакциносыывороточных препаратов (1967), при иммунопрофилактике оспы (1967), кори (1967), холеры (1973) и т. д.

Д. А. Селидовкин с соавт. (1975) располагают большим опытом применения безыгольных инъекторов для массовых прививок против натуральной оспы, столбняка, туберкулеза, кори, туляремии, паротита, а в последнее время для прививок против холеры. Авторы на практике исследовали наиболее рациональные приемы и схемы организации прививочных кампаний при иммунизации рабочих промышленных предприятий, личного состава войсковых частей, школьников и неорганизованного населения.

Массовое применение струйных инъекторов в жестких условиях эпидемиологической практики позволило провести сравнительный анализ применения инъекторов и традиционных шприцев. Заметим, что это сравнение многоплановое и касается не только самих аппаратов (инъекторы и шприцы), но и способов введения веществ (струйного и шприцевого), эффективности инъекций, организованных принципов проведения прививочных кампаний и т. д.

Решающим преимуществом инъекторов по сравнению с применением обычного шприца является значительное повышение производительности труда. Количество инъекций, осуществляемое в единицу времени, возросло в 20—30 раз. Соответственно сокращается количество обслуживающего персонала: одним инъектором можно выполнить работу коллектива из 25—30 врачей.

В организационном отношении следует подчеркнуть, что использование безыгольных инъекторов для массовой и быстрой вакцинопрофилактики значительно упростило проведение прививочных кампаний по сравнению с применением традиционных шприцев. В организованных коллективах (заводы, колхозы, школы, институты) прививаемых не отрывают от их основной деятельности.

При правильной методике применения инъекторов по крайней мере $\frac{2}{3}$ инъекций безболезненно. В остальных случаях отмечается либо ощущение «толчка», либо незначительная болезненность.

Примечательным является то, что вместо настороженности и психической подавленности, наблюдаемых у людей при прививках шприцами, при использовании безыгольных инъекторов возникает полное доверие к необходимости проведения таких прививок и даже интерес, особенно у детей.

Доказано, что иммунитет при безыгольном введении вакцины по напряженности и длительности не уступает, а иногда и превышает иммунитет, который обеспечивает введение препарата обыкновенным шприцем. Не отмечено отрицательного влияния применения безыгольных инъекторов на иммунологическую эффективность вакцинно-сывороточных препаратов [Анджапаридзе О. Г. и др., 1970; Hendrickse R. et al., 1966, и др.].

Немаловажным является и сохранение стерильности инъекторов в течение длительного времени независимо от числа произведенных инъекций. Более того, при использовании безыгольных инъекторов меньше опасность внесения микрофлоры с поверхности кожи, волосяных фолликулов, потовых и сальных желез [Николаевский Г. П., 1969].

Важным преимуществом является невозможность передачи так называемых шприцевых инфекций, например вирусного гепатита, малярии, сифилиса и т. п. [Воробьев А. А. и др., 1972; Gigier L. et al., 1966].

Важное практическое значение имеют диффузный характер распределения и повышение активности вещества, введенного струйным способом, так как уменьшение требуемой дозы может дать значительную (в масштабах страны) экономию прививочного материала.

С точки зрения удобства эксплуатации инъекторы также имеют существенные преимущества: они транспортабельны, намного долговечнее и экономичнее шприцев, качество инъекций всегда одинаково высокое.

Специальные исследования показали, что точность дозировки у инъектора выше, чем у шприца. В обоих случаях отмечены потери вещества при инъекции, однако при струйном введении они составляют от 2 до 17%, в то время как при применении шприца — до 20%. Ампула с препаратом конструктивно отделена от внешней среды. Это делает возможным применение инъекторов в условиях загрязненной (зараженной) местности.

Однако как струйный способ введения вещества, так и аппаратура для его осуществления имеет свои особенности и недостатки. В качестве общего положения заметим, что часть недостатков аппаратуры, описанная ранее, в более поздних конструкциях устранена или устраняется.

В качестве недостатков способа указываются следующие. А. Kutschner (1962) считает, что при струйном введении веществ отмечается большая травматизация тканей. В ряде случаев им отмечены даже через 48 ч отек в месте инъекции, покраснение, экхимозы.

Сразу после инъекции в большинстве случаев наблюдается выделение кровянистой жидкости; иногда (10%) это слабое кровотечение (несколько капель крови), которое быстро прекращается либо спонтанно, либо после прижатия места инъекции марлевым тампоном. Если во время инъекции (в период истечения струи) инъектор сдвинется, то возможен порез кожи. Специально изучая этот вопрос в эксперименте, мы наблюдали порезы длиной до 2 см. В основном это осложнение может иметь место при неправильном применении инъекторов [Воробьев А. А. и др., 1972; 1975; Гигаури В. С., 1972; Preston R., 1951; Coon W. et al., 1954].

Кроме того, трудно вводить вязкие и крупнодисперсные вещества, например содержащие частицы сорбента, γ -глобулин и т. п. Применение адсорбентов при струйном введении препаратов вызывает кожные некрозы [Воробьев А. А. и др., 1972; Лев М. И. и др., 1972, и др.].

Практически важно то, что при струйных инъекциях принципиально невозможно получить чисто подкожную или чисто внутримышечную инъекцию. В силу специфики проникновения вещества в ткани всегда будет отмечена его задержка по ходу канала (см. главу 1). Некоторые авторы считают, что при внутримышечных инъекциях в мышечную ткань попадает не более 30—70% вещества [Беляков В. Д., 1973]. Задача заключается в том, чтобы количество задержанного вещества сделать минимальным.

К недостаткам относят сложность конструкции аппаратуры, ограниченные дозы инъектора, возможность засорения соплового канала, а также необходимость в запасных частях, в постоянном квалифицированном

уходе [Селидовкин А. Д. и др., 1974; Gateff С., 1968, и др.].

При анализе недостатков ясно, что часть из них может быть устранена совершенствованием самих инъекторов.

Таким образом, видно, что преимущества струйного способа и аппаратуры для его осуществления компенсируют выявленные недостатки и не умаляют ценности способа.

Кроме того, следует иметь в виду, что часть недостатков аппаратуры выявляется только в эпидемиологической практике; слишком уж жесткие требования предъявляются к инъекторам, к условиям их применения, медицинскому персоналу, работающему в этот период на пределе своих возможностей.

При использовании безыгольных инъекторов в более спокойных и комфортабельных условиях, где нет необходимости в огромном количестве инъекций в сжатые сроки, часть недостатков (например, порезы, повышенная кровоточивость и т. п.) не проявляется: например, при вакцинации ограниченных групп населения или в условиях учреждений, особенно поликлиник и клиник.

Представляет интерес сравнение отечественных инъекторов с лучшими моделями зарубежных фирм.

В СССР серийно выпускаются разнообразные модели инъекторов семейства «БИ» (см. главу 3). Ими оснащены все заинтересованные службы и осуществлены многие миллионы инъекций. Однако советские исследователи имеют опыт работы и с многими моделями зарубежных фирм. Это различные модификации инъектора Крантца (Франция), «Пед-о-джет», «Мультидозе джет инъектор», «Гипоспрей», «Сири-джет» (США), «Порто-джет» (Великобритания), «Хейджеттор» (Япония), различные модификации инъектора «Кобра» (ВНР).

По единодушному заключению наших специалистов, отечественные инъекторы выполнены на уровне лучших зарубежных образцов, а по некоторым показателям (ремонтопригодность, производительность, диапазон и точность регулирования режима инъекции, точность дозирования вещества и др.) превосходят их [Шахтмейстер И. Я. и др., 1974; Попова Е. Б., 1974; Селидовкин Д. А. и др., 1974].

В период массовой вакцинации населения против холеры, проведенной в 1971—1972 гг., Д. А. Селидовкин с соавт. (1974) применяли различные типы безыгольных инъекторов: отечественные БИП-3, БИП-4, БИ-2, БИ-3 и иностранные «Пед-о-джет», «Гипоспрей» (США), «Порто-джет» (Великобритания). Авторы имели возможность лично на практике оценить и сравнить в равных условиях производительность, надежность и удобство в работе этих инъекторов. Лучшими со всех точек зрения оказались отечественный БИ-3 и американский «Пед-о-джет»: они автономны, не требуют дополнительного источника питания, надежны в работе, наиболее мобильны, реально обеспечивали не менее 1200 инъекций в час.

Недостатком обоих аппаратов является незащищенность плунжера масляной помпы от абразивного действия песка. При длительной работе в полевых условиях плунжер может истереться и нарушится герметичность гидросистемы.

Авторы, говоря о высокой надежности аппаратов, отмечают, что инъекторы БИ-2, БИ-3 и «Пед-о-джет» могут перестать работать по почти единственной и одинаковой причине — в результате засорения отверстия сопла. В этом случае сопло заменяется (несколько секунд). Однако при соблюдении правил работы с инъекторами и контроле за препаратом (на предмет отсутствия видимых хлопьев и т. п.) этот недостаток может быть уменьшен.

Касаясь путей дальнейшего совершенствования инъектора БИ-3, авторы считают желательными выполнение рукоятки по типу пистолетной, возможность осуществления инъекции при нажатой педали (для уменьшения нагрузки на опорную, «неработающую», ногу оператора).

Высокая производительность характеризует инъектор БИП-4, однако из-за тяжести газового баллона им удобно работать только в стационарных условиях. Ему присущи все недостатки инъекторов, нуждающихся в дополнительном (кроме мускульного) источнике энергии.

Инъектор «Гипоспрей» (США) был в работе безотказным, но неудобным. У оператора заняты обе руки: правая рука удерживает аппарат и включает спусковое устройство, левая постоянно манипулирует рычагом

заполнения рабочего резервуара и включения масляной помпы. Место инъекции вакцинатором не фиксируется, поэтому возможны порезы. Неудобна для прививочной работы ступенчатая (0,1; 0,5 и 1 мл) регулировка объема вводимой жидкости. Аппарат неприменим в полевых условиях, так как требуется дополнительный источник питания (переменный ток напряжением 110 или 220 В).

Инъектор «Порто-джет» оказался наименее надежным. Все 15 аппаратов по той или иной причине полностью вышли из строя и требовали ремонта в заводских условиях.

Авторы рекомендуют при иммунизации больших коллективов (на заводах, фабриках, в войсковых частях и т. д.) применять инъекторы БИ-3 и БИП-4, а при иммунизации организованных контингентов с численностью до 1000—1500 человек — модель БИ-2.

Глава 5

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗЫГОЛЬНЫХ ИНЪЕКТОРОВ В УСЛОВИЯХ КЛИНИЧЕСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Одним из основных вопросов проблемы создания безыгольных инъекторов является определение сферы их применения. Применительно к эпидемиологической практике ответ уже дан практикой. Ответ положительный и однозначный.

Естественным представляется желание использовать все преимущества безыгольных инъекторов (безболезненность инъекций, невозможность передачи «шприцевых» инфекций, длительное сохранение стерильности и т. п.) и в других областях медицины.

Был изучен вопрос о возможности и целесообразности использования безыгольных инъекторов в условиях различных поликлиник, диспансеров и клиник.

Инъекторы были успешно применены в клинике инфекционных болезней (зав. — чл.-кор. АМН СССР проф. В. Н. Никифоров) Центрального института усовершенствования врачей МЗ СССР [Никифоров В. Н., Щербак Ю. Ф., Гигаури В. С., Коротеев А. В., 1974, и др.].

Инъекторы БИ-1 «Пчелка» и БИ-1М применяли для внутрикожного введения антигенов и проведения новокаиновой блокады при радикулитах и артритах различной этиологии. Под наблюдением было более 100 больных. В условиях поликлиники и стационара больным были поставлены пробы Бюрне и Манту. Раствор бруцеллина и туберкулина вводили во внутреннюю поверхность предплечья инъектором БИ-1. Через 8—12 ч на месте введения антигена наблюдались отечность и гиперемия кожи. Средний размер участка отечности был 5×5 мм. Характер и выраженность реакции при безыгольном струйном способе введения бруцеллина и ту-

беркулина не отличались от таковых при игольно-шприцевом способе введения препаратов.

Возможности проведения безыгольным струйным способом внутрикожной антигенотерапии изучали в условиях стационара при лечении больных подострым и хроническим бруцеллезом, поступивших в состоянии декомпенсации. Давность заболевания — от 5 мес до 14 лет. У всех больных наблюдалось поражение локомоторного аппарата и периферической нервной системы. Инъекции осуществляли в переднелатеральную поверхность бедра или паравертебрально в поясничном или шейно-грудном отделе позвоночника.

У всех больных через 15—20 мин на месте введения препаратов появлялась местная неспецифическая реакция в виде разлитой нерезкой гиперемии диаметром 3—4 см, которая исчезала через 2—3 ч. Через 8—12 ч наблюдалась специфическая местная реакция с отеками и гиперемией, ничем не отличающаяся от таковой при игольно-шприцевом способе внутрикожного введения антигена. Местные, очаговые и общие реакции на струйное введение антигена также не отличались от реакций при игольно-шприцевом введении. Все больные выписаны с улучшением в состоянии компенсации.

Далее была изучена возможность проведения внутрикожной новокаиновой блокады при функциональных болях различного генеза. Применен инъектор БИ-1.

Под наблюдением находились 32 больных с хроническим и резидуальным бруцеллезом с преимущественным поражением локомоторного аппарата и периферической нервной системы, с ревматическим поражением суставов конечностей и позвоночника, с системным полиартритом и радикулитами другой этиологии. Давность заболевания была от 1 года до 15 лет. Большинство больных неоднократно лечились по поводу постоянных мучительных болей.

Новокаиновую блокаду проводили внутрикожно в места наибольшей болезненности — паравертебрально с учетом зон Захарьина — Геда и вокруг пораженных суставов.

Применяли 1% и 2% растворы новокаина в разовой дозе 0,1 мл. Всего осуществлено 3128 безыгольных инъекций.

За время лечения каждому больному новокаиновую блокаду проводили от 2 до 6 раз. Количество точек вве-

дения за один сеанс составляло от 8 до 50 (в среднем 22—26). Момент введения вещества все больные отмечали как безболезненный.

Уже через 2—3 мин при паравертебральном введении и через 5—6 мин при околосоуставном введении больные отмечали некоторое уменьшение болей.

При исследовании иглой степени чувствительности кожи в месте инъекции полная потеря чувствительности наступала в течение нескольких секунд.

После первого курса лечения улучшение состояния и уменьшение или исчезновение болей наблюдали у большинства больных. Уменьшение или исчезновение болей было довольно длительным. К следующему сеансу (через 1—2 дня) боли либо не возобновлялись, либо не достигали той степени интенсивности, которая была перед лечением.

Улучшение состояния с отчетливым уменьшением или полным исчезновением болей после нескольких сеансов безыгольного введения новокаина отмечено у большинства больных. Так как при внутрикожном введении вещества непосредственное влияние анестезирующего вещества на нервные корешки маловероятно, то уменьшение болей происходило, очевидно, по типу кожно-суставного рефлекса.

Исследования показали преимущества безыгольного струйного способа осуществления внутрикожных инъекций по сравнению с традиционным игольно-шприцевым, стабильность выполнения высококачественных инъекций, простоту осуществления инъекций, безболезненность в момент инъекции, эффективность лечения.

Эффективность безыгольного способа инъекций позволила применить его в дерматовенерологической практике.

В литературе этому вопросу посвящены лишь единичные публикации. Об успешном применении безыгольных инъекторов в дерматологии сообщают L. Lagick с соавт. (1949), R. Preston с соавт. (1951), P. Gaylarde с соавт. (1972) и др. Авторы использовали этот способ введения препаратов при лечении больных пиодермией, очаговым облысением, лепрой, сифилисом, гонореей.

В исследованиях И. Я. Шахтмейстера с соавт. (1974, 1975) под наблюдением находилось более 100 больных различными дерматозами (профессиональный дерматит,

экзема, нейродермит, псориаз, крапивница), свежими формами сифилиса, а также больные которым проведены биопсия и удаление бородавок. Всего осуществлено более 5500 инъекций. Применены отечественные инъекторы БИ-1, БИ-2, БИ-3.

Больным дерматозами подкожно и внутримышечно вводили по показаниям гистоглобин, витамины В₁, В₆, В₁₂, антигистаминные препараты — пипольфен, супрастин, больным сифилисом — внутримышечно пенициллин по схеме (50 000 ЕД через каждые 2 ч круглосуточно).

Места введения веществ: при подкожных инъекциях — наружная поверхность предплечья, при внутримышечных — верхний наружный квадрант ягодицы, средняя треть бедра. При хирургических манипуляциях внутрикожно вводили новокаин.

В момент инъекции больные ощущали небольшой толчок, иногда незначительную болезненность; на месте инъекции можно было обнаружить точечное отверстие. Каких-либо побочных явлений или осложнений ни в момент введения препаратов, ни после этого не наблюдалось.

После проведенного комплексного (общего и местного) лечения кожных заболеваний у 63% больных зарегистрировано выздоровление или клиническое улучшение; у 7% пациентов эффект был незначительным. У 1 больного диффузным нейродермитом лечение оказалось безуспешным.

У больных сифилисом исчезновение клинических проявлений заболевания (шанкр, розеолезные и папулезные элементы) и переход положительных серологических реакций в отрицательные наступали в те же сроки, что и при введении в организм пенициллина внутримышечно традиционным игольным способом.

Хороший эффект наблюдался при инъекциях новокаина с целью местной анестезии при выполнении мелких хирургических вмешательств (биопсия, удаление бородавок). Анестезия участков наступала быстро и была достаточной. Таким образом, струйное введение лекарственных препаратов во всех случаях оказалось эффективным и по эффекту действия не уступало игольному способу.

Эти данные хорошо согласуются с представлениями о том, что терапевтическое действие лекарственного ве-

щества определяется не только его химической и фармакологической структурой, но и рядом других факторов, среди которых важное место занимает путь введения препаратов в организм [Тенцова А. И. и др., 1970, и др.].

Применение безыгольных инъекторов для лечения диабета успешным не было. Дело в данном случае не в инъекторах, а в условиях их применения. Растворы инсулина вполне могут быть введены, как и любые другие, безыгольными инъекторами [Perkin F. et al., 1950, 1966; Weller C. et al., 1966, и др.].

Возможность применения для введения инсулина отечественных инъекторов БИ-2, БИ-3 и БИ-8 изучена Н. В. Шакарашвили (1978). В предварительных экспериментах на кроликах был применен официальный раствор инсулина, подкрашенный метиленовым синим. Оптимальной оказалась модель БИ-3 с диаметром канала сопла 0,18 мм и давлением в рабочей камере инъектора 200 атм.

Контрольные замеры на точность дозировки показали стабильность результатов.

Для определения эффекта действия инсулина, введенного безыгольным инъектором, проведено 10 экспериментов на 20 интактных кроликах массой 3,6—5 кг. Инсулин вводили подкожно из расчета 4—5 ЕД/кг массы животного. Продолжительность опытов — 3 ч.

Автор пришел к выводу, что применение отечественных безыгольных инъекторов для точной дозировки и введения инсулина вполне возможно. Эффект действия инсулина, введенного безыгольным инъектором, аналогичен таковому при использовании игольного шприца.

Однако апробированные модели инъекторов оказались недостаточно удобными.

Разработка и выпуск специальных инъекторов не встречают технологически непреодолимых препятствий. В ряде стран (США, Великобритания, ВНР) попытки создания специальных инъекторов были предприняты, однако распространения они не получили. Создание таких инъекторов означает появление нового класса инъекторов — индивидуального пользования.

В главе 3 разбирались все сложности работы с инъекторами. Поэтому вряд ли целесообразно передавать такие сложные аппараты (являющиеся источником

«повышенной опасности») пациентам с различным уровнем технической подготовки.

Серия исследований была проведена в отделениях реанимации (зав.—проф. Р. Н. Лебедева), хирургии легких и средостения (зав.—проф. М. И. Перельман), хирургии сердца (зав.—проф. Б. А. Константинов) ВНИИК и ЭХ МЗ СССР. Использовались отечественные инъе́кторы БИ-2 и БИ-3 и венгерский инъе́ктор «Кобра-1». Вводили антибиотики, промедол, препараты для нейролептанальгезии (НЛА).

Во всех случаях наблюдался хороший фармакологический эффект. При введении препаратов для НЛА равный эффект достигался от доз, в 3—5 раз меньших, чем при шприцевом способе введения. В случае введения промедола эффект также наступал раньше, был четко выражен, но действие проходило быстрее, чем при введении его шприцем.

Оказались не совсем удобными для сестринского персонала, осуществляющего инъекции, перенос инъе́ктора из палаты в палату и замена препарата. Несмотря на соответствующий инструктаж и объяснения, малейшие отклонения от нормальной работы инъе́ктора были причиной того, что от инъе́ктора отказывались. Сложным оказался вопрос о хранении инъе́ктора.

Все эти сложности не носят принципиального характера и могут быть преодолены. Однако они более заметны по сравнению с применением традиционного шприца. При опросе медицинских сестер указанных отделений большинство предпочли шприц.

В клинической практике и экспериментальной медицине нередко возникает необходимость введения различных лекарственных веществ под слизистую оболочку трахеи и бронхов. Однако в связи с особенностями топографии и анатомического строения бронхов и трахеи инъекции биологических растворов в их стенку обычным игольным способом затруднены.

Учитывая положительный эффект струйного способа введения лекарственных препаратов, была предпринята попытка применения инъе́кторов в бронхологии [Мелемука И. В. и др., 1973]. С этой целью проведены опыты на изолированных препаратах трахеи и бронхов трупа человека и клинические исследования на 20 больных. Анализу подвергнуто более 900 инъекций.

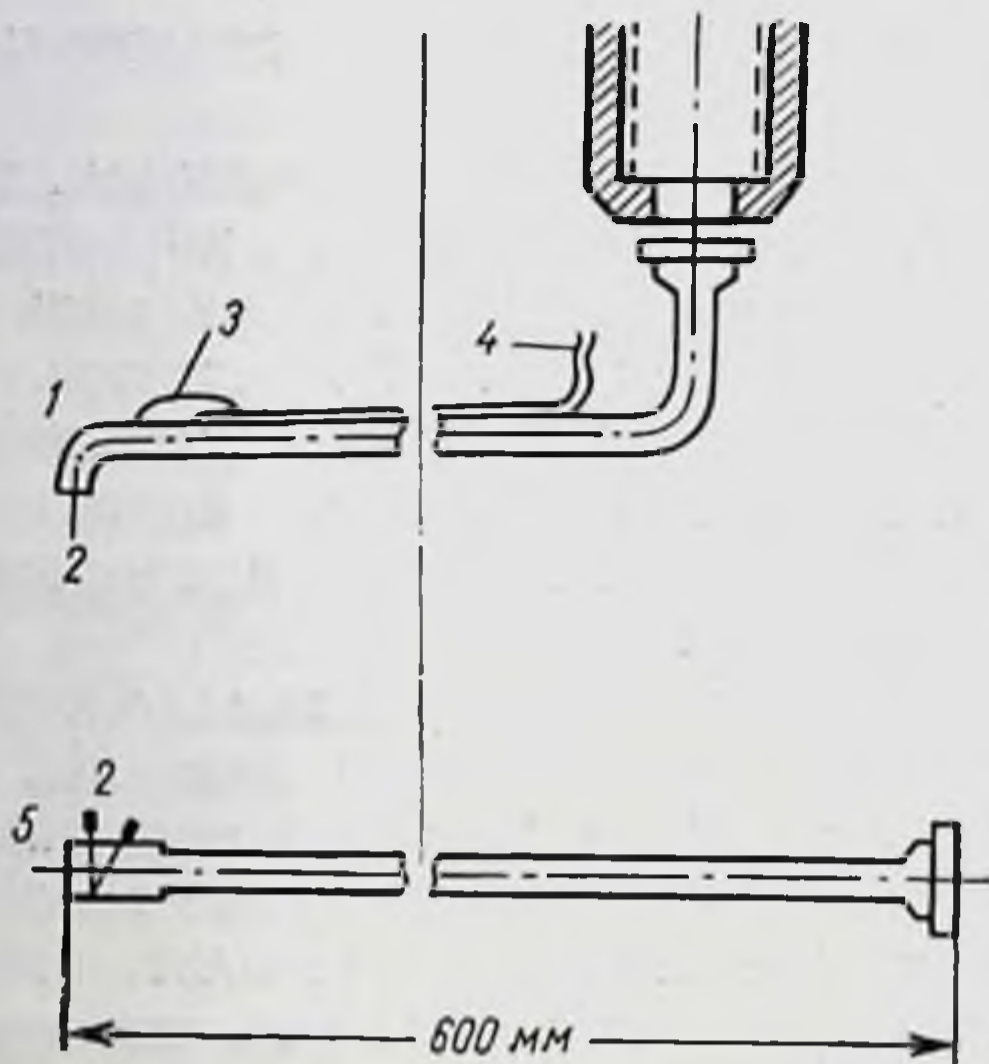


Рис. 34. Удлинитель для введения лекарственных веществ в стенку трахеи и бронхов.

1 — изогнутый наконечник;
2 — сопло; 3 — раздувная манжетка; 4 — катетер для раздувания манжетки; 5 — прямой удлинитель.

Для инъекций использованы изотонический раствор хлорида натрия, растворы новокаина, пенициллина, стрептомицина, канамицина, уротраста и верографина в дозе 0,1 мл на одно введение. Эти вещества (в опытах) подкрашивали тушью для визуального контроля за глубиной проникновения и распределения в тканях.

Внутристеночное введение жидкостей осуществляли с помощью модифицированного отечественного безыгольного инъектора БИ-1. Модификация заключалась в ослаблении рабочей пружины и изменении формы наконечника. Применение пружины со следующими величинами начального и конечного давления: 16—6, 19—8, 22—12, 24—14 и 30—22 кгс. Посредством удлинителя сопло вынесено на расстояние 600 мм от рабочей камеры. Наконечнику придана форма, удобная для применения его через бронхоскоп Фриделя (рис. 34).

Введение раствора в стенку препарата трахеи безыгольным инъектором (с силой пружины 16,2 кгс) при прикосновении к слизистой оболочке над хрящевым кольцом приводило к образованию папулы по типу лимонной корочки размером в среднем 7×12 мм. Входное отверстие при этом было $0,4 \times 1$ мм. Вещество располагалось по ходу хрящевого кольца в форме овальной бляшки с неровными краями и проникало в подслизистую трахеи до хряща.

При направлении струи жидкости в перепончатую часть стенки трахеи образовавшаяся папула была размером в среднем 5×10 мм и вещество проникало в толщу стенки трахеи на глубину до 1 мм. Введение лекарственного препарата в стенку главного бронха в этих условиях приводило к появлению «лимонной корочки» диаметром от 4 до 8 мм с входным отверстием в среднем $0,2 \times 0,8$ мм.

Проведенные экспериментальные исследования на препаратах трахеи и бронхов позволили применить струйный способ для введения лекарственных веществ (0,5% раствор новокаина и антибиотиков) у больных с бронхолегочными нагноениями, бронхиальной астмой и другими заболеваниями. Исследования проведены в бронхологическом кабинете (зав. Р. С. Саркисян) ВНИИК и ЭХ МЗ СССР. Показания для введения тех или иных лекарственных веществ определялись лечащим врачом.

Для клинических исследований применяли безыгольный иньектор БИ-1 с силой пружины 16,2 кгс, с диаметром канала сопла 0,15 мм. Перед иньекциями проводили тщательный туалет бронхиального дерева (отсасывание гнойного содержимого, удаление гнойных корочек и т. п.). Сразу после введения раствора в стенку трахеи больного на поверхности слизистой оболочки выделялось 2—3 капли кровянистой жидкости. Местные изменения внутренней стенки трахеи после введения препарата были идентичны описанной. Каких-либо осложнений при этом не наблюдалось.

У 12 из 14 больных в течение первых 2—3 дней после иньекции антибиотиков отмечалось более выраженное снижение воспалительных явлений в слизистой оболочке трахеи и бронхов по сравнению с применением других методик. У остальных 2 больных заметного улучшения не было.

Данная методика была также успешно применена у 6 больных с повторяющимися приступами бронхиальной астмы. С этой целью проводили по 5—6 иньекций 0,5% раствора новокаина в область бифуркации трахеи и бронхов. После новокаиновой блокады в течение первых 3—4 дней кашлевой рефлекс полностью снимался или был слабо выражен.

Таким образом, струйный способ введения лекарственных препаратов в трахею и бронхи обеспечивает

удобство и простоту выполнения с гарантией высокого качества инъекций. Меняя режим работы инжектора и расстояние от сопла до слизистой оболочки, можно тонко регулировать глубину проникновения жидкости в стенку трахей и бронхов.

Все преимущества струйного способа введения веществ в организм и удобства применения безыгольных инжекторов сохраняются при использовании их в экспериментальной практике.

Безболезненность самой инъекции, быстрота и простота всей манипуляции полностью отвечают принципам гуманного отношения к экспериментальным животным. Мы широко пользуемся инжекторами БИ-2, БИ-3, «Кобра» для проведения премедикации таким экспериментальным животным, как кошки, собаки, кролики.

Незаменимыми оказались инжекторы при работе с особо агрессивными особями. Для этих целей используется специальный удлинитель длиной 1 м. Он позволяет сделать инъекцию животному, находящемуся в клетке вивария. Для этого инжектор взводят и сопло с удлинителем через решетку или окно подводят к животному к предполагаемому месту инъекции. Обычно животное настораживается, но не мешает произвести инъекцию. После инъекции седативных, транквилизирующих или других видов лекарств животное легко взять на эксперимент. В нескольких случаях с очень злыми собаками приходилось таким образом вводить мышечный релаксант (листенон).

Удобной оказалась возможность осуществления инъекций на расстоянии: достаточно подвести сопло инжектора к участку инъекции и, не касаясь его, нажать на спусковую кнопку. При этом вещество вводится под кожу. Обычно в таких случаях бывают значительные потери препарата, поэтому мы устанавливали заведомо большую дозу.

Применение инжекторов у мелких животных требует повышенного внимания. Обычные внутрикожные, подкожные и внутримышечные инъекции проводятся по принятой методике и особенностей не представляют.

Нами отмечен заслуживающий внимания факт гибели животных после инъекций. Речь идет об экспериментах на хлопковых крысах, зараженных альвеококком. Поскольку паразитарная опухоль располагалась в брюшной полости, была предпринята попытка введения

паразитоцидного препарата (акрисалин) в ткань этой опухоли через кожу. Опухоль хорошо пальпировалась. Применен инъектор БИ-2 в режиме осуществления внутримышечных инъекций (разовая доза 1 мл). Инъектор приставляли к коже (в основном в эпигастральной области) над опухолью и осуществляли инъекцию. Через несколько секунд животные погибали (иногда после кратковременной стадии возбуждения). На вскрытии были отчетливо заметны окрашенные кожный канал введения вещества и прилегающие участки мышц и брюшины. Однако вещество ни в брюшную полость, ни в ткань паразитарной опухоли не проникло (!), несмотря на самый сильный режим работы инъектора, обеспечивающего внутримышечные инъекции. При поиске депо введенного вещества оказалось, что оно, проникнув в пространство под кожей, отклонилось от направления струи на 90° в бок и по подкожной клетчатке проникло почти до места введения, опоясав, таким образом, тело крысы. Смерть животных в этих случаях, по всей видимости, была нервно-рефлекторной этиологии, связанной с перераздражением (удар струи вещества) шокогенных зон.

Инъекторы оказались удобными в послеоперационном периоде, где они применялись для введения животным болеутоляющих и седативных веществ, антибиотиков.

В целом использование инъекторов в экспериментальной практике не представляет каких-либо принципиальных отличий от применения их в клинике.

Подводя итог проведенным исследованиям по целесообразности применения безыгольных инъекторов в условиях клиник и поликлиник, заметим, что вопрос этот не простой. Анализ результатов показывает следующее.

Прежде всего, это качество и эффективность инъекций. Во всех случаях все виды струйных инъекций: внутрикожные, подкожные, внутримышечные — были стабильно высокого качества и выполнялись легко. В этом инъекторы явно предпочтительнее традиционных шприцев. Однако при помощи шприцев возможно осуществление внутривенных инъекций, что невозможно инъекторами. Кроме того, игольный шприц позволяет осуществлять пункции и, при необходимости, промывание полостей. Такая полифункциональность шприца в ус-

ловнях клиники делает его незаменимым. Добавим к этому, что шприц позволяет инъецировать вещества в любой дозе и с любой скоростью. Оба эти параметра у инъектора ограничены: доза до 1,5 мл, скорость введения — десятые или сотые (в зависимости от дозы) доли секунды.

Ограничивает применение безыгольных инъекторов в клиниках также невозможность введения масляных растворов и веществ, содержащих крупнодисперсные фракции. В то же время все эти инъекции возможны при использовании шприца.

Эффективность введенных лекарственных веществ при помощи инъекторов или такая же, как при применении шприца, или выше. В этом инъекторы предпочтительнее шприца. Кроме того, применение инъекторов экономически более рентабельно, они долговечнее, прочнее шприцев.

Однако инъекторы намного сложнее шприца и требуют квалифицированного обращения и ухода. В условиях клиники эта особенность превращается в существенный недостаток. Кроме того, инъекторы тяжелее и больше по размерам, чем шприцы, что представляет неудобство при частой переноске их из палаты в палату.

Такое преимущество инъекторов, как высокая производительность, в условиях клиники значения практически не имеет.

Опыт клинического применения инъекторов выявил также ряд неудобств, связанных с заправкой их лекарственным веществом. Правила эксплуатации инъекторов предусматривают обязательную прокачку для удаления воздуха из камер инъектора. Естественно, что прокачка должна производиться вводимым веществом. Его объем при этом составляет 2—3 мл. Такие потери вещества могут быть оправданы при последующих многочисленных инъекциях одного и того же вещества. Поэтому применять инъектор для разовых инъекций нет смысла.

В перспективе возможно создание инъектора, не требующего прокачки вообще, т. е. работающего без потерь препарата, однако разработка такой конструкции должна быть оправдана.

Мы встретились еще с одной сложностью при работе с инъектором, это хранение его с неиспользован-

ным лекарственным веществом. В течение рабочего дня инъектор заправляют веществом и им осуществляют нужное количество инъекций. Практически сложно рассчитать и заправить инъектор в строгом соответствии с требуемым количеством инъекций. Если к концу дня в инъекторе осталось лекарственное вещество, то его помещали в холодильник. Это оказалось неудобным. К тому же требуется метка, какое именно вещество в инъекторе. Положение усугубляется тем, что каждая смена медицинских сестер должна особо передавать инъектор.

И, наконец, вопрос о стерилизации. Действительно, инъекторы сохраняют стерильность в течение длительного времени, и это является их преимуществом по сравнению со шприцами.

Таким образом, сопоставляя все плюсы и минусы применения инъекторов в клинических условиях, можно прийти к заключению, что использование существующих образцов безыгольных инъекторов в условиях клинического отделения нецелесообразно.

В экспериментальной практике применение безыгольных инъекторов следует считать перспективным. Этим самым подчеркивается, что инъекторы не должны заменить полностью и везде традиционный шприц. Речь может идти об оптимальных сферах применения каждого из них.

В дальнейшем, при создании более простых в эксплуатации моделей инъекторов, возможно и более широкое применение безыгольных инъекторов в клиниках. Тем не менее даже существующие модели инъекторов оказались весьма ценными в ряде областей медицины, и прежде всего в анестезиологической практике и хирургии. К рассмотрению этих вопросов мы и переходим.

Глава 6

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗЫГОЛЬНЫХ ИНЪЕКТОРОВ В АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Безыгольные инъекторы применяются в анестезиологической практике для проведения премедикации перед оперативным вмешательством, для местного обезболивания. Использование инъекторов для введения различных веществ в раннем послеоперационном периоде особенностей по сравнению с клиническим их применением не имеет и рассмотрено в предыдущей главе.

Применение инъекторов в анестезиологической практике, особенно для проведения местной анестезии, следует признать наиболее перспективным.

6.1. ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗЫГОЛЬНЫХ ИНЪЕКТОРОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕМЕДИКАЦИИ

Специальные исследования, проведенные во ВНИИК и ЭХ МЗ СССР, были посвящены изучению возможности использования инъекторов для предоперационной подготовки больных.

Группе из 100 больных при помощи безыгольных инъекторов проведена премедикация перед различными видами операций и перед диагностическими исследованиями сердца.

Применены безыгольные инъекторы БИ-2 и БИ-3 с соплом диаметром 0,2 мм (рис. 35). Разовая доза вводимого вещества была от 0,3 до 1 мл. Вещества вводили внутримышечно в область наружной поверхности плеча и в область ягодицы.

Премедикацию осуществляли препаратами для нейролептанальгезии (НЛА — тип II). Вводили смесь фентанила (0,00018—0,0012 мг/кг) и дегидробензперидола (0,009—0,06 мг/кг).

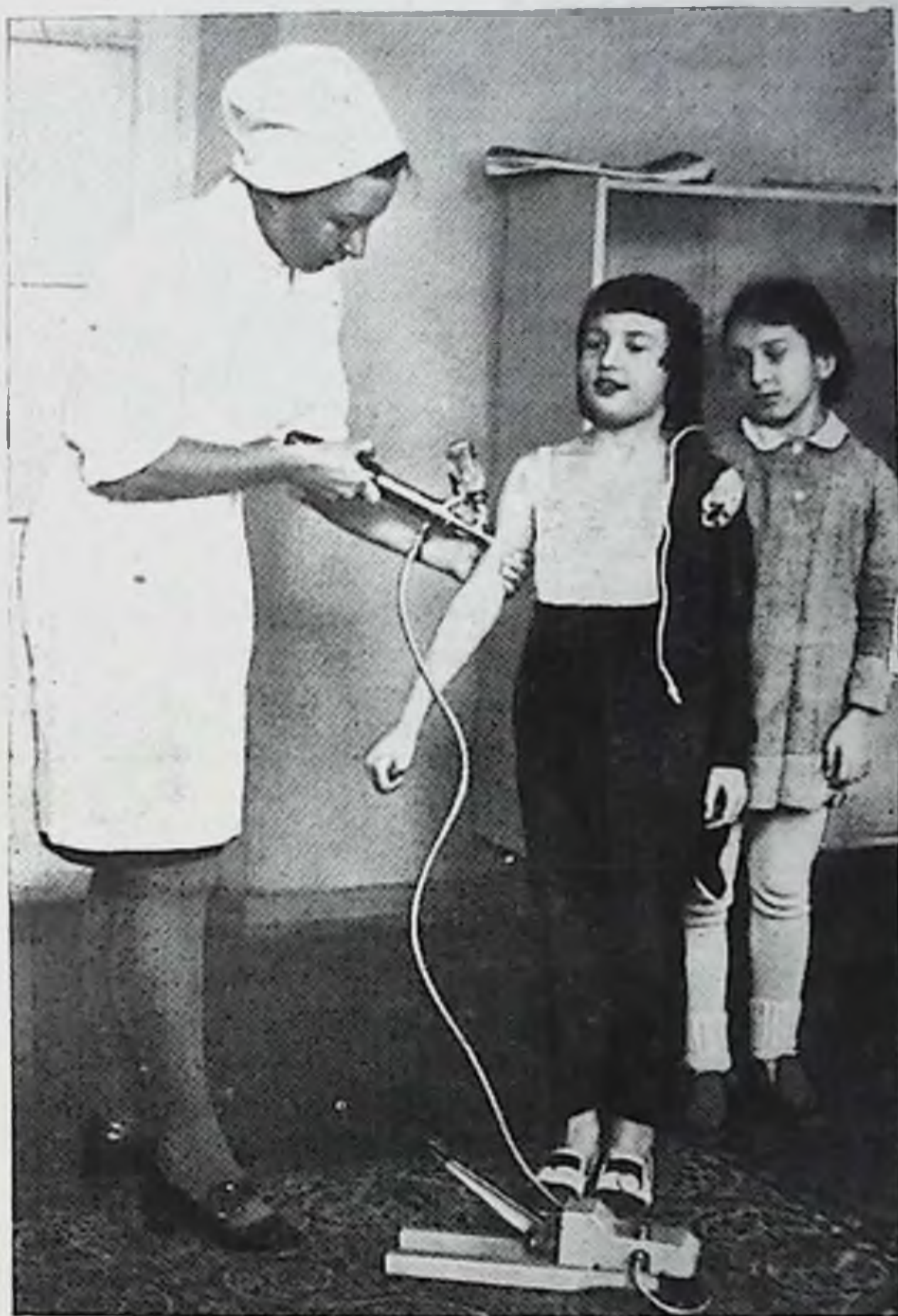


Рис. 35. Применение инъектора БИ-3 в клинике.

Для оценки седативного эффекта премедикации использовали обычные критерии (по Добкину — Гологорскому).

Контролем служила группа больных, которым препараты НЛА вводили при помощи обычного игольного шприца. Полученные результаты сопоставляли.

В контрольной группе (при проведении премедикации игольным способом) при внутримышечном введении смеси фентанила (0,0012 мг/кг) и дегидробензперидола (0,06 мг/кг) в объеме 2 мл для больных с массой тела 40 кг начало действия препарата наступало через 5—

15 мин, а максимальный эффект отмечен через 30—40 мин.

Проведение премедикации безыгольным струйным способом дало несколько иные результаты. При прочих равных условиях (по возможности одинаковые возраст больных, телосложение, масса тела) при введении (23 человека) комбинации фентанила и дегидробензперидола в той же дозе, что и при игольном способе, 2 мл смеси (0,0012 мг/кг фентанила и 0,06 мг/кг дроперидола) начало действия препарата наступало уже через 4—6 мин, а максимальное действие отмечено через 8—15 мин (табл. 10).

Таблица 10

Эффект действия препаратов НЛА, введенных струйным способом

Дозы, мг/кг	Время наступления седативного эффекта, мин				Всего
	8—15	15—20	25—30	35—45	
Фентанил 0,0012 Дроперидол 0,06	20	3	—	—	23
Фентанил 0,0006 Дроперидол 0,03	5	47	7	—	59
Фентанил 0,003 Дроперидол 0,015	—	2	9	—	11
Фентанил 0,00018 Дроперидол 0,009	—	—	—	7	7
Итого . . .	25	52	16	7	100

Состояние сонливости наступало у больных в палате. Они реагировали лишь на прикосновение или непосредственное к ним обращение. Кожные покровы оставались нормальной окраски, теплыми, сухими на ощупь. Зрачки сужены. В операционную больные доставлялись в состоянии сонливости.

Учитывая резко выраженный эффект премедикации, было решено уменьшить дозу препаратов.

В следующей группе больных (59 человек) при уменьшении дозы нейролептика и анальгетика до 1 мл

(фентанила 0,0006 мг/кг, дроперидола 0,03 мг/кг), т. е. в 2 раза по сравнению с обычно применяемой, эффект премедикации оставался качественным. Максимум действия наблюдали у 47 больных через 15—25 мин, у 5 больных — через 8—15 мин и у 7 больных — через 25—35 мин. Таким образом, у большинства больных этой группы максимальное действие препаратов отмечено позже, чем у больных предыдущей группы. Тем не менее оно наступило раньше, чем у больных контрольной группы, которым обычным шприцем была введена в 2 раза большая доза.

Дальнейшее снижение дозы вводимых веществ до 0,5 мл, т. е. в 4 раза по сравнению с обычно применяемой дозой, в группе из 11 человек привело к наступлению седативного эффекта у 9 больных через 25—30 мин. Таким образом, у большинства больных этой группы эффект премедикации был примерно таким же, как при игольном способе введения. Больные, поступая в операционную, оставались сонливыми и индифферентными к окружающей обстановке.

С целью определения минимальных эффективных доз у следующей группы больных (7 человек) были применены еще более низкие дозировки. Фентанил и дроперидол вводили в дозах, равных соответственно 0,00018 и 0,009 мг/кг (0,3 мл смеси). Наблюдения показали, что премедикация была недостаточно эффективной, поэтому потребовалось дополнительное введение препаратов.

При введении нейролептанальгетических препаратов безыгольным способом обнаружены незначительные, характерные для НЛА гемодинамические изменения.

Все больные отмечали безболезненность проведения инъекции.

Таким образом, при проведении премедикации безыгольным способом действие нейролептанальгетических препаратов (фентанил, дроперидол) наступало в 2—3 раза быстрее от доз, в 2—4 раза меньших, чем при проведении премедикации традиционным игольным способом. Гемодинамические показатели в основном сохранились стабильными. Безболезненное введение веществ и отсутствие страха перед иглой снимало дополнительную психическую травму у больных перед операцией. Эти преимущества безыгольного способа введения ве-

ществ особенно важны при использовании инъекторов в детском отделении.

Исходя из полученных данных, мы можем рекомендовать следующие дозировки: фентанила 0,006 мг/кг и дроперидола 0,03 мг/кг.

6.2. ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗЫГОЛЬНЫХ ИНЪЕКТОРОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МЕСТНОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ

Впервые введение анестезирующих веществ при помощи безыгольных инъекторов осуществил в 1947 г. R. Hingson. С целью анестезии кожи перед проведением каудальной и спинальной анестезии он вводил 0,25% раствор прокаина с эпинефрином в разведении 1 : 25 000. Ребенку 11 мес им была произведена межреберная блокада для снятия болей, вызванных плевритом. После 12 инъекций ребенок стал легче дышать, прекратилось хриплое дыхание, уменьшилась ригидность мышц живота. Однако попытка блокады интеркостальных и брюшных нервов перед операцией кесарева сечения оказалась безуспешной.

Безыгольные инъекторы применяли также для введения прокаина и алкоголя при невралгии, периферическом неврите, остром миозите, остром бурсите, остром артрите, даже при ангиоспастических болях. Во всех случаях наблюдался терапевтический эффект [Hingson R., 1952].

В 1948 г. D. Wgody отметил уменьшение сердечных болей при введении прекардиально прокаина.

L. Laggick (1949) описал применение инъекторов для анестезии мест перелома костей, проведения спинальной и каудальной анестезии, инъекций местноанестезирующих веществ при бурситах плеча, для биопсии участков кожи и удаления бородавок.

R. Preston с соавт. (1951) при помощи инъектора вводили обезболивающие препараты в кожу и слизистую оболочку. Положительные результаты получены им при безыгольном способе обезболивания для вскрытия фурункулов, карбункулов и биопсии кожи.

J. Hitch с соавт. (1951) считают целесообразным применение безыгольных инъекторов для местной анестезии.

В 1951 г. S. Krohn с соавт. впервые применили безыгольный инъектор для снятия болей в послеоперацион-

ном периоде по поводу вмешательств на аноректальной зоне. Вводили 4% раствор ксилокаина в миндальном масле от 3 до 10 раз в точках вокруг анального отверстия. Общий объем препарата был в пределах от 0,75 до 2 мл. Авторы констатировали, что по сравнению с контрольной группой у больных намного уменьшились боль при дефекации, чувствительность при пальцевом исследовании, а также степень спазма сфинктера. На протяжении 3 нед не было отмечено местной реакции, признаков отека, эритемы, инфильтрации, абсцессов или флегмон.

Широко применял свой иньектор для введения обезболивающих препаратов А. Krantz (1959, 1960). Он рекомендовал безыгольный иньектор для введения анестетиков при болезненных пункциях, в зубной хирургии, педиатрии, для обезболивания при венесекции. Любопытным оказался феномен немедленного и длительного исчезновения хронических функциональных болей после безыгольной анестезии прокаином. Автор использовал струйный способ при хирургических вмешательствах для вскрытия абсцессов.

Безболезненное опорожнение абсцесса при введении струи вещества под давлением непосредственно в абсцесс произвел А. Gargelleck (1967).

Впервые безыгольный способ введения анестезирующих препаратов в слизистую оболочку полости рта у 162 больных осуществляли R. Hingson (1950), R. Hingson, A. Krantz (1967). Начиная с 1958 г. различные модели иньекторов применяют для местной анестезии слизистой оболочки полости рта при различных реконструктивных операциях, лечении и удалении зубов, вскрытии абсцессов и т. п.

Введение вещества при помощи иньектора непосредственно в нерв в эксперименте произвел С. Bennett (1971).

Все авторы считают, что для введения местноанестезирующих веществ безыгольные иньекторы имеют ощутимые преимущества перед традиционным шприцем.

В числе особенностей струйного способа указывается повышение эффективности одной и той же дозы вещества, введенного безыгольным способом в сравнении с обычным игольно-шприцевым [Elisberg B. et al., 1956; Meyer H. et al., 1965; Benenson A., 1968].

Практическая важность отмеченного феномена диктовала необходимость проведения специальных исследований, направленных на раскрытие механизма этого явления.

6.2.1. Применение безыгольных инъекторов для проведения местного обезболивания в стоматологической практике

Успешным оказалось применение струйного способа в стоматологической практике [Гигаурн В. С. и др., 1972; Азрельян Б. А. и др., 1973; Малкес С. А., 1973; Рыбаков А. И. и др., 1973; Челидзе Л. Н., Джаши Л. М., 1977; Agefian D. et al., 1958; Margetis P. et al., 1972].

Первые безыгольные инъекторы, которые применялись для целей обезболивания в стоматологии, были заимствованы из эпидемиологической практики.

Так, по данным Р. Margetis с соавт. (1958), примененный ими аппарат «Гипоспрей» оказался неудобным для анестезии в полости рта. Тем не менее авторы отметили принципиальную возможность получения эффекта обезболивания при помощи безыгольного инъектора. Безыгольный инъектор «Сириджет» также не мог удовлетворить стоматологов. При помощи данной модели невозможно осуществлять инъекции в любые участки полости рта. Кроме того, для эксплуатации этого аппарата необходимы специальные ампулы с анестетиком. Каждая ампула содержит всего 1,8 мл раствора, что создает неудобства, связанные с частой сменой ампул.

В нашей стране фундаментальные исследования по раскрытию сущности струйных инъекций применительно к стоматологической практике, дальнейшему совершенствованию способа и созданию совершенной аппаратуры проводятся в Центральном научно-исследовательском институте стоматологии (дир.— акад. АМН СССР проф. А. И. Рыбаков) МЗ СССР.

Прежде всего была изучена возможность и целесообразность применения инъекторов для проведения местной анестезии при различных стоматологических вмешательствах (рис. 36).

Всего в ЦНИИС и его базовых поликлиниках местная анестезия осуществлена более чем 10 000 больным, которым проведено свыше 100 000 струйных инъекций.

Рис. 36. Положение наконечника инъектора в момент инъекции.



Анестезия проводилась при самых разнообразных вмешательствах в хирургической, терапевтической, ортопедической стоматологии и стоматологии детского возраста.

В хирургической стоматологии проведено лечение более 8000 больных, которым осуществлено свыше 80 000 инъекций.

Выполнены различные хирургические вмешательства; удаление зубов по поводу хронического периодонтита, парадонтоза, с целью протезирования, перниостомии, обезболивание при лечении перикоронаритов, удаление доброкачественных новообразований и др.

Анестезия проводилась в основном с применением 2% раствора новокаина и тримекаина, в отдельных случаях использовались зарубежными анестетиками: дилокаином, скандикаином, септокаином и др.

Опыт показал, что полноценная анестезия достигается при вмешательствах на мягких тканях, на зубах и альвеолярных отростках, причем для этого в боль-

шинстве случаев применяли только инфльтрационную анестезию. При вмешательствах на альвеолярном отростке верхней челюсти проводили также проводниковую анестезию путем введения анестетиков в область резцового и большого небного отверстий. Необходимости в туберальной анестезии не возникало, так как инфльтрационная анестезия была достаточной даже при вмешательствах на зубах и альвеолярном отростке в области больших коренных зубов.

На зубах и альвеолярном отростке нижней челюсти полноценное обезболивание по типу инфльтрационной анестезии достигается в пределах от 2-го правого премоляра до 2-го левого.

Для вмешательств в области задних коренных зубов возникала необходимость в проведении дополнительно мандибулярной анестезии.

Методика проведения анестезии. После взведения инъектора наконечник его плотно (!), но без чрезмерного прижатия приставляют к слизистой оболочке полости рта в области проекции верхушки корня с вестибулярной стороны. Производят 1—2 инъекции с небной или язычной стороны (в зависимости от того, на какой челюсти предстоит вмешательство). Приступить к вмешательству можно через 20—30 с после проведения анестезии, т. е. практически сразу. Исключение составляет анестезия, проводимая для вмешательства по поводу удаления коренных зубов нижней челюсти. В данном случае производится комбинированная анестезия — обезболивают место вкола для мандибулярной анестезии инъектором и затем производят мандибулярную анестезию шприцем. Анестезия щечного нерва также проводится при помощи инъектора.

Для достижения анестезии при удалении зуба каждому больному в среднем проведено $7,3 \pm 0,1$ инъекции. Число инъекций у отдельных больных составляло от 1 до 53. В последнем случае было проведено удаление 16 зубов по поводу хронического периодонтита. Из этого наблюдения видно, что применение инъекторов позволяет, в частности, проводить одномоментную хирургическую санацию полости рта.

Использование инъекторов для местной анестезии эффективно при таких операциях, как цистотомия и цистэктомия, а также при резекции верхушки корня. При этих операциях, если анестезия проводится шпри-

цем, особенно болезненным является этап удаления оболочки кисты. В случае использования инъектора после этапов обнажения оболочки кисты производят несколько инъекций по 0,2 мл непосредственно в оболочку кисты, после чего ее удаление безболезненно.

При выполнении хирургических вмешательств по поводу острых воспалительных процессов челюстно-лицевой области, в частности вскрытия абсцессов и периоста при острых периоститах, под местной анестезией, как правило, отмечается болезненность. Наш опыт анестезии с использованием безыгольных инъекторов показал, что анестезию необходимо начинать отступя от участка воспаленных тканей, приближая последующие инъекции к очагу воспаления. Пользуясь таким приемом, можно безболезненно произвести вмешательство. Наряду с этим в случае значительных по протяженности воспалительных процессов возникает необходимость в проведении проводниковой анестезии шприцем или других видов обезболивания, например наркоза.

Интересным оказалось применение инъекторов для обезболивания в случае лечения альвеолитов как осложнения после удаления зуба. Как правило, инфильтрационная анестезия в данном случае бывает не только болезненна, но и зачастую малоэффективна. Нами использовалась следующая методика. Проводили инфильтрационную анестезию с вестибулярной, небной или язычной стороны, затем анестетик непосредственно вводили в лунку удаленного зуба, после чего представлялось возможным произвести кюретаж лунки и все необходимые при данном заболевании процедуры.

Удаление доброкачественных новообразований челюстно-лицевой области представляет порой значительные трудности из-за изменения топографии этих образований в случае проведения анестезии шприцем. Анестетик, инфильтрируя ткани, значительно изменяет их объем. Применяя инъекторы, можно произвести необходимое количество инъекций вокруг образования, причем топография в данном случае не меняется. Кроме того, удаление доброкачественных новообразований происходит безболезненно.

Проведено лечение свыше 200 больных по поводу терапевтических стоматологических заболеваний; всего осуществлено более 35 000 инъекций.

Обезболивание с использованием инъектора проводили при лечении неосложненного и осложненного кариеса.

Обезболивание твердых тканей зубов: эмали и дентина — при помощи шприца является невозможным. Попытки проведения проводниковой анестезии также безуспешны, так как иннервация твердых тканей зубов является практически автономной, что и создает определенные трудности в проведении обезболивания.

При всех формах неосложненного кариеса — поверхностном, среднем и глубоком проводилась инфльтрационная анестезия по указанной выше методике. Как правило, для этого необходимо было 5—7 инъекций в разовой дозе 0,2 мл. Наши наблюдения показали, что такая инфльтрационная анестезия достаточна для обработки кариозных полостей, в связи с чем анестетик вводили непосредственно в кариозную полость.

При лечении поверхностного кариеса анестезия была адекватной у 74,8% больных, недостаточная — у 5,2% и отсутствовала у 20% больных. Значительный процент отсутствия эффекта обезболивания связан с тем, что при поверхностном кариесе болезненной является обработка эмалево-дентинной границы.

При среднем кариесе анестезия была адекватной реже, чем при поверхностном кариесе. В 35% случаев анестезия была адекватной, в 50% — недостаточной и в 15% не наступала.

Анестезия при глубоком кариесе была достаточной у 69,4% больных, у 20,4% — недостаточной и в 10,2% случаев эффекта анестезии не было.

Необходимо отметить, что проведение анестезии в случае предстоящего лечения глубокого кариеса имеет свои трудности. Они связаны с тем, что дно кариозной полости бывает резко истончено и при проведении инъекции в кариозную полость возможна перфорация дна.

При анестезии по поводу различных форм кариеса общая доза вводимого анестетика была больше, чем при проведении только инфльтрационной анестезии инъектором.

Отмечено также, что эффект анестезии зависит не только от формы кариеса, но также от локализации кариозного процесса. Так, хорошие результаты обезболивания отмечены при анестезии пришеечных кариозных полостей, особенно болезненных при обработке. Неудов-

летворительный эффект анестезии отмечен при локализации кариозного процесса на жевательных поверхностях и в области режущего края зубов.

Особую сложность представляет обезболивание по поводу пульпитов. Существующие методы анестезии практически не обеспечивают достаточного обезболивания, и стоматологи повсеместно используют мышьяковистую пасту для девитализации пульпы, что создает неудобства для пациента, удлиняя сроки лечения.

Методика проведения анестезии та же, что и при обезболивании кариеса. Однако при обезболивании по поводу пульпитов проведение только инфильтрационной анестезии недостаточно; 74,2% больных ощущали болезненность при удалении пульпы. С целью усиления эффекта анестезии анестетик вводили непосредственно в полость зуба при помощи «терапевтического» наконечника, как показано на схеме (рис. 37). При таком способе обезболивания удавалось произвести удаление размягченного дентина. Повторные инъекции позволяли вскрыть полость зуба и удалить коронковую пульпу. После удаления коронковой пульпы наконечник инъектора вводили непосредственно в полость зуба и производили 2—3 инъекции, после чего удавалось удалить корневую пульпу.

В момент инъекции как в кариозную полость, так и в полость зуба больные не ощущали боли. Несколько больных в момент вскрытия полости зуба струей анестетика из-за очень тонкого слоя надпульпарного дентина ощущали боль, однако эта боль была кратковременной.

Для обезболивания зубов с воспаленной пульпой требовалось больше анестетика и соответственно большее число инъекций, чем при обезболивании неосложненного кариеса.

Проведение анестезии по предложенной нами методике позволяет безболезненно и одновременно лечить пульпиты. Это особенно важно для практического здравоохранения, так как уменьшает обращаемость больных к стоматологу.

При проведении анестезии по поводу обострения или острого периодонтита неадекватное обезболивание отмечалось в 74% случаев. Это отчасти связано с тем, что в воспаленных тканях анестетики инактивируются. Мы рекомендуем при резко выраженной периостальной реакции проводить проводниковое обезболивание шпри-

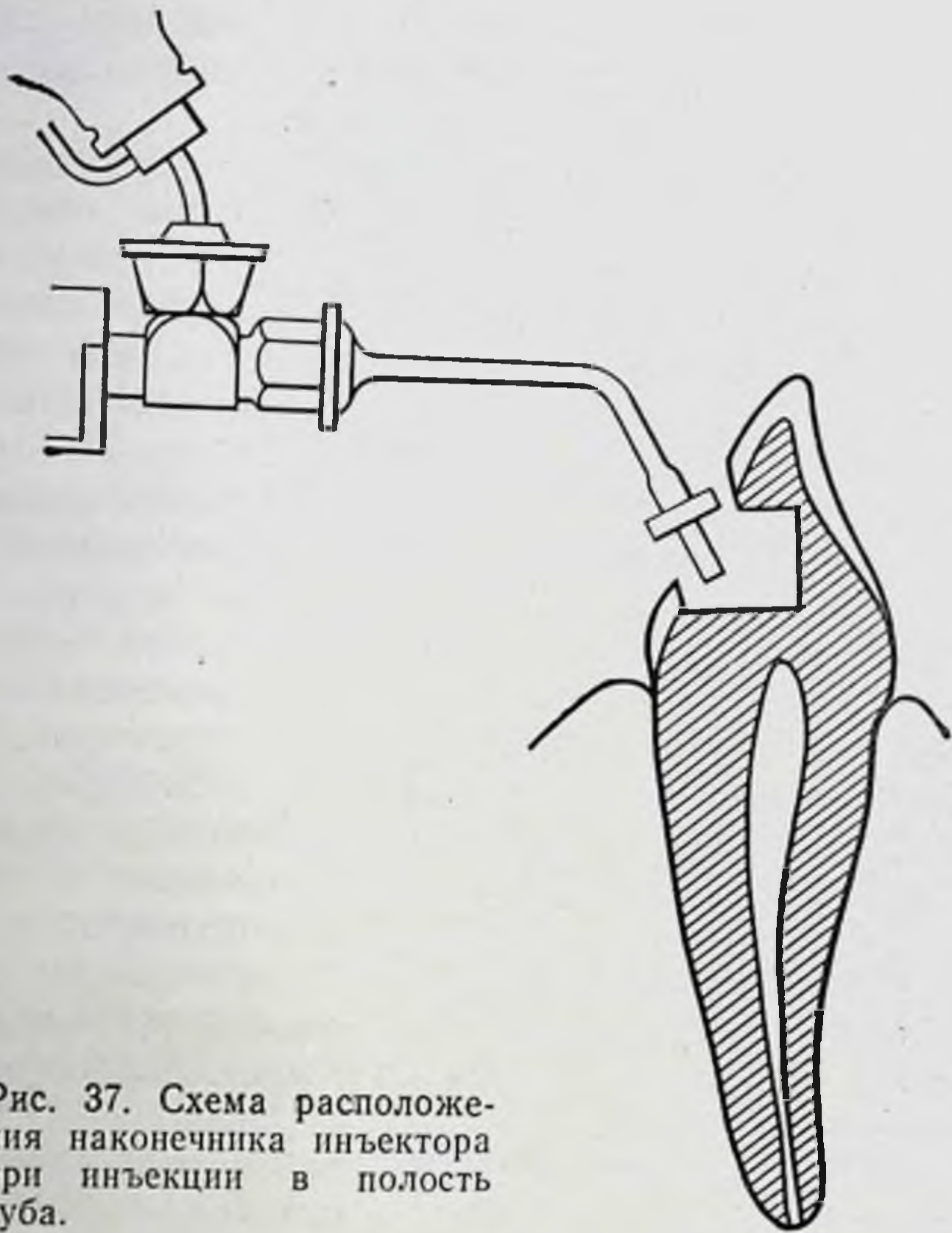


Рис. 37. Схема расположения наконечника инъектора при инъекции в полость зуба.

цем с предварительной анестезией места вкола иглы безыгольным инъектором.

Эффективным оказалось проведение анестезии при необходимости кюретажа зубодесневых карманов. В данном случае инъекции проводятся непосредственно в десневые сосочки.

При афтозном, язвенном стоматите анестезию проводят непосредственно в области афт или язв. Исключение составляют обширные по протяженности поражения слизистой оболочки полости рта.

Успешным было применение инъекторов для обезболивания в ортопедической стоматологии. Анестезия осуществлена более чем 100 больным, которым проводилась препаровка твердых тканей зубов для несъемного протезирования. Анестезия по типу инфильтрационной. Все пациенты отметили значительное умень-

шение болезненности при препаровке зубов, в 64% случаев анестезия была адекватной.

Одному больному проведена местная анестезия безыгольным инъектором для препаровки 9 зубов для несъемного протезирования, причем введено 10,6 мл 2% раствора новокаина, т. е. 53 инъекции по 0,2 мл.

Особо важным нам представляется применение инъекторов в стоматологической практике детского возраста. Проведено лечение более чем 100 детей в возрасте от 5 до 14 лет, которым осуществлены самые разнообразные стоматологические вмешательства. Хирургическое лечение включало удаление молочных и постоянных зубов, ретинированных зубов, а также зубов, стоящих вне дуги с целью подготовки к ортодонтическому лечению. Проведено лечение по поводу различных форм пульпита. Клинические наблюдения показали, что при вмешательствах у детей, особенно на молочных зубах, анестезия эффективна в большинстве случаев. Это связано с анатомо-физиологическими особенностями строения челюстно-лицевой области у детей.

Важна и необходима психологическая подготовка детей к проведению обезболивания при помощи безыгольных инъекторов. Обязательным является объяснение и демонстрация работы безыгольного инъектора. Методическим приемом служит проведение первой инъекции малой дозировки, т. е. 0,1 мл. При соблюдении этих условий дети в дальнейшем охотно воспринимают анестезию безыгольным инъектором.

Безыгольный способ оказался весьма перспективным для введения лекарственных препаратов, так как допускает введение всего арсенала средств, применяемых при лечении стоматологических заболеваний. Это положение касается в первую очередь лечения пародонтоза, а также заболеваний слизистой оболочки полости рта.

Интересные данные получены Т. Ф. Виноградовой, Т. А. Рыбаковой, О. П. Максимовой (1976). Ими проведено лечение хронических гипертрофированных гингивитов у 31 ребенка в возрасте от 10 до 15 лет. У 29 детей отмечался гипертрофический гингивит среднетяжелой формы, у 2 — тяжелой. Всего обработано 253 десневых сосочка, в которые безыгольным инъектором вводили раствор полимексина в разовой дозе 0,1 мл.

Первый клинический эффект наблюдался уже через 24—48 ч и проявлялся в значительном побледнении и уменьшении десневых сосочков, глубины ложных патологических десневых карманов, в уменьшении кровоточивости десен. Последующее введение антибиотиков с помощью инъектора приводило к прогрессивному улучшению клинического состояния десны.

У 15 детей удалось полностью купировать воспалительный процесс.

Значительное сокращение в размерах гипертрофированных сосочков, прекращение кровоточивости и установление комфортного состояния в полости рта достигались в среднем после 4—5 посещений. Полная ремиссия наступала после проведения 5—6 курсов инъекций.

Анализ экспериментально-клинических данных по применению безыгольных инъекторов в стоматологии позволил выявить специфические осложнения, характерные для данного способа введения препаратов. В 0,7% случаев наблюдалось появление гематом, однако они не причиняли неприятных ощущений и не требовали специального лечения.

Погрешности в технике обращения с безыгольными инъекторами или неправильная методика их применения приводит к разрезам струей слизистой оболочки полости рта. Эти осложнения наблюдались в 0,4% случаев. Разрезы имели вид линейной ранки длиной до 8—10 мм. Кровотечение из разрезов останавливали тампоном.

Указанные осложнения не представляют угрозы для здоровья больного и не требуют специального лечения.

К особенностям способа следует отнести повышенное выделение кровянистой жидкости из места инъекции.

Таким образом, проведенные экспериментально-клинические исследования позволили выявить ряд существенных преимуществ безыгольного струйного способа проведения местной анестезии в стоматологической практике.

Основным преимуществом, с точки зрения стоматологического пациента, является безболезненность самой инъекции. По нашим данным, 94—96% инъекций совершенно безболезненны, а в остальных случаях отмечается болезненность, но менее выраженная чем при использовании шприца. Больные перестали бояться общения со стоматологами.

Отсутствие страха боли у больных приводит в последующем к более ранней обращаемости к врачу, в чем усматривается большое социальное значение проблемы, так как это способствует дальнейшему развитию профилактического направления в стоматологии.

Преимуществом применения безыгольных инъекторов является стабильно высокое качество инъекций. Струйный способ позволил получить качественно новый эффект анестезии при терапевтических стоматологических вмешательствах.

Важным является повышение эффективности препаратов, в частности местных анестетиков. Практически это означает, что эффект анестезии достигается при дозах, в 4—5 раз меньших по сравнению с введением их традиционным шприцем. Это обуславливает возможную экономическую эффективность инъекторов, выражающуюся в экономии миллионов рублей в год.

Важным преимуществом способа является быстрое наступление анестезии. Это позволяет осуществлять стоматологические вмешательства непосредственно после инъекций анестетика: сокращается время пребывания больного у стоматолога, не травмируется психика пациента, резко увеличивается производительность труда врача.

Одно из преимуществ применения инъекторов — простота методики работы с ними. Качество инъекций зависит в основном только от конструкции инъектора и соблюдения правил работы с ним.

Немаловажное значение имеет возможность стерилизовать безыгольные инъекторы реже, чем шприцы.

Таким образом, опыт применения безыгольного струйного способа для проведения местной анестезии в стоматологии показал высокую его эффективность. Однако он не может полностью вытеснить традиционный игольный способ введения препаратов. В практической стоматологии оба эти способа должны гармонично дополнять друг друга.

6.2.2. Применение безыгольных инъекторов для проведения обезболивания в клинике болезней уха, горла и носа

Безыгольный способ введения анестетиков при хирургических вмешательствах в оториноларингологии

используется в клинике болезней уха, горла и носа (зав.—акад. АМН СССР, проф. Н. А. Преображенский) I ММИ им. И. М. Сеченова с 1974 г. Всего под наблюдением находились 168 больных в возрасте от 4 до 68 лет. Осуществлено три вида операций: двусторонняя тонзиллэктомия; радикальная операция на верхнечелюстной пазухе; подслизистая резекция перегородки носа. Всего проведено 175 операций. Общее количество струйных инъекций составило 4230.

6.2.2.1. Применение безыгольного способа введения местноанестезирующих веществ при тонзиллэктомии

Под наблюдением находился 51 больной, страдающий хроническим тонзиллитом. Частые ангины в анамнезе выявлены у 34 больных, у 3 больных имела место безангинная форма хронического тонзиллита. В анамнезе у 4 больных отмечены неоднократные перитонзиллярные абсцессы.

У 19 больных хронический тонзиллит сочетался с другими заболеваниями ЛОР-органов (аденоиды, хронический гипертрофический фарингит, искривление перегородки носа и т. д.). У 15 больных, помимо хронического тонзиллита, имелись различные заболевания внутренних органов и других систем организма (бронхиальная астма, пиелонефрит, ревматизм, астенизация центральной нервной системы и т. д.).

Проведение анестезии. Перед операцией пациента знакомили с новым видом обезболивания, обращали внимание на отсутствие иглы. После этого осуществляли несколько инъекций в воздух, чем предотвращали проявление нежелательной двигательной реакции больных на внезапный щелчок инжектора.

Анестетики вводили струйно в перитонзиллярную клетчатку по передней дужке, начиная с области нижнего полюса. Инъекции проводили латеральнее миндалины, чтобы избежать попадания анестетика в ее ткань. Расстояние между точками инъекций 5—7 мм, что обеспечивало охват анестезирующим веществом всей перитонзиллярной клетчатки. В среднем взрослым проводили 8—10 инъекций с одной стороны с дополнительными 1—2 инъекциями в верхнюю часть задних дужек. У детей в связи с меньшими размерами оперируемого участка осуществляли 6—8 инъекций с одной стороны. Ис-

пользовали разовую дозу анестетика 0,2 мл при давлении в рабочей камере инъектора 30—60 атм и диаметре канала сопла 0,15 мм.

Место введения анестетика в слизистую оболочку имело вид точечного отверстия, из которого выделялось небольшое количество кровянистой жидкости или крови. Поэтому считаем целесообразным струйные инъекции начинать с области нижнего полюса миндалина, чтобы истекающая кровь не закрывала участок последующих инъекций.

Применяли 1% раствор новокаина, на 10 мл которого добавляли 0,5 мл 0,1 раствора адреналина.

На проведение анестезии уходило около 2 мин, что в 2—3 раза меньше времени, затрачиваемого на анестезию обычным путем шприцем с иглой

У большинства больных (47 человек) болевые ощущения во время инъекций отсутствовали. Это позволяло в спокойной обстановке проводить анестезию даже детям, которые после первой же инъекции успокаивались и позволяли осуществлять дальнейшие манипуляции. Некоторые взрослые (4 человека) испытывали в момент инъекции чувство легкого толчка.

Одна инъекция обеспечивала полную безболезненность слизистой оболочки и перитонзиллярной клетчатки в пределах круга (вокруг входного отверстия) диаметром 8—10 мм.

Из-за небольшого объема введенного анестетика практически не менялись топографоанатомические соотношения миндалин и окружающей перитонзиллярной клетчатки, что имело положительное значение при операциях на гипертрофированных миндалинах.

Техника вылущивания миндалин была таковой, как и при использовании для введения раствора анестетика обычного шприца.

Анестезия во всех случаях была достаточной, что позволяло в спокойной обстановке произвести всю операцию. Исключение составили 4 больных, у которых в анамнезе были перитонзиллярные абсцессы. Во время вылущивания миндалин они отмечали болезненность. Это потребовало дополнительного введения анестетика в рубцовые ткани (6—8 инъекций). Продолжительность анестезии составила 1—2 ч. Это обеспечило безболезненность как во время операции, так и в ближайшем послеоперационном периоде. Объем кровопотери во вре-

мя операции не превышал обычно наблюдаемого при шприцевом введении местных анестетиков. В отдельных случаях, когда отмечалась несколько повышенная кровоточивость, применяли тампоны с гемостатической пастой или ϵ -аминокапроновой кислотой.

В 3 случаях наблюдалось сосудистое кровотечение, которое остановили ушиванием кровоточащих сосудов в миндаликовых нишах. Это кровотечение мы не связываем с применением инъектора, так как оно возникало не во время анестезии, а при вылущивании миндалин, и не сопровождалось гематомами в окружающих тканях, что типично для сосудистых повреждений при использовании безыгольных инъекторов.

Отмечен ряд осложнений. Выделяющееся количество крови или кровянистой жидкости из входных отверстий после осуществления струйных инъекций во всех случаях было неинтенсивным и не мешало проведению операции. У 20 больных во время анестезии образовались небольшие подслизистые гематомы, диаметром до 10 мм.

При гематомах дальнейшего кровотечения во время вылущивания миндалин не наблюдалось. В послеоперационном периоде гематомы быстро и полностью рассасывались.

При смещении инъектора в момент инъекции у 5 больных возникли небольшие поверхностные порезы слизистой оболочки длиной до 5 мм, которые практически не кровоточили и бесследно заживали.

В послеоперационном периоде отек тканей и слизистой оболочки ротоглотки был выражен значительно меньше, чем после операций, при которых анестетики вводили обычным шприцевым способом. Фибриновый налет в миндаликовых нишах также был тоньше, и эпителизация завершалась уже на 5—6-й день. Реакция со стороны регионарных лимфатических узлов наблюдалась у единичных больных в течение 1—2 дней, температура тела была 37—37,2 °С.

Лишь в одном наблюдении на 2-е сутки после операции отмечались температурная реакция и явления шейного лимфаденита. Приводим выписку из истории болезни.

Больная Д., 28 лет, находилась на лечении в ЛОР-клинике с 27.10 по 15.11.75 г. по поводу хронического тонзиллита. В 5- и 13-летнем возрасте перенесла двустороннюю тонзиллэктомию.

29.10 под местной анестезией при помощи безыгольного инъектора произведена двусторонняя тонзилэктомия. Операция прошла гладко. На 2-й день после операции появились плотноэластичная, не спаянная с окружающими тканями припухлость размером 3×3 см и умеренная болезненность в области угла нижней челюсти справа. В правой миндаликовой нише — плотный фибринозный налет с коричневым оттенком. Температура тела повысилась до 38,2 °С. В крови умеренный лейкоцитоз (9000) и ускорение СОЭ (15 мм/ч). Назначены антибиотики широкого спектра действия.

Со следующего дня температура стала постепенно снижаться, припухлость и болезненность в правой околочелюстной области уменьшились. Фибринозный налет истончился, и на 7-й день эпителизация завершилась практически одновременно с обеих сторон.

При гистологическом исследовании удаленных миндалин выявлена картина хронического тонзиллита.

Выписана в удовлетворительном состоянии. Показатели крови в пределах нормы, явления лимфаденита исчезли.

В приведенном примере появление температурной реакции и шейного лимфаденита могло быть связано с инфицированием перитонзиллярной клетчатки во время струйных инъекций, что, по-видимому, было обусловлено нарушением топографоанатомических особенностей соотношений миндалин и окружающих тканей из-за рубцовых изменений после двукратной тонзиллотомии.

Одновременно выборочно проанализированы ход, течение и особенности анестезии, операции и послеоперационного периода у 51 больного хроническим тонзиллитом. Всем больным была произведена двусторонняя тонзиллэктомия под обычной игольно-шприцевой инфильтрационной анестезией. Состав больных по возрасту и полу был практически аналогичен группе больных, оперированных под местной анестезией при помощи безыгольного инъектора.

Примерно у такого же количества больных хронический тонзиллит сочетался с другими заболеваниями ЛОР-органов и имелись различные заболевания внутренних органов. Это позволяет нам сравнить основную группу больных с группой оперированных под обычной инфильтрационной местной анестезией.

В данной группе больных уровень анестезии был удовлетворительный. Сравнение частоты кровотечений во время операции не выявило существенных различий. В послеоперационном периоде наблюдались более выраженные реактивные изменения в ротоглотке в виде отека, толстого фибринозного налета в миндаликовых нишах. У 11 больных после операции наблюдалась температурная реакция (37,6—38 °С). У 3 больных, кроме

выраженной температурной реакции ($38,5-39^{\circ}\text{C}$), в первые дни после операции отмечали резкое ухудшение общего состояния, сильные местные реактивные явления. У одного из них наблюдались значительное увеличение и болезненность регионарных лимфатических узлов. Всем троим больным проведен курс антибиотикотерапии, после которого они выписаны в удовлетворительном состоянии.

6.2.2.2. Применение безыгольного способа введения местноанестезирующих веществ при радикальной операции на верхнечелюстной пазухе

Больным от 17 до 68 лет (47 человек) с заболеваниями верхнечелюстных пазух произведены 54 радикальные операции на верхнечелюстной пазухе. У 25 больных диагностирован односторонний хронический синусит, у 7 — пансинусит, у 10 — обнаружены патологические изменения в лобных пазухах и клетках решетчатого лабиринта. Симптомы хронического воспаления в клетках решетчатого лабиринта выявлены у 8 больных. У 19 больных патологические изменения в верхнечелюстных пазухах сочетались с поражением других ЛОР-органов (хронический гипертрофический ринит, искривление перегородки носа, хронический гнойный эпитимпанит и т. д.).

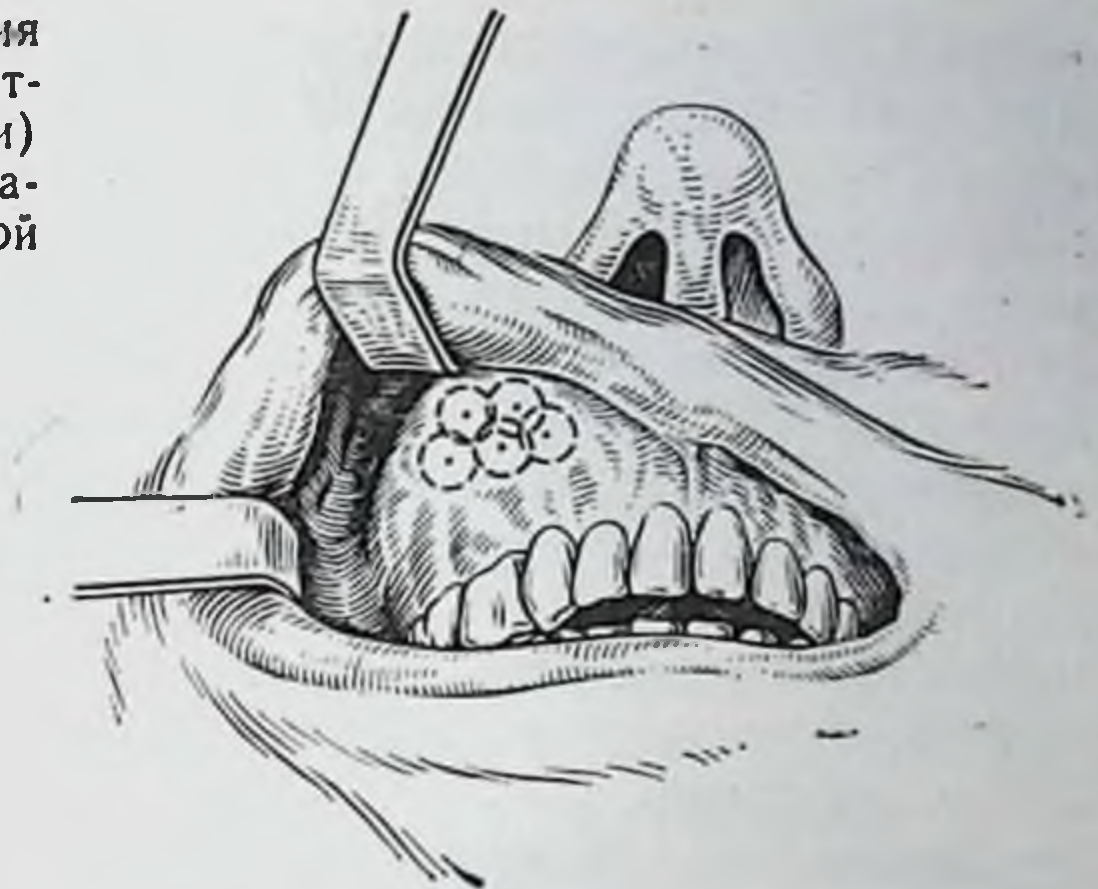
Показанием для операции у 24 больных явилась хроническая гнойная форма гайморита с частыми обострениями, а у 8 — полипозно-гнойная форма. У 15 больных операция произведена по поводу кист верхнечелюстных пазух. Семи больным операция поэтапно произведена на обеих верхнечелюстных пазухах, у остальных — на одной.

У 13 больных наряду с заболеваниями верхнечелюстных пазух имелись заболевания внутренних органов (бронхиальная астма, атеросклеротический кардиосклероз, вегетососудистая дистония и т. д.). Состояние внутренних органов и систем у остальных больных соответствовало возрастной норме.

Проведение анестезии. За 30 мин до операции проводили премедикацию путем инъекции под кожу 2% раствора промедола в количестве 1 мл и 2,5% раствора пипольфена.

Всех больных оперировали в положении лежа. Местный анестетик вводили струйно со стороны переходной

Рис. 38. Места введения анестезирующего вещества (показаны точками) при радикальных операциях на верхнечелюстной пазухе.



складки слизистой оболочки верхней губы в область мягких тканей на передней стенке верхней челюсти. Инъекции осуществлялись по переходной складке и в направлении собачьей ямки в виде треугольника, основание которого соответствует переходной складке (рис. 38). Расстояние между точками инъекций 6—8 мм обеспечивало полный охват анестезирующим веществом мягких тканей, подвергающихся отслоению. В среднем требовалось 14—18 инъекций. Разовая доза анестезирующего вещества 0,2 мл, общее количество использованного анестетика — $3,2 \pm 0,2$ мл. Давление в рабочей камере инъектора 30—60 ати при диаметре канала сопла 0,15 мм.

Для уточнения распространения раствора новокаина в мягких тканях передней стенки верхней челюсти проведено рентгенологическое обследование 20 больных непосредственно перед операцией. Вводили 1% раствор новокаина с 75% раствором уротраста в соотношении 1 : 2. Разовые дозы вводимого раствора 0,1 и 0,2 мл. Использован наконечник, предназначенный для эндоназального введения веществ. С целью контроля изучали рентгенологическую картину после инъекций в аналогичные области того же раствора обычным шприцем.

Сопоставление полученных рентгенологических данных показало, что при введении струйным способом 0,1 мл контрастного вещества на рентгенограммах появляется негомогенная тень размером от 8 до 11 мм с неровными контурами. Интенсивность тени во всех случаях была примерно одинаковой.

После введения большего количества раствора (0,2 мл) на рентгенограммах появлялась такая же по форме тень, но размеры ее увеличивались до 12—18 мм.

Введение 0,1 мл раствора обычным шприцем сопровождалось образованием небольшого возвышения на слизистой оболочке с побледнением в центре размером 3—4 мм. На рентгенограммах определялось скопление вещества в виде овальной тени размером 5—6 мм. Введение 0,2 мл раствора вызывало появление большей по площади округлой, овальной или полулунной тени размером 8—12 мм. Это подтверждает, что вещество, введенное струйным способом, распределяется в тканях более диффузно.

Для анестезии применяли 1% раствор новокаина, на 10 мл которого добавляли 0,5 мл 0,1% раствора адреналина.

После введения анестезирующего вещества из входного отверстия, имеющего точечный размер, как правило, появлялось несколько капель кровянистой жидкости. У 18 больных (38,3%) отмечалось незначительное кровотечение из места какой-либо инъекции, которое сопровождалось небольшой подслизистой гематомой (до 10 мм в диаметре). Кровотечение чаще всего наблюдалось после инъекций в мягкие ткани щеки.

Применение безыгольного инъектора значительно сокращало время проведения анестезии — до 1—2 мин. Для проведения анестезии у больных контрольной группы требовалось 5—7 мин.

Субъективно некоторые больные во время первых инъекций отмечали едва ощутимый толчок. Большинство больных (44 человека) вообще не ощущали боли при осуществлении струйных инъекций. Трое больных отметили незначительную болезненность, но меньшую, чем при уколе иглой.

Одна инъекция анестетика обеспечивала полную болезненность слизистой оболочки и мягких тканей на передней стенке верхней челюсти в пределах круга диаметром 10—12 мм. При инъекциях в мягкие ткани щеки анестезией захватывалась площадь размером до 20—30 мм, что подтвердилось при исследовании болевой чувствительности.

Анестезия наступала через 1—2 мин после инъекции. Поэтому операцию можно было начинать непосредственно после окончания проведения анестезии.

Отсепаровка мягких тканей у всех больных была безболезненной и технически более легкой. Разрывов надкостницы не наблюдалось.

После вскрытия передней стенки пазухи струйные инъекции проводили в слизистую оболочку самой пазухи (в среднем 6—8 инъекций). Это способствовало не только хорошему обезболиванию, но и уменьшению кровотечения. Выскабливание всей патологически измененной слизистой оболочки было более тщательным и в то же время безболезненным.

Перед наложением соустья с носовой полостью осуществляли 3—5 инъекций в слизистую оболочку латеральной стенки полости носа в области нижнего носового хода. Этим обеспечивалась полная безболезненность при удалении костной стенки и выкраивании «окна» в слизистой оболочке носа.

Анестезия во всех случаях была достаточной и не уступала анестезии, осуществляемой при помощи обычного шприца. Продолжительность анестезии обеспечивала безболезненность как всех этапов операции, так и ближайшего послеоперационного периода. Средняя продолжительность анестезии составила 2—3 ч. В послеоперационном периоде не было ярко выраженной болезненности.

Кровопотеря во время операции во всех случаях была незначительной и соответствовала объему кровопотери при обычной инфльтрационной анестезии. Отчетливое сокращение кровотечения наблюдалось при удалении патологически измененной слизистой оболочки полости пазухи. Ни в одном случае не потребовалось каких-либо дополнительных мер для остановки кровотечения.

Отмеченные осложнения. У 18 больных наблюдались незначительное кровотечение из места инъекции и образование небольших (до 10 мм в диаметре) подслизистых гематом. Кровоточащее место прижимали тампоном, и при дальнейшем выполнении анестезии кровотечение прекращалось. Гематомы в раннем послеоперационном периоде полностью рассасывались.

У 6 больных в связи со смещением кончика инъектора во время инъекции отмечены небольшие порезы слизистой оболочки, длиной до 5 мм. В послеоперационном периоде на месте пореза не оставалось каких-либо следов.

У всех больных в послеоперационном периоде отмечалась значительно менее выраженная реакция мягких тканей щеки, чем при использовании обычного игольного способа обезболивания. Это можно объяснить, в частности, сокращением до минимума вводимого количества анестетика. Незначительная припухлость мягких тканей щеки наблюдалась в течение 2—3 сут.

Осложнений в послеоперационном периоде не возникло. Температура тела не превышала субфебрильных цифр.

В контрольной группе были также проведены радикальные операции на верхнечелюстных пазухах. Проанализированы ход и течение анестезии, операции и послеоперационного периода у 47 больных. По поводу хронической гнойной формы гайморита оперированы 20 больных и 13 больных — по поводу кист верхнечелюстных пазух. Все операции проведены под местной инфильтрационной анестезией, осуществленной при помощи шприца с иглой.

Состав возрастных групп, выявленные заболевания ЛОР- и внутренних органов в данной группе больных были в основном те же, что в основной группе.

Анализ хода анестезии и операции показал, что при удовлетворительном уровне анестезии операции прошли без изменений, кровопотеря была в пределах обычно наблюдаемой при этом операции.

В послеоперационном периоде практически у всех больных наблюдалась выраженная припухлость мягких тканей щеки, которая держалась в течение 5—6 дней. В 5 наблюдениях в первые дни после операции отмечались значительное повышение температуры (37,6—38,4 °С), сильный отек мягких тканей щеки, что потребовало проведения курса лечения антибиотиками или сульфаниламидными препаратами. Еще у 10 больных была умеренная температурная реакция (37,4—37,6 °С) со значительным отеком мягких тканей щеки.

6.2.2.3. Применение безыгольного способа введения местноанестезирующих веществ при подслизистой резекции перегородки носа

У 70 больных в возрасте от 16 до 54 лет с искривлением перегородки носа произведена ее подслизистая резекция. Все больные до операции жаловались на за-

труднение носового дыхания, а также на головную боль (28), постоянные выделения из носа (19), снижение обоняния (14). Частые носовые кровотечения отмечались у 7 больных.

У большинства больных (64) искривление перегородки носа сочеталось с другими заболеваниями ЛОР-органов (риносинусопатия, хронический гипертрофический фарингит, хронический тонзиллит и т. п.). Состояние внутренних органов и систем у оперированных больных было в пределах возрастной нормы.

Проведение анестезии. За 30 мин до операции выполняли премедикацию путем инъекции под кожу 1 мл 2% раствора промедола и 1 мл 2,5% раствора пипольфена.

Больных оперировали в положении лежа. К слизистой оболочке перегородки носа плотно приставляли наконечник инъектора и осуществляли инъекцию.

На первых этапах работы слизистую оболочку полости носа перед инъекциями смазывали 3—5% раствором кокаина. Поскольку струйные инъекции сами по себе безболезненны, в дальнейшем раствор кокаина не применяли. С целью сокращения сосудов слизистой оболочки и уменьшения кровотечения применяли лишь смазывание 3% раствором эфедрина. При этом отмечались чувствительность при введении носовых расширителей во время операции, некоторая болезненность при выполнении тампонады полостей носа. Во избежание упомянутых явлений дискомфорта целесообразно производить однократное смазывание слизистой оболочки 3—5% раствором кокаина. Основное внимание при этом следует уделять обезболиванию латеральной стенки полостей носа.

Струйные инъекции осуществляли по всей площади предполагаемой отсепаровки слизистой оболочки с надхрящницей. Расстояние между точками инъекций было около 10 мм (рис. 39).

Для уточнения характера распространения раствора новокаина в тканях перегородки носа проведено рентгенологическое обследование 20 больных непосредственно перед операцией.

Вводили 1% раствор новокаина с 75% раствором уротраста в соотношении 1:2. Использовали наконечник, предназначенный для введения веществ в перегородку носа.

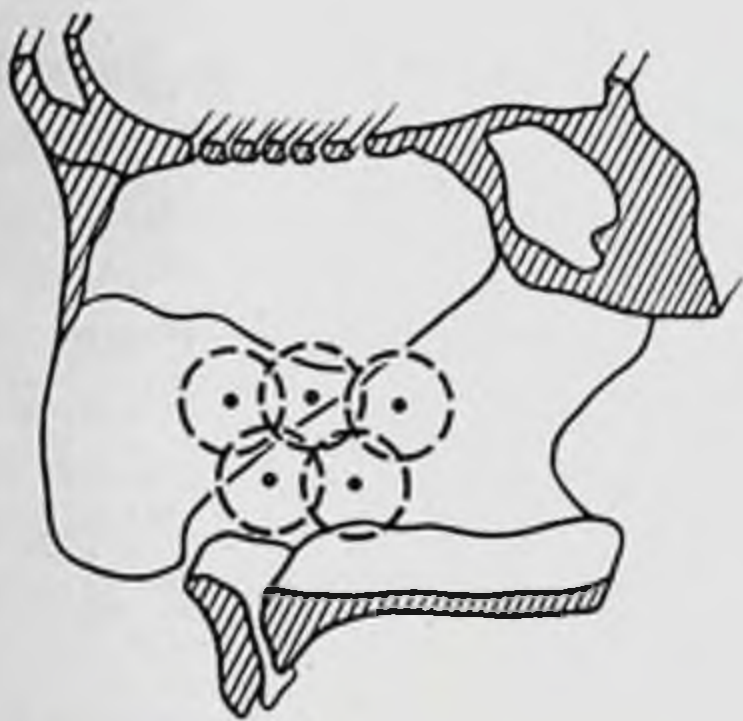


Рис. 39. Места введения анестезирующего вещества (показаны точками) при подслизистой резекции перегородки носа (пунктиром обозначена площадь анестезированного участка).

При рентгенологическом исследовании установлено: введение струйным способом 0,1 мл контрастного вещества вызывает образование неомогенной тени округлой или овальной формы диаметром 6—9 мм. Интенсивность тени контрастного вещества уменьшается к периферии. Струйное введение 0,2 мл вещества сопровождалось аналогичной картиной, но тень имела больший диаметр, 12—16 мм.

Для контроля аналогичные дозы контрастного вещества вводили в перегородку носа обычным шприцем. При введении в дозе 0,1 мл на месте инъекции появлялось возвышение точечных размеров. Рентгенологически также определялось точечное скопление вещества в виде гомогенной тени с четкими контурами диаметром около 3 мм. При инъекции вещества обычным шприцем в дозе 0,2 мл на рентгенограммах также наблюдалась гомогенная округлая или овальная тень размером 5—6 мм (рис. 40).

Полученные данные наглядно иллюстрируют, что при струйном введении вещество распределяется под надхрящницей и слизистой оболочкой перегородки носа более диффузно и на большей площади, чем аналогичные дозы, введенные обычным путем.

Раствор анестетика вводили в перегородку и дно полости носа с обеих сторон. Давление в рабочей камере инъектора было 30 ати. Применение модифицированного наконечника позволяло произвести анестезию всех отделов перегородки носа, несмотря на имеющиеся деформации (диаметр канала сопла 0,15 мм). В среднем для проведения анестезии требовалось 26—32 инъекции. Разовая доза анестезирующего вещества составляла 0,2 мл, общее количество — $5,8 \pm 0,2$ мл, что обеспечи-

Рис. 40. Распределе-
ние контрастного ве-
щества (0,2 мл) под
надхрящницей перегородки носа.

а — при введении обыч-
ным шприцем; *б* — при
введении безыгольным
инъектором.



вало полный охват анестетиком всей площади анестезируемых участков с обеих сторон.

Применяли 1% раствор новокаина, на 10 мл которого добавляли 0,5 мл 0,1% раствора адреналина. У двух больных с непереносимостью новокаина использовали 1% раствор лигнокаина.

После введения анестезирующего вещества из точечного отведения, как правило, появлялось несколько капель кровянистой жидкости. Поэтому инъекции начинали с нижних и более глубоких отделов полости носа, а затем переходили к передним и верхним.

Применение безыгольного инъектора значительно сокращало время проведения анестезии. Учет времени, затрачиваемого на проведение местной анестезии струйным способом, проведенный выборочно при 40 операциях, показал, что оно равно 3 мин. В то же время на анестезию при помощи шприца с иглой затрачивается в среднем 15 мин (40 определений в контрольной группе).

Струйные инъекции в перегородку носа были безболезненными. Это относится и к тем больным, у которых в полости носа не проводилось предварительной поверхностной анестезии. Незначительную кратковременную боль в момент инъекций в области дна полости носа отметили 59 больных (84,3%).

После одной инъекции наступала анестезия слизистой оболочки и надхрящницы перегородки в виде круга диаметром примерно 15 мм. Анестезия наступала практически мгновенно, что подтверждалось при исследовании болевой чувствительности иглой.

Небольшое количество анестетика, введенного струйным способом, не вызывало смещения слоев мягких тканей, и топографоанатомические соотношения в полости носа не изменялись.

Во время струйных инъекций нередко наблюдалось кратковременное истечение раствора анестетика в виде тонкой струи через входные отверстия предыдущих инъекций. Это явление можно объяснить образованием заполненного раствором анестетика промежутка между хрящом и надхрящницей. Такое гидравлическое отслоение слизистой оболочки и надхрящницы от подлежащего хряща способствовало облегчению операции и сокращало время последующей отсепаровки даже при резко деформированной перегородке носа травматического

происхождения. Операция по существу сводилась лишь к рассечению отдельных спаек соединительнотканых тяжей.

Анестезия во всех случаях была достаточной и не уступала таковой при использовании традиционного шприца. Продолжительность анестезии обеспечивала безболезненность при операции и в ближайшем послеоперационном периоде. В среднем она продолжалась 2—3 ч. Следует отметить, что все больные не могли указать точного времени ее прекращения. В ближайшем послеоперационном периоде больные не отмечали возникновения болезненности, а только чувство дискомфорта из-за тампонады носа.

Кровопотеря во время операции. Контингент больных с искривлением носа — в основном соматически здоровые лица молодого и среднего возраста с нормальными показателями свертывающей системы крови. Была предпринята попытка объективно оценить кровопотерю во время операции. Для этого использовали гравиметрический способ.

Аналізу выборочно подвергнуто 50 операций. Кровопотеря во время операции была условно разделена на три степени: незначительную — до 30 г, умеренную — от 30 до 60 г и значительную — 60 г и более. У большинства обследованных (47 больных) выделение крови во время операции было незначительным, у остальных 3 больных умеренным. В среднем кровопотеря составляла $18,6 \pm 1,5$ г. В контрольной группе, где операция была проведена под обычной местной анестезией, только у 20 больных кровопотеря была незначительной, у 23 умеренной и значительной у 7 больных. В среднем кровопотеря составляла $47,8 \pm 3,8$ г. Таким образом, струйный способ введения местных анестетиков способствует уменьшению кровопотери во время подслизистой резекции носа более чем в $2\frac{1}{2}$ раза по сравнению с операцией, проводимой под обычной игольной анестезией. Следует указать, что хотя объем кровопотери и при обычной анестезии небольшой, но даже то незначительное количество крови нередко затрудняет ход операции, в частности отсепаровку слизистой оболочки с надхрящницей, что не наблюдается при струйном введении раствора анестетика.

Осложнения. В одном наблюдении после струйной инъекции в передней части хрящевого отдела пе-

перегородки носа наблюдалось артериальное кровотечение в виде тоненькой струйки. После прижатия тампона к месту инъекции кровотечение прекратилось и дальнейшее осуществление анестезии и сама операция прошли без осложнений.

У 5 больных сразу после струйной инъекции в пределах хрящевого отдела перегородки носа появились отдельные внутрислизистые гематомы диаметром 5—8 мм. В послеоперационном периоде гематомы рассосались без каких-либо последствий.

Обычно после подслизистой резекции перегородки носа при осмотре слизистой оболочки и надхрящницы с обеих сторон не удавалось обнаружить каких-либо повреждений на местах инъекций. Однако у 7 больных, когда случайно происходил сдвиг наконечника во время инъекции или пациент делал резкое движение головой, наблюдались линейные порезы длиной до 5 мм. В ближайшем послеоперационном периоде порезы быстро заживали и на 4—5-й день после операции не обнаруживались.

Послеоперационный период. Течение ближайшего послеоперационного периода было гладким. Отек и инфильтрация слизистой оболочки полости носа, слизисто-сукровичные выделения были меньше, чем после операции под обычной анестезией.

Температура тела в послеоперационном периоде не превышала субфебрильных цифр, за исключением одного наблюдения.

С целью уточнения возможного действия струйных инъекций на трофику и состояние слизистой оболочки полости носа проведено исследование отдаленных результатов у 40 оперированных больных в сроки от 6 мес до 1½ лет после операции. Отмечен стойкий хороший результат. Дыхание через нос восстановилось, слизистая оболочка полости носа влажная и без признаков атрофии и вторичных перфораций.

Были проанализированы особенности анестезии, операции и послеоперационного периода у 70 больных с искривлением перегородки носа. Всем им по соответствующим показаниям была произведена подслизистая резекция перегородки носа под обычной местной инфильтрационной анестезией при помощи шприца с иглой.

Число больных в возрастных группах, соотношение мужчин и женщин в данной группе были практически

идентичны основной группе больных. Характер и частота сопутствующих ЛОР-заболеваний в этих группах также существенно не отличались.

На основании полученных данных установлено, что для достижения необходимого уровня анестезии требовалось около 30—40 мл 0,5% раствора новокаина. Инструментальная отсепаровка слизистой оболочки с надхрящницей и надкостницей была затруднена, часто сопровождалась разрывами. У четверти больных во время операции наблюдалось кровотечение, затрудняющее ее проведение.

У 17 больных в послеоперационном периоде отмечалась температурная реакция в пределах 37,5—38°C в течение нескольких дней, что потребовало проведения курса лечения антибиотиками или сульфаниламидами. У 3 больных, кроме выраженной температурной реакции (38,1—38,3°C), наблюдались сильные реактивные явления в полости носа, фибриновый налет на слизистой оболочке полости носа. Этим больным также был проведен курс антибиотикотерапии. Таким образом, послеоперационный период у больных контрольной группы был связан с выраженными реактивными явлениями в полости носа и общей реакцией организма, чего не наблюдалось у больных, оперированных под местной анестезией при помощи безыгольного инъектора.

* *
*

Уже первые клинические наблюдения показали определенные преимущества безыгольного способа введения местных анестетиков при хирургических вмешательствах в оториноларингологии. Важным положительным психологическим фактором являлось отсутствие иглы—больные не испытывали страха перед уколом. Особенно отчетливо это проявилось в детской клинике, что позволяло проводить анестезию в спокойной обстановке.

Во время клинических исследований была подтверждена безболезненность струйных инъекций. При обезболивании мягких тканей верхней челюсти перед радикальной операцией на верхнечелюстной пазухе только 3 из 47 больных отметили незначительную болезненность в момент инъекций. Однако 59 из 70 больных чувствовали незначительную кратковременную боль в момент инъекций, осуществляемых в дно полости носа пе-

ред подслизистой резекцией перегородки носа. Это можно объяснить высокой чувствительностью надкостницы небной кости и небного отростка верхней челюсти.

Высокая производительность безыгольных инъекторов сокращает время, затрачиваемое на анестезию. Проведенный хронометраж показал, что анестезия перед тонзиллэктомией и радикальной операцией на верхнечелюстной пазухе наступает через 1—2 мин, а перед резекцией перегородки носа — через 3—4 мин. В то же время установлено, что на анестезию при помощи шприца с иглой в контрольных группах уходило соответственно 4—7 и 15 мин.

Адекватная анестезия при тонзиллэктомии достигается безыгольным введением 4 мл, а при обычной игольно-шприцевой анестезии 30 мл раствора новокаина. При радикальной операции на верхнечелюстной пазухе расход анестетика составляет соответственно 3—4 и 15—20 мл, а при подслизистой резекции перегородки носа — 6 и 20—30 мл. В среднем это в 5—8 раз меньше объема раствора, вводимого при этих операциях с использованием шприца.

После введения столь незначительного количества раствора анестетика практически не меняются топографические взаимоотношения тканей, сохраняется хорошая обзорность операционного поля, что особенно важно при подслизистой резекции перегородки носа. Кроме того, наблюдался феномен гидравлического отслоения надхрящницы со слизистой оболочкой при подслизистой резекции перегородки носа и слизистой оболочки пазухи при радикальной операции на верхнечелюстной пазухе. Это значительно облегчало и сокращало время инструментальной отсепаровки при этих операциях. Можно сделать вывод, что кинетическая энергия струи, которая в обычных условиях расходует-ся на проникновение вещества в глубину, в данных случаях способствует более широкому распределению вещества над твердой поверхностью кости или хряща.

Во время всех операций анестезия была качественной и не уступала таковой при использовании для введения раствора новокаина обычного шприца. Продолжительность ее обеспечивала безболезненность как самой операции, так и ближайшего послеоперационного периода.

После осуществления струйных инъекций наблюда-

лось истечение незначительного количества крови или кровянистой жидкости, которое многими авторами считается обычным для струйной инъекции. Поэтому нельзя безоговорочно согласиться с мнением А. А. Воробьева, И. Л. Некрасова, Л. Ф. Бандакова (1972), Н. Spiess, D. Luders (1964) и др., что применение безыгольных инъекторов предотвращает возможность передачи «шприцевых» инфекций. Такое положение может иметь место при использовании инъекторов для одноразового введения вакцинных препаратов. При осуществлении инъекций анестетиков на небольшом участке слизистой оболочки наконечник инъектора неизбежно входит в контакт с кровью и тканевой жидкостью. Это выдвигает требование обязательной смены наконечника перед каждой следующей операцией.

У 43 из 168 больных (25,6%) наблюдалось развитие внутри и подслизистых гематом размером 1—10 мм. По данным П. Н. Бургасова, Н. С. Гарина (1964), В. С. Гигаури, Б. В. Смолярова (1976), S. Epstein (1971), небольшое кровотечение из места инъекции наблюдается в 5—7% случаев, а возникновение гематом до 0,26% случаев. Значительно больший процент гематом на месте инъекции, по данным наших наблюдений, может быть объяснен различием в областях введения. Упомянутые авторы исследовали в основном особенности струйных инъекций, осуществленных в кожу, подкожную клетчатку, мышцы, а приведенные ранее наблюдения касаются более тонких и богато кровоснабжаемых тканей полости рта, глотки и носа.

У 19% больных (10,8%) отмечались небольшие порезы слизистой оболочки длиной до 5 мм. Их возникновение было связано со смещением наконечника инъектора в момент инъекции. Наши исследования [Гигаури В. С., 1972], а также исследования M. Ziff с соавт. (1956) показали, что повреждения такого характера могут быть более значительными. Поэтому необходима тщательная фиксация наконечника в момент инъекций и ознакомление каждого пациента со звуком работы инъектора перед началом анестезии.

У оперированных под местной анестезией, выполненной при помощи безыгольного инъектора, послеоперационный период выгодно отличался от обычно наблюдаемого при использовании шприцевого способа введения местных анестетиков.

Таким образом, безыгольный способ введения местных анестетиков является полезным дополнением к методам местной анестезии в оториноларингологии. Он облегчает проведение анестезии, самой операции и улучшает течение послеоперационного периода.

6.2.3 Применение безыгольных инъекторов для проведения местного обезболивания в других областях медицины

Инъекторы были применены для целей местной анестезии при хирургических вмешательствах по поводу различных травм. Традиционно анестезию в этих случаях проводит хирург. Исследования осуществлены совместно с доктором Б. Г. Захаровым в городской клинической больнице скорой помощи Свердловска.

Безыгольный способ проведения местной анестезии применен у 216 больных, которым осуществлено более 3000 инъекций.

В зависимости от локализации травмы и хирургического вмешательства больные были подразделены на три группы. Первую группу составили больные (99 человек), которым проведены хирургическая обработка ран головы и трепанация черепа; 2-я группа — это больные (61 человек), которым оказана хирургическая помощь при переломах ребер, ключицы, голени, лодыжек; в 3-ю группу вошли больные (25 человек), которым оказана хирургическая помощь при различных повреждениях кисти.

В 1-й группе были пострадавшие, локализация ран у которых была различной: лобная область, лобно-теменная, лобно-височная, теменная, затылочная. Ушибленных ран было 92%, резаных — 8%. Раны, проникающие до апоневроза, составляли 63%, проникающие до кости — 37%. Размеры ран варьировали в пределах от 0,2×2,5 до 1,5×22 см.

Инъекции новокаина (0,5—2% раствора) осуществлялись вдоль края раны на расстоянии от нее 0,5; 1; 1,5; 2; 3 см и на расстоянии 1,5—2,5 см друг от друга.

Время, необходимое для осуществления инъекций, составило от 10 с до 4 мин (в зависимости от размера и количества ран). При инъекции анестетика на расстоянии менее 1 см от края раны часть препарата изливалась в рану, т. е. отмечалась потеря препарата. Если

препарат вводили на 1—2 см от края раны, во всех случаях инъекция была полноценной, хорошо вводимой на глаз с инфильтрацией тканей по типу лимонной корочки. Хорошо прослеживается место введения в виде точечного дефекта, откуда отмечено выделение небольшого количества кровянистой жидкости. Анестезия участка раны была адекватной и по степени выраженности не уступала таковой при использовании игольного шприца.

При инъекциях на расстоянии 3 см от края раны анестезия участка инъекции также наступала, однако анестезия раны в этих случаях была недостаточной. Эффективным было применение всех указанных концентраций новокаина. Продолжительность анестезии в зависимости от концентрации анестетиков составила 1½—2½ ч. В ряде случаев последующие разрезы позволяли контролировать распределение анестетика в мягких тканях головы. Новокаин инфильтрировал кожу, подкожную клетчатку, мышцы и проникал до надкостницы.

Сами инъекции в большинстве случаев были безболезненными, иногда отмечалось ощущение толчка или распираания. Слабая болезненность отмечена при инъекциях в височных и лобных областях.

В 2 случаях наблюдали кровотечение из места инъекции при ушибленных ранах с большими гематомами. Количество анестетика затраченное на 1 см протяженности раны,— 2,5 мл. Анестезия во всех случаях была высокоэффективной.

Эффективным было проведение анестезии и при трепанации черепа. Приводим выписку из протокола операции.

Больной С., 37 лет, поступил в клиническую городскую больницу скорой помощи Свердловска с диагнозом: открытый вдавленный перелом теменной области слева. Сознание сохранено. Реакция на боль четкая. Произведена операция: хирургическая обработка раны, трепанация черепа под местным обезболиванием 1% раствором новокаина; инъекции осуществлены в два ряда вокруг перелома на расстоянии 2 см друг от друга. Всего затрачено 20 мл препарата. Операция начата сразу. Обработка раны и трепанация безболезненны.

Анестезия с помощью безыгольных инъекторов при обработке ран головы намного легче, удобнее, чем с помощью шприца. Это обусловлено спецификой внедрения и распределения вещества в тканях при струйном

способе. Показания к применению струйного способа для проведения анестезии в области головы можно считать абсолютными.

Больным 2-й группы оказывалась хирургическая помощь при переломах ребер, ключицы, костей конечностей, производилась хирургическая обработка ран голени и бедра.

При переломах ребер инъекции 2% раствором новокаина осуществлялись на 1,5 см латеральнее околопозвоночной линии под ребром — 4 мл и в места перелома ребер — от 3 до 6 мл. Из мест введения отмечено незначительное выделение кровянистой жидкости. Сами инъекции были либо совершенно безболезненны, либо малоболезненны. Анестезия наступала через 4—5 мин и продолжалась 3—5 ч. Через 10—15 мин у больных уменьшалась одышка, нормализовались артериальное давление и пульс. Особенно четко это отмечалось у больных с множественными переломами ребер.

При переломах ключицы вводили 2% раствор новокаина в две точки по 4—5 мл в каждую. Анестезия отмечалась на 4-й минуте и продолжалась около 2 ч. Репозиция была малоболезненна.

При переломах голени, так же как и при переломах предплечья, осуществляли инъекции в места переломов — по 16—20 мл 2% раствора новокаина. Отмечалась небольшая болезненность, однако гораздо меньшая, чем при применении иглы. Из мест введения выделялось умеренное количество кровянистой жидкости. Анестезия наступала на 3—4-й минуте, продолжительность ее была 1½—2 ч.

При переломах лодыжек осуществляли введение 2% раствора новокаина в места переломов в нескольких точках.

Что касается проведения местной анестезии при хирургической обработке глубоких ран голени бедра, то в данном случае эффект анестезии был недостаточным, а само проведение анестезии неудобным.

Для проведения анестезии в 3-й группе применяли безыгольный инъектор БИ-3 с удлинителем и каналом сопла диаметром 0,12 мм. В качестве анестетика использовали 1% и 2% растворы новокаина в дозах от 0,1 до 1 мл.

При наличии ран пальцев без повреждения костей и сухожилий 1% или 2% раствор новокаина вводили по

методу Оберста — Лукашевича — по 3 мл с каждой стороны. Если имелись раны тыльной или ладонной поверхности кисти, новокаин вводили на расстоянии 0,8—1 см от края раны. Инъекции осуществляли на расстоянии 1,5 см друг от друга.

Больной Ш., 36 лет, 12.04.76 г. доставлен после автомобильной катастрофы с диагнозом: сотрясение головного мозга, ушибленные раны IV—V пальцев левой кисти размером 1,5×0,2 и 2,5×0,3 см, проникающие до мышц. Ушибленная рана поверхности левой кисти 3×0,3 см также проникает до мышц. Проведено обезболивание пальцев по Оберсту — Лукашевичу 1% раствором новокаина по 2 мл с обеих сторон, обезболивание раны латеральной поверхности — инъекции 1% раствора новокаина в края раны. Анестезия наступила через 1½—2 мин и продолжалась 1½ ч. Хирургическая обработка безболезненная.

При наличии повреждения сухожилий костей пальцев дополнительно вводили в межпальцевые промежутки 1—2 мл новокаина и в некоторых случаях осуществляли проводниковую анестезию срединного и лучевого нерва.

При переломе ладьевидной кости и вывихе большого пальца правой кисти 1% раствор новокаина вводили в место перелома и вывиха — анестезия была достаточной. Во время инъекций иногда отмечалась незначительная болезненность. Из инъекционных точек выделялось небольшое количество кровянистой жидкости. Анестезия наступала через 2—3 мин.

Сенсография, проведенная у 14 пострадавших, показала, что порог болевой чувствительности на высоте анестезии увеличивается в 2—5 раз.

Отмечен ряд особенностей струйных инъекций: незначительная кровоточивость из места введения препарата и умеренная кровоточивость при инъекциях в область гематомы; в некоторых случаях умеренная болезненность при инъекциях, хотя меньшая, чем при использовании иглы. При первичной хирургической обработке ран безыгольные инъекторы имеют решающие преимущества перед традиционным шприцем. Это возможность проведения большего числа операций в единицу времени, уменьшение требуемого количества новокаина, быстрое наступление анестезии, возможность более резкой стерилизации инъектора и т. п.

Значительно более удобным было применение инъекторов вместо шприцев для введения столбнячного анатоксина.

Инъекторы применяли также для проведения местной анестезии при операциях иссечения эпителиально-копчикового хода, анального полипа и анальной трещины, а также при перевязках в послеоперационном периоде (исследования проведены в Научно-исследовательской лаборатории проктологии с клиникой МЗ РСФСР совместно с Ю. В. Дульцевым и Т. В. Галкиной).

Методика применения инъектора обычная. Новокаин вводили в крестцово-копчиковую область и перинальную зону. Инъекции во всех случаях были безболезненны. Для обезболивания кожи и подкожной клетчатки требовалось в среднем 20—35 мл 0,5% раствора новокаина. Во всех случаях эффект наступал через несколько секунд. В ряде случаев анестезия была достаточной для проведения небольших операций.

Больному Г., 25 лет, произведено иссечение эпителиального копчикового хода. Для анестезии кожи и подкожной клетчатки введено 15 мл 0,5% раствора новокаина. Образовалась четко выраженная «лимонная корочка». Затем при новом режиме работы инъектора произведено 10 внутримышечных инъекций в наиболее болезненные точки (под пресакральную фасцию). Вводили несколько доз новокаина в одну и ту же точку, не отрывая инъектор от кожи. Сразу после этого произведен послойный разрез кожи и подкожной клетчатки длиной 10 см до пресакральной фасции. Больной не отметил болезненности ни при введении новокаина, ни в момент разреза кожи и подкожной клетчатки. Эпителиальный копчиковый ход иссечен. Послеоперационное течение гладкое.

Однако проведение анестезии глубоко расположенных тканей при помощи инъектора оказалось неудобным, анестезия наступала лишь на глубине 2—3 см. Поэтому при необходимости дополнительно вводили анестетик при помощи обычного шприца.

Применение инъекторов для анестезии при перевязках больных в раннем послеоперационном периоде было эффективным. Инъекции при «внутрикожном режиме» проводили вокруг ануса в 6—12 точках. Применяли 2% раствор новокаина в разовой дозе 0,2 мл или 0,5% раствор в дозе 0,5—1 мл. Общее количество введенного новокаина от 2,5 до 5 мл. В 2 случаях во время внутрикожной инъекции при неплотном прижатии наконечника к коже отмечены его соскальзывание и порез длиной до 5 мм, при этом выделилось несколько капель крови. Каких-либо серьезных осложнений, свя-

занных с применением безыгольных инъекторов, отмечено не было.

Специально была изучена возможность использования этого способа в офтальмологической практике [Гигаури В. С., 1977, и др.]

Полученные в эксперименте данные (см. главу 1) явились основой для использования инъекторов в клинике. Клинические исследования проведены на кафедре глазных болезней (зав. кафедрой — проф. Н. Б. Шульпина) ЦОЛИУВ МЗ СССР. Инъекторы с пружиной силой 24 кгс применяли для местной анестезии области век при экстирпации халазиона, удалении и электрокоагуляции папиллом и др. Во всех случаях отмечено полное введение новокаина. Обезболивание наступало через несколько секунд. Анестезия, достаточная для проведения таких операций, как удаление папиллом и экстирпация халазиона, достигалась при разовой дозе новокаина 0,1—0,2 мл. В зависимости от вида оперативного вмешательства одному больному проводили от 1 до 6 безболезненных инъекций. В месте введения вещества возникало точечное отверстие, из которого выделялось 1—2 капли кровянистой жидкости. Осложнений при этом не отмечалось. Только в одном случае развилась подкожная гематома; послеоперационных осложнений, связанных со способом анестезии, также не наблюдалось.

Таким образом, клиническое применение безыгольных инъекторов в офтальмологической практике выявило их некоторые преимущества перед традиционным игольным шприцем. Удобство работы с инъектором и сохранение его стерильности в течение длительного времени позволили отказаться от помощи среднего медицинского персонала. Этому обстоятельству мы придаем решающее значение при массовых поражениях глаз. Быстрота осуществления инъекций и простота методики привели к значительному сокращению времени оперативного вмешательства. Важно, что адекватная анестезия наступала от доз новокаина в 2—3 раза меньших, чем при применении обычного шприца. Существенную роль играет также тот факт, что у больных отсутствовал страх перед уколom.

Отмеченные преимущества безыгольных инъекторов позволяют рекомендовать их для применения в офтальмологической практике.

Глава 7

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗЫГОЛЬНЫХ ИНЪЕКТОРОВ В ХИРУРГИИ

7.1. ПРИМЕНЕНИЕ ИНЪЕКТОРОВ ДЛЯ БЕСШОВНОГО СОЕДИНЕНИЯ ТКАНЕЙ

Если рассечение тканей во время операции не представляет особой сложности, то совершенствование способов их соединения является одним из важных факторов, определяющих развитие хирургии.

Общим недостатком лигатурного и скобочного способов соединения тканей являются деформация тканей в результате сдавливания их шовными материалами, сквозных проколов, развитие локальной ишемии в участках шва, где должны быть усилены репаративные процессы, и т. п. Кроме того, соединение тканей лигатурами всегда связано с большим количеством точных и тонких движений и значительным промежутком времени, необходимым для наложения шва. Известно, что ручные анастомозы, герметичные по отношению к жидкостям и газам, в первые дни всегда биологически недостаточны. Сшитые воспаленные ткани проницаемы для кишечной микрофлоры, которую высевали из брюшной полости до периода полного запаивания анастомозов.

Одним из наиболее важных аспектов усовершенствования кишечного шва является повышение его герметичности для предупреждения проникновения микрофлоры из просвета кишки в брюшную полость.

В последнее время внимание хирургов привлекли клеи медицинского назначения. Применение этих веществ по сравнению с классическими шовными материалами имеет ряд преимуществ: быстрота соединения тканей, герметичность клеевого шва, удобство работы в областях, труднодоступных для других видов соедине-

ния тканей, расширение возможностей операции на паренхиматозных органах, а также аутостерильность клея, его рассасываемость и т. д.

Наиболее сложные виды склеивания тканей — это не просто склеивание одно- или разнородных тканей (например, подклеивание сальника к печени), а соединение тканей, которое делает орган функционально полноценным.

С 1961 г. в литературе стали появляться первые сообщения о применении клея при экспериментальных операциях, а в единичных случаях — и в клинике. Несмотря на положительные отзывы, способ широкого распространения пока не получил.

До настоящего времени нет единого мнения о сроках фиксации тканей клеем. А. А. Вишневский (1968), изучая динамику прочности клеевых соединений при склеивании различных тканей организма клеем МК-2, пришел к выводу, что прочность достигает наибольшей величины в течение 5—10 мин, а затем прогрессивно падает.

По данным Г. В. Митьковой (1970), клеевой шов сохраняет герметичность в течение 24—48 ч с момента наложения. За это время успевает образоваться первичная спайка, обеспечивающая герметизм в условиях резкого падения прочности клеевого соединения.

Не выяснены вопросы надежности клеевого шва.

Во ВНИИК и ЭХ МЗ СССР разработана принципиально новая методика [Петровский Б. В. и др., 1972] применения биологического клея. Особенностью его является применение безыгольного инъектора, который позволяет не только наносить клей на поверхность раны, но и одновременно частично вводить его в толщу ткани. При этом были использованы данные экспериментов об особенностях распространения веществ в различных органах и тканях (см. главу 2). Таким образом, склеивание тканей, обусловленное физико-химическим процессом, усилено механической фиксацией.

Применяли модифицированный инъектор БИ-1 (см. главу 3) и отечественный медицинский клей МК-6.

Методика работы с безыгольным инъектором БИ-1 заключалась в следующем. Клей МК-6 заливали в цилиндр из шприц-тюбика; несколькими взведениями ручки инъектора производили прокачку для удаления воздуха из полостей инъектора.

В предварительных экспериментах на кишечнике было установлено, что при использовании многоканального сопла, разовой дозы клея 0,1 мл и пружины силой 12 кгс клей проникал на глубину 0,1—0,3 мм, субсерозно распространяясь в виде бляшек диаметром до 2 мм. При применении пружины силой 16 кгс отмечалось проникновение клея на глубину 2—3 мм, до подслизистого слоя, а при пружине силой 22,5 кгс клей проникал в просвет кишки.

Результаты данных экспериментов позволили подобрать оптимальные параметры применения клея МК-6 с помощью безыгольного инъектора для бесшовного соединения тканей в хирургии желудочно-кишечного тракта: инъектор БИ-1 с пружиной силой 12 кгс, многоканальное сопло типа «душ» с 2—4 отверстиями диаметром 0,15 мм каждое. Инъекции клея МК-6 необходимо осуществлять с расстояния 3—4 мм над соединяемой поверхностью и при перпендикулярном к ней расположении инъектора.

В ряде случаев удобным оказалось применение удлинителей, изогнутых под углом 90—160° и длиной от 5 до 15 см.

Следует обратить внимание на особенности работы с клеем. Очищение инъектора от клея водой и его стерилизация кипячением или автоклавированием оказались непригодными, так как при контакте с водяными парами клей быстро полимеризовался.

Можно рекомендовать следующую методику стерилизации. Все части безыгольного инъектора до и после операции тщательно промывают ацетоном или спиртом, являющимся растворителем клея МК-6, высушивают насухо. Помещают инъектор в шкафчик с парами параформа для стерилизации. Стерилизацию проводить в течение часа.

Для обеспечения постоянной стерильности инъектора и использования в экстренной хирургии целесообразно его постоянное нахождение в парах параформа.

В результате соприкосновения головки инъектора с кровью возможны полимеризация клея и загрязнение сопла. В этих случаях сопло необходимо тут же очистить, протерев его марлевым тампоном, смоченным в ацетоне или спирте.

Для применения клея в абдоминальной хирургии необходимо было изучить характеристики клеевого соеди-

нения. С этой целью сопоставляли прочностные свойства швов, полученные на кишечнике лигатурным способом, смазыванием клеем МК-6 и нанесением его при помощи безыгольного инъектора.

Эксперименты проведены на 39 кроликах. Под наркозом (фентанил, дроперидол — по 2 мл дробно внутримышечно) производили верхнесрединную лапаротомию. В рану выводили желудок, толстую кишку. Вскрытия просвета органов не производили. Накладывали лигатурный серо-серозный шов. Применяли атравматическую иглу с нитью 4/0. Швы накладывали между телом желудка и стенкой толстой кишки. Шов по длине составлял 20 мм, шаг между стенками — 2 мм.

Для склеивания использовали биологический клей МК-6. Подготовка тканей перед склеиванием заключалась в обработке их спиртом и эфиром.

Склеивание серозных оболочек желудка в антральном отделе со стенкой толстой кишки осуществлялось нанесением на каждую из них по 1 капле клея МК-6 на площади 1 см² непосредственно из ампулы с последующим прижатием их в течение 2—3 мин. Склеивание серозной оболочки желудка в области его дна со стенкой толстой кишки при помощи инъектора производилось путем инъекции на каждую из склеиваемых поверхностей по 0,2 мл клея МК-6 на площади 1 см².

Для контроля за эффективностью швов соединенные ткани выделяли из организма спустя 10 мин, затем через 1, 3, 7, 10, 14 и 30 сут после склеивания. На прочность швы испытывали путем приложения растягивающей нагрузки до 2 кг на разрывной машине со скоростью движения зажимов 20 мм/с. За показатель прочности принималась величина (в граммах), зафиксированная на шкале в момент разрыва выделенного белка.

В зависимости от способа наложения шва осуществлялись следующие серии вмешательств [Кешелава В. В., 1977].

I серия: серо-серозное соединение передней поверхности желудка со стенкой толстой кишки лигатурным швом (21 эксперимент);

II серия: серо-серозное соединение передней поверхности желудка со стенкой толстой кишки смазыванием клеем МК-6 (35 экспериментов);

III серия: серо-серозное соединение передней поверхности желудка со стенкой толстой кишки клеем

Максимальная нагрузка в %

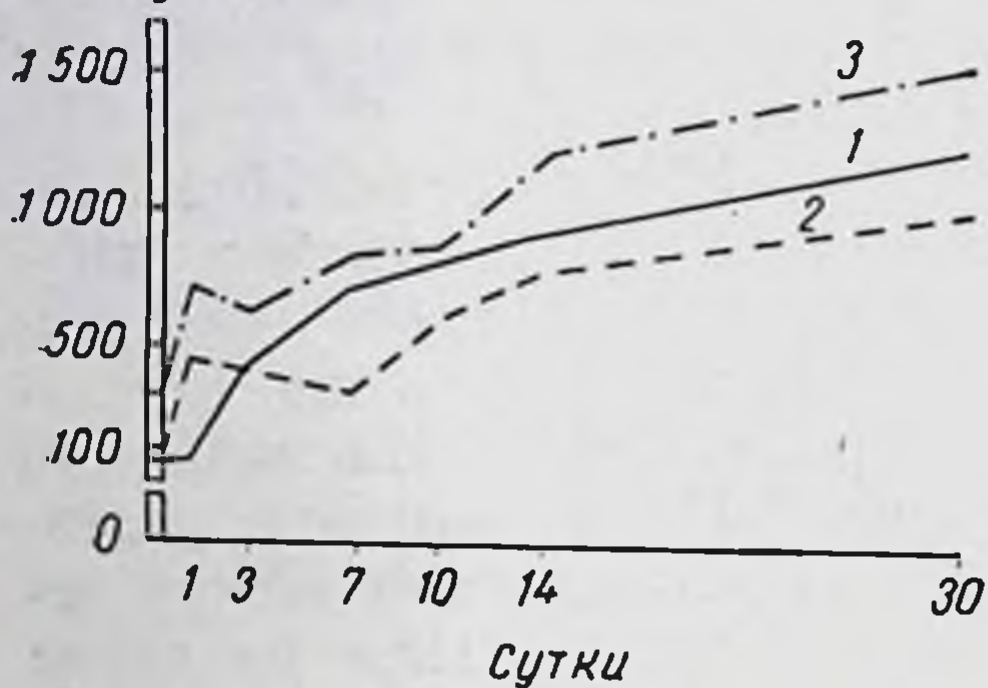


Рис. 41. Динамика прочности различных видов швов. 1 — лигатурного; 2 — полученного при простом смазывании поверхностей клеем МК-6; 3 — полученного нанесением при помощи безыгольного иньектора клея МК-6.

МК-6, наносимым при помощи безыгольного иньектора (35 экспериментов).

Всего изучено 91 соединение.

В I серии экспериментов было отмечено, что лигатурный шов имел исходную прочность (на разрыв) 90 г. Через сутки прочность шва составила 100 г, на 3-и сутки — 660 г. В дальнейшем прочность шва умеренно возрастала и через 30 сут стала 1220 г. В процентном отношении это составило 1355,5%. При испытании образцов в течение первых 3 сут разрушение соединения происходило по шву, а на 7-е сутки и далее наблюдали отрыв серозной оболочки толстой кишки вне шва.

Во II серии шов, полученный при смазывании склеиваемых поверхностей клеем МК-6, имел исходную прочность 143 г. Через сутки прочность шва составила 514 г, на 7-е сутки — 446 г. Прочность шва через 10 сут была уже 600 г и на 30-е сутки — 948 г. В процентном отношении это составило 673,4. При испытании образцов в течение первых 3 сут разрушение происходило по шву, а на 7-е сутки и позже отмечали отрыв серозной оболочки толстой кишки вне зоны клеевого соединения.

В III серии экспериментов шов, полученный клеем МК-6, наносимым при помощи безыгольного иньектора, имел исходную прочность 348 г. Через сутки прочность составила 694 г, а через 3 сут — 588 г. На 7-е сутки шов имел прочность 722 г, которая в дальнейшем сроки возрастала и через 30 сут стала 1486 г. В процентном отношении это составило 427 (рис. 41). Отрыв серозной оболочки толстой кишки независимо

от сроков наблюдения происходил вне зоны клеевого соединения.

Сводные данные максимальных нагрузок на швы приведены в табл. 11.

Таблица 11

Сравнительная характеристика нагрузок на швы (в граммах) в зависимости от способа их наложения

Сроки наблюдения, сутки	Прочность при сдвиге в граммах		
	I серия—лигатурный шов	II серия—клеевой шов при смазывании	III серия— клеевой шов с инъектором
Исходная	90	143 ± 39	368 ± 80
1	100	514 ± 14	694 ± 19
3	660	452 ± 27	588 ± 13
7	710	446 ± 11	722 ± 18
10	820	600 ± 9	745 ± 5
14	960	748 ± 5	1184 ± 7
30	1220	948 ± 6	1486 ± 11

Анализируя эти результаты, можно констатировать хорошее срастание соединяемых тканей.

При использовании для соединения тканей лигатур (I серия) было отмечено, что формирование шва происходит в условиях постоянного повышения прочности соединения. Прочность в сравнении с исходной увеличилась через сутки в 1,1 раза, через 3 сут — в 7,3 раза, через 30 сут — в 13,5 раз.

Формирование шва, полученного при смазывании клеем МК-6, также происходило в условиях повышения прочности соединения. Через сутки прочность шва в сравнении с исходной увеличивалась в 3,6 раза. На 3—7-е сутки отмечалось некоторое падение прочности соединения, однако по сравнению с исходной она была выше в 3,1 раза. На 10-е сутки вновь отмечено повышение прочности шва, превышающей исходную в 4,2 раза. Через 30 сут шов имел прочность, в 6,6 раза превышающую исходную.

Падение прочности клеевого соединения на 3—10-е сутки можно объяснить развитием асептического воспаления и физико-химическими процессами, происходящими в клеевом соединении.

В динамике состояния шва, полученного нанесением клея при помощи безыгольного инъектора, также отмечено повышение прочности соединения. Прочность шва в сравнении с исходной через сутки увеличилась в 1,6 раза. На 2-е сутки, так же как и во II серии, наблюдали некоторое падение прочности клеевого соединения, однако в сравнении с исходной прочностью увеличивалась в 1,5 раза. На 7-е сутки прочность шва по сравнению с исходной увеличилась в 1,7 раза. В дальнейшем прочность постоянно увеличивалась и через 30 сут превышала исходную в 4 раза.

Таким образом, прочность швов, полученная во II серии, нарастает менее интенсивно по сравнению с прочностью в I и III сериях. Данный факт, как мы предполагаем, связан со степенью микротравм тканей.

Во II серии экспериментов при простом смазывании склеиваемых поверхностей клеем микротравмы тканей нет. Это и объясняет равномерное и медленное нарастание прочности шва.

В I серии получение шва с помощью лигатур связано с незначительными микротравмами тканей, в результате чего и нарастание прочности происходит более интенсивно и скачкообразно, и шов имеет большую прочность в сравнении со швом, полученным во II серии.

В III серии при получении шва с помощью клея, нанесенного безыгольным инъектором, степень микротравмы больше, чем в I серии, и соответственно прочность нарастает еще более интенсивно. Шов имеет большую прочность, чем шов, полученный в I серии эксперимента. Следовательно, положительной стороной применения инъекторов для соединения тканей является не только увеличение прочности шва в сроки адгезии клея к тканям, но и в сроки развития репаративных процессов в них.

Исследования прочности «свежих» швов выявили большую прочность шва, полученного с помощью клея МК-6, нанесенного безыгольным инъектором, в сравнении со швом, полученным этим же клеем, но при смазывании, в 2,6 раза и в 4 раза превышающего прочность лигатурного шва.

Через сутки прочность клеевого шва с помощью инъектора была в 1,4 и 6,5 раза больше, чем лигатурного соответственно.

На 3-и сутки прочность клеевого шва, полученного с помощью инъектора, превышает прочность шва, полученного при смазывании клеем, и не уступает лигатурному шву.

На 3—7-е сутки в условиях повышения прочности соединения также выявлена большая прочность клеевого соединения при помощи инъектора. Через 10—30 сут прочность такого клеевого шва превышает прочность клеевого шва, полученного смазыванием, в 1,8 и в 1,5 раза — прочность лигатурного шва.

В сроки окончательного формирования швов была также отмечена большая прочность шва, полученного клеем МК-6, нанесенным при помощи инъектора, в сравнении с другими видами швов.

Важной стороной данного способа соединения тканей является возможность создания специального инструментария, удобного для работы в труднодоступных областях (например, в глубине раны и т. п.).

Следующим этапом исследования явилась попытка соединения тканей кишечника со вскрытием его просвета. Первые опыты оказались неудачными. Клеевое соединение было полноценным лишь в течение 2—4 сут. Предположили, что причиной этого является разрушающее действие на клеевое соединение кишечного содержимого.

С этой целью было проведено изучение воздействия желудочного и кишечного содержимого на этилцианакрилат, являющийся основой клея МК-2 и этоксиэтилцианакрилат — основу клея МК-6.

Изготавливали стандартные образцы полицианакрилатов (исследования проведены совместно с руководителем отдела полимеров медицинского назначения ВНИИИМТ МЗ СССР канд. хим. наук А. Я. Акимовой). Образцы выдерживали в буферных растворах с рН 9,2 и 1,7 при температуре 37°C в течение 7 сут.

Для изучения воздействия желудочного и кишечного содержимого на полицианакрилаты *in vivo* образец запаивали в полиэтиленовый пакет, в стенках которого предварительно были сделаны отверстия.

В экспериментах на кроликах через гастро- и энтеротомический разрез образцы вводили в просвет органа и фиксировали к передней его стенке. Извлекали их в различные сроки после операции и подвергали анализу.

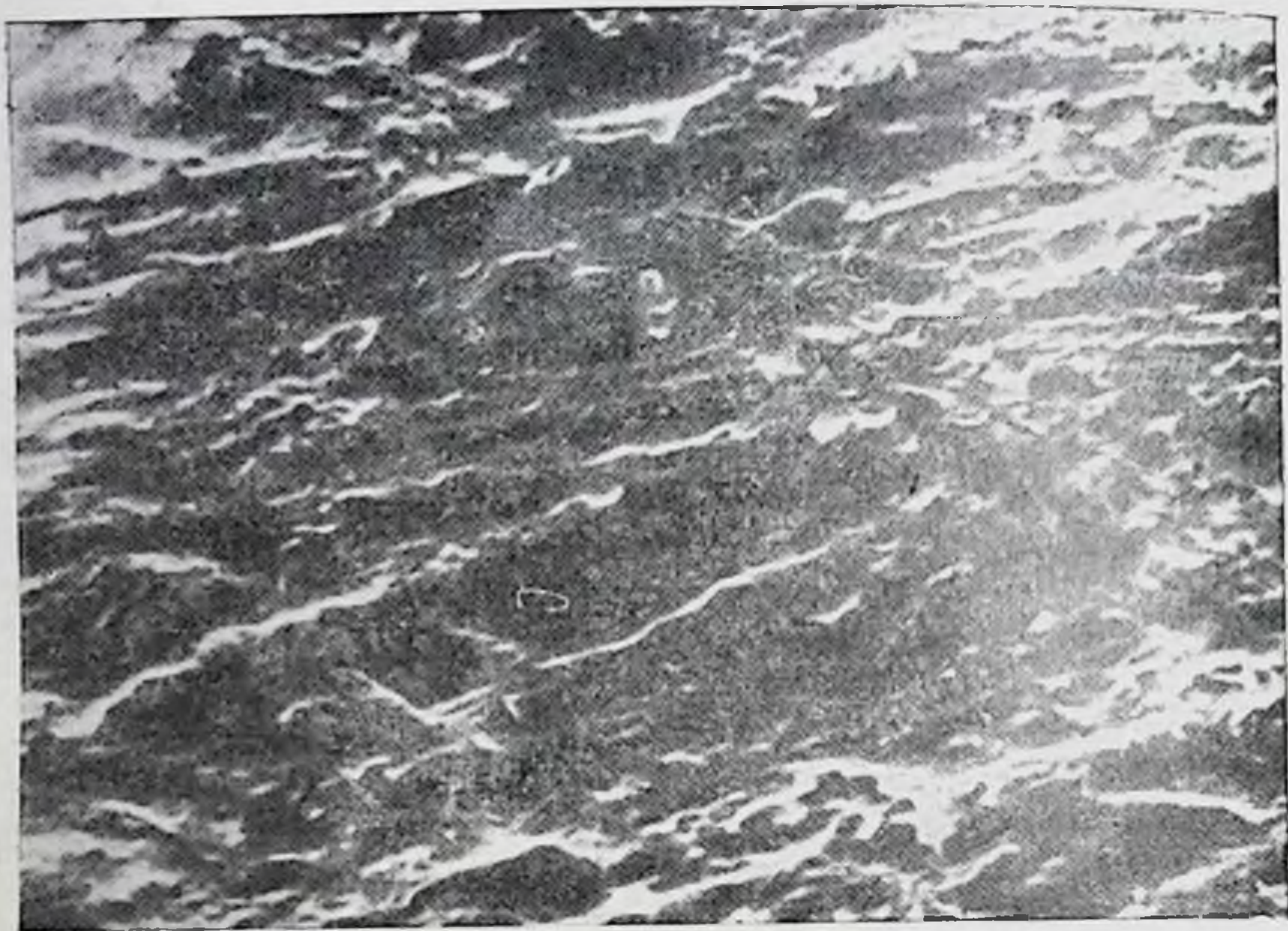


Рис. 42. Исходная поверхность ПЭЦА. Растровая электронная микроскопия. $\times 400$.

Всего изучено 46 образцов полицианакрилатов.

Исследования показали, что к воздействию модельной кислой среды полиэтилцианакрилат (ПЭЦА) устойчив. Набухание образцов незначительное и составляет около 2%. На протяжении 7 сут образцы сохраняют свою первоначальную жесткость и форму.

В тех же условиях предельное набухание полиэтоксидицианакрилата (ПЭЭЦА) отмечено на 3-е сутки и составило 10%. Через 3 сут образцы начали разрушаться, в них появились микротрещины.

Изучение поверхности образцов методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) показало, что образец ПЭЦА на 7-е сутки мало подвергнут деструкции, рельеф поверхности практически не изменен. ПЭЭЦА в тех же условиях подвержен значительному процессу деструкции, рельеф поверхности изменен большим количеством дефектов (рис. 42—44).

Изучение воздействия желудочного содержимого на образцы полицианакрилатов *in vivo* выявило устойчивость ПЭЦА за весь период наблюдения, в то время как масса образцов ПЭЭЦА быстро снижалась.

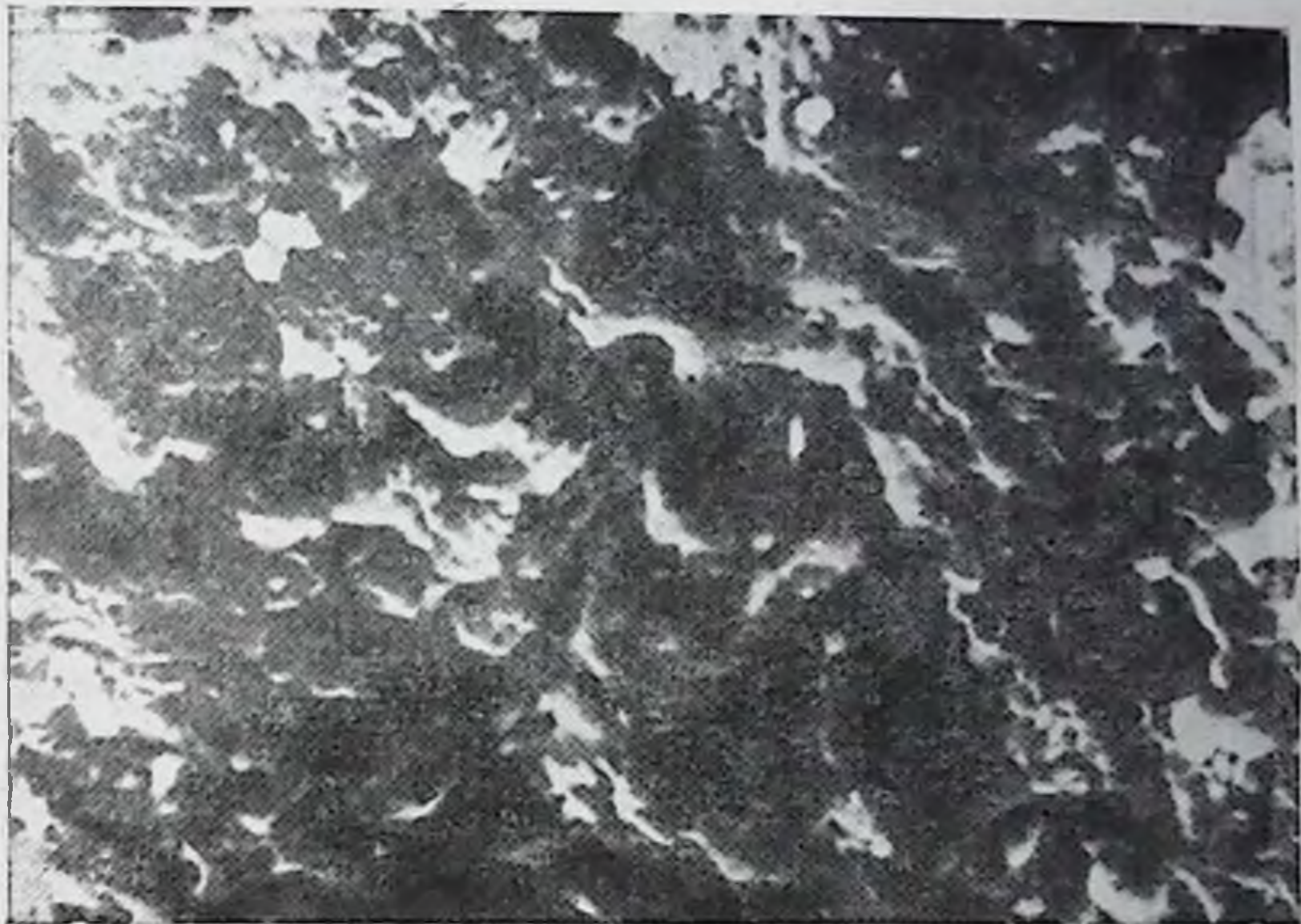


Рис. 43. Поверхность ПЭЭЦА. Образец подвергнут воздействию кислой модельной среды при рН 1,7 в течение 7 сут $\times 400$. Хорошо заметны измененный рельеф поверхности и множество точечных дефектов.

Поверхность образцов ПЭЦА изучали методом РЭМ в указанные сроки: рельеф ее был мало подвергнут деформации.

Разрушение ПЭЭЦА под воздействием желудочного содержимого, сопровождающееся уменьшением массы образцов, которого не наблюдалось при воздействии модельной и кислой сред, может быть объяснено действием ферментов, динамическими воздействиями на образец и др.

Таким образом, было показано, что ПЭЦА устойчив к воздействию модельных кислых сред и желудочного содержимого по крайней мере в течение 15 сут, в то время как образцы ПЭЭЦА уже через 3 сут начинают механически разрушаться.

В следующей серии исследований установили, что ПЭЦА устойчив к воздействию модельной щелочной среды. Набухание образцов из ПЭЦА незначительное и составляет около 1,5%. На протяжении 7 сут образцы сохраняли первоначальные жесткость и форму.

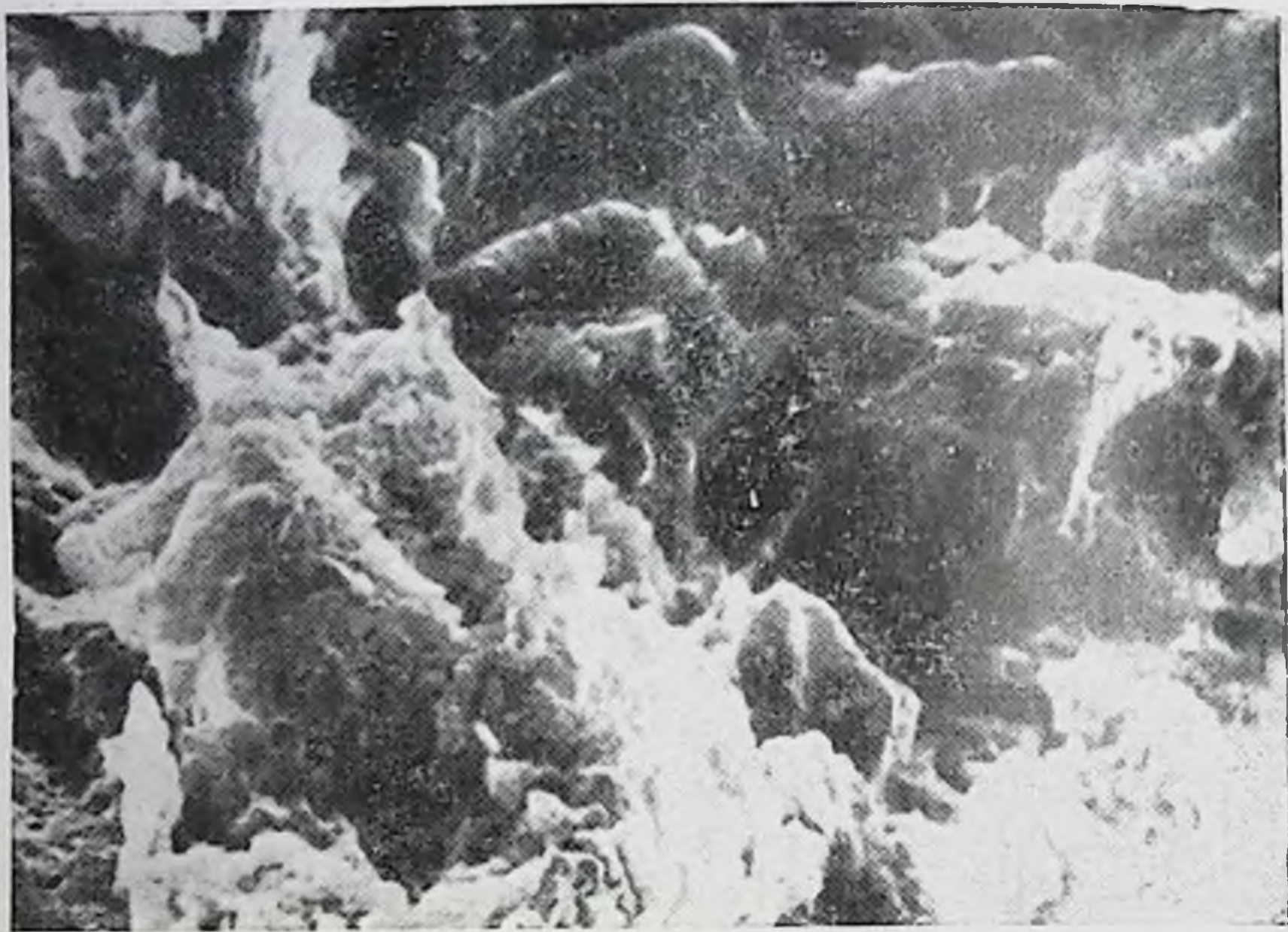


Рис. 44. Поверхность ПЭЭЦА. Образец подвергнут воздействию модельной щелочной среды при $\text{pH}=9,2$ в течение 7 сут. $\times 400$. Отчетливо видны глубокие полости вследствие деструкции полимера с выраженной пористостью структуры.

Образцы ПЭЭЦА в тех же условиях набухали и разрушались, причем оба эти процесса начинались уже с первых суток.

На 7-е сутки образцы настолько разрушаются, что определить их массу в сухом состоянии практически не представляется возможным.

Изучение структуры поверхности образцов методом РЭМ показало, что через 7 сут в щелочной среде (pH 9,2) на ПЭЭЦА отмечены значительное количество точечных дефектов и изменение рельефа поверхности. В тех же условиях поверхность ПЭЭЦА полностью разрушена. Видны глубокие полости, образовавшиеся в результате деструкции полимера, оставшаяся часть полимера приобрела ярко выраженную пористую структуру (см. рис. 44).

Изучение воздействия кишечного содержимого (pH 8,0) на образцы *in vivo* подтвердило устойчивость ПЭЭЦА. Во все сроки наблюдения уменьшения массы образцов не отмечено. В то же время масса образцов

ПЭЭЦА через 5 сут уменьшилась на 33%, а на 15-е сутки они были полностью разрушены.

Изучение поверхности полицианакрилатов методом РЭМ показало, что в результате воздействия кишечного содержимого на ПЭЦА и ПЭЭЦА в сроки до 5 сут отмечались значительные изменения рельефа поверхности образцов обоих адгезивов. Степень разрушения ПЭЭЦА отличается своей качественной картиной: поры расположены компактно по концентрированным областям с потерей механической прочности.

Таким образом, при воздействии щелочной среды как *in vitro*, так и *in vivo* ПЭЦА изменяется несущественно, а ПЭЭЦА начинает разрушаться в первые же сутки после воздействия. Практически это означает, что при контакте клеевого соединения с желудочным или кишечным содержимым должен быть применен клей МК-2, а не МК-6.

Первые эксперименты с использованием клея МК-2 для закрытия культи тонкой кишки оказались удачными. Расхождения соединения ни в одном из 10 случаев отмечено не было.

Одновременно было подтверждено, что МК-2 вызывает значительно более выраженную местную реакцию, чем клей МК-6.

Учитывая также большую токсичность клея МК-2, было решено изучить возможность применения клея МК-6 в тех случаях, когда контакт кишечного содержимого с клеевым соединением затруднен, а именно для герметизации культи толстой и тонкой кишки при операциях на желудочно-кишечном тракте. С этой целью открытый конец кишки инвагинировали пинцетом в просвет на протяжении 1,5 см.

Герметизацию культи толстой кишки осуществляли введением 2 инъекций клея МК-6 на серозную поверхность с помощью безыгольного инъектора с последующим пальцевым сжатием в течение 2 мин. Для герметизации культи тонкой кишки осуществляли 1 инъекцию клея с помощью инъектора.

Предварительно возможность и эффективность способа герметизации культи кишечника проверили на изолированных петлях кишечника кролика.

В контрольных исследованиях герметизацию культи толстой и тонкой кишки осуществляли нанесением клея непосредственно из ампулы на серозную поверхность с

последующим пальцевым сжатием места соединения в течение 2 мин.

Прочность и герметизм клеевых соединений определяли методом пневмокомпрессии: герметизированную культю, соединенную с манометром, погружали в стакан с водой. Нагнетали воздух. При появлении первых пузырьков воздуха в стакане отмечали давление на манометре.

Сводные данные нагрузок на соединения, полученные в остром опыте, приведены в табл. 12.

Таблица 12

Сравнительная характеристика прочностей соединений, полученных при герметизации культи кишечника клеем МК-6

Способ герметизации	Прочность, мм рт. ст.	
	толстая кишка	тонкая кишка
Закрытие культи клеем, введенным с помощью инъектора	62 ± 8	43 ± 11
Закрытие культи клеем при простом смазывании	45 ± 9	25 ± 7

Из данных табл. 12 видно, что культя кишечника при герметизации ее клеем МК-6, наносимым при помощи инъектора, обладает большей прочностью и герметизмом в сравнении с закрытием культи простым смазыванием клеем. Кроме того, в контрольных опытах во всех случаях наблюдалось разрушение клеевой пленки и выворачивание раны инвагинированного участка.

При использовании для склеивания инъектора во всех случаях разрыв стенки происходил вне зоны соединения.

Положительные результаты, полученные при разработке и оценке способов герметизации культи кишечника клеем МК-6, позволили нам осуществить герметизацию культи кишечника с помощью клея МК-6 и безыгольного инъектора в хронических экспериментах. Эксперименты проведены на собаках и кроликах. Под наркозом производили срединную лапаротомию. В рану выводили у собак тонкую кишку, у кроликов —

толстую и тонкую кишку. После мобилизации на бессосудистом участке кишку циркуляторно рассекали. Гемостаз осуществляли пальцевым прижатием в течение 2—3 мин. Открытые концы кишок инвагинировали с помощью пинцета на протяжении 1—1,5 см.

Герметизацию культи тонкой кишки осуществляли введением 1 дозы клея МК-6 субсерозно, а для культи толстой кишки требовалось 2 дозы (2 инъекции). Место соединения сжимали пальцами на 1—2 мин, т. е. на период полимеризации клея. Нитью 4/0 на атравматической игле накладывали двухрядный межкишечный анастомоз по типу бок в бок. Брюшную полость закрывали наглухо. В течение первых двух послеоперационных дней животные получали только воду, а затем нормальную пищу.

По данной методике произведена герметизация 64 культей кишечника у 32 животных. Послеоперационный период у всех животных протекал гладко, срок наблюдения — до 10 мес. Во всех случаях герметизм культей был полным, расхождения соединения и смерти животных не отмечено.

При взятии материала для гистологического исследования спаек между петлями не обнаружено. Культи кишок мобильны, свободно расположены в брюшной полости, спаек с близлежащими органами нет.

При гистологическом исследовании в месте склеивания стенок кишок выявлено разрастание фиброзной ткани, содержащей умеренное количество соединительно-тканых клеток и сосудов.

В фиброзной ткани сохраняются бесструктурные образования неправильной формы (остатки клеевых масс), окруженные клеточным инфильтратом, с большим количеством гигантских клеток. К фиброзной ткани прилежит мышечная оболочка, в которой нарушения структуры не отмечено.

В подслизистом слое некоторых участков культи встречаются резко расширенные лимфатические и венозные сосуды. Слизистая оболочка сохраняет все особенности строения. Среди эпителиальных клеток обычное количество бокаловидных клеток, кутикула выражена отчетливо.

Проведенные исследования позволили подойти к самому важному вопросу — попытке создания чисто клеевого бесшовного межкишечного анастомоза.

Межкишечный анастомоз с точки зрения соединения тканей представляет собой трудную задачу, включающую все требования к бесшовному соединению тканей: соединение должно быть прочным, герметичным, должны быть соблюдены патофизиологические и хирургические законы соединения тканей при минимальной травме и максимальной простоте методики.

Из данных литературы известны попытки наложения клеевых межкишечных анастомозов [Inou T. et al., 1961, и др.]. Авторы отметили высокую летальность у экспериментальных животных, связанную с несостоятельностью анастомоза, развитие значительного спаечного процесса в области анастомоза. Поэтому сложилось мнение, что клей может быть применим только для герметизации швов.

D. Weilbacher с соавт. (1964) и др. сообщили о положительных результатах экспериментов на собаках по склеиванию концов кишечника при различных видах анастомоза.

А. А. Вишневский (1968), изучив в эксперименте возможность наложения анастомоза, пришел к выводу, что серо-серозное клеевое соединение без подкрепляющих швов ненадежно, что клей в хирургии нельзя противопоставить лигатурам и скрепкам. Показания к применению клея, по мнению автора, ограничены обеспечением кратковременной фиксацией и герметизацией ран.

С изобретением способа склеивания тканей с помощью безыгольного инъектора удалось получить достаточную прочность соединения и значительно упростить сам процесс склеивания.

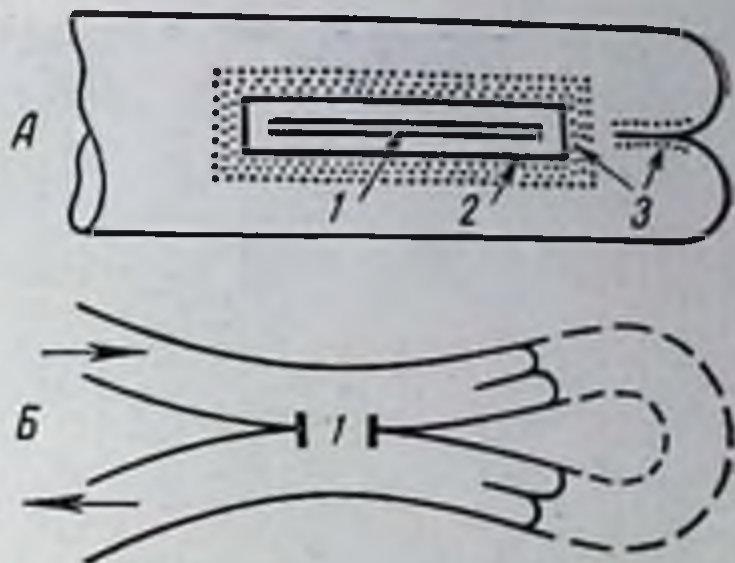
Изучением действия желудочного и кишечного содержимого на полицианакрилаты удалось определить устойчивые композиции, пригодные для создания межкишечного анастомоза.

Поэтому в наших исследованиях по созданию анастомоза было решено для герметичности соустья применить небольшое количество клея МК-2 (аналог первого ряда швов), а для усиления его прочности — клей МК-6 (аналог второго ряда швов).

Конкретно была применена методика создания чисто клеевого межкишечного анастомоза (рис. 45—48). После лапаротомии в рану выводили петлю тонкой кишки. На серозную поверхность каждой из петель ки-

Рис. 45. Схема создания чисто клеевого межкишечного анастомоза по типу бок в бок.

А — культя кишки (вид сверху, со стороны места подклеивания другой культи). Б — схема сформированного анастомоза (вид сбоку, пунктиром показана петля кишки до рассечения). 1 — анастомоз; 2 — клей МК-2, нанесенный непрерывной полоской вокруг разреза; 3 — клей МК-6, нанесенный инъектором.



шок вокруг будущей линии анастомоза в виде прямоугольника тонким слоем непосредственно из ампулы наносили клей МК-2. Вокруг данной площади с помощью безыгольного инъектора наносили клей МК-6.

Склеивание осуществлялось при соприкосновении серозных поверхностей. Петлю кишки циркулярно пересекали. Ножницами, введенными через один из открытых концов кишки, внутри прямоугольника делали продольный разрез длиной 2 см. Осуществлялся гемостаз. Таким образом, получался широкий анастомоз. Открытые концы кишок инвагинировали на 1,5 см. Герметизация культи осуществлялась нанесением на серозную поверхность 1 инъекции клея МК-6 с помощью безыгольного инъектора. Клей МК-2 обеспечивал герметичность анастомоза, а МК-6 — его механическую прочность.

Данная методика применена у 30 животных (собаки). Время, необходимое для наложения клеевого межкишечного анастомоза, составляло от 4 до 6 мин. В контрольной группе при формировании анастомоза с помощью лигатур требовалось около 20 мин. Послеоперационный период у всех животных протекал гладко. Ни в одном случае расхождения анастомоза не наблюдалось, все животные выжили.

При контроле в брюшной полости в сроки наблюдения от 3 дней до года отмечались единичные спайки, сращения сальника с передней губой анастомоза. Во всех случаях анастомоз был проходим, мобилен, мягкой консистенции (рис. 49—50). Ни в одном случае мы не отметили изъязвления внутреннего отдела анастомоза, хотя на такую возможность указывает А. А. Вишневский (1968).

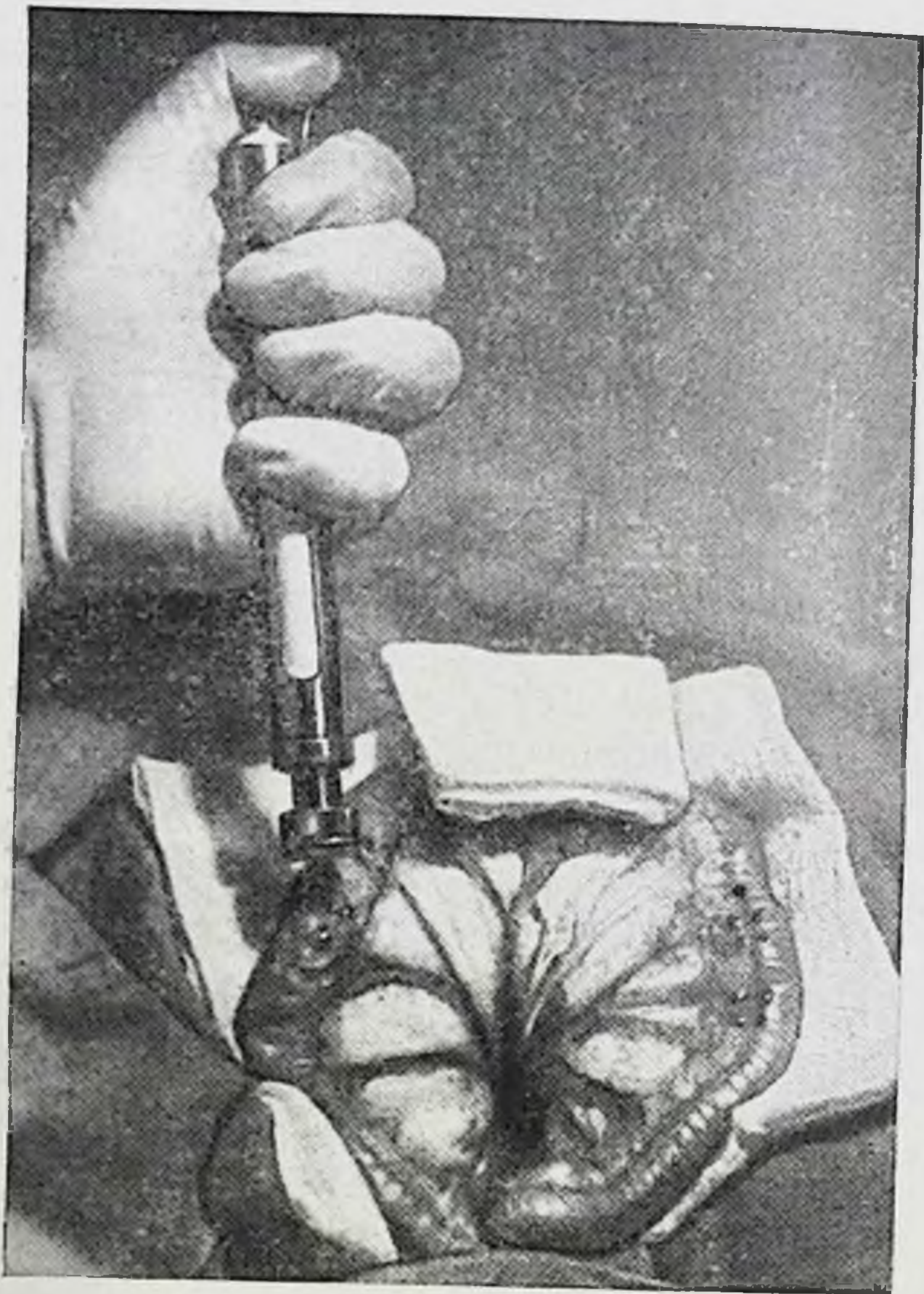


Рис. 46. Нанесение клея на место будущего анастомоза.

При гистологическом исследовании области культи обнаружено разрастание фиброзной ткани, содержащей умеренное количество соединительнотканых клеток и сосудов (исследования выполнены в отделении патоморфологии — зав. проф. Г. Д. Князева ВНИИК и ЭХ МЗ СССР). К фиброзной ткани прилежит мышечная оболочка, в которой не отмечается нарушение структуры. В подслизистом слое в некоторых участках культи встречаются расширенные лимфатические и венозные сосуды. Среди эпителиальных клеток обычное количество бокаловидных клеток, кутикула выражена отчетливо.

Морфологическое исследование области склеивания петель кишечника (анастомоза) показало удовлетвори-



Рис. 47. Рассечение стенок кишки на склеенном участке. Формирование анастомоза.

тельную динамику репаративных процессов (рис. 51). В первые 3 суток наблюдалась воспалительная реакция серозной оболочки, выражающаяся в значительном отеке, выпотевании фибрина и лейкоцитов. Прилежащие к серозе пустоты содержат местами клеевые массы, не воспринимающие красителей. В мышечных слоях, прилежащих к серозе, отмечались выраженный перицеллюлярный отек и расширение лимфатических сосудов. Дистрофических изменений в мышечных элементах не было.

К 7-м суткам экссудативные явления значительно уменьшились. Сохранялись в небольшом количестве лейкоциты. Появлялись ориентированные фибробласты и между ними нежные, слабо окрашивающиеся фуксинном новообразованные коллагеновые волокна. Пустоты с остатками клеевых масс сохранялись. Отек в мышечной оболочке полностью исчез.

Через 14 дней экссудативные явления полностью исчезли. Серозная оболочка кишки утолщена за счет разрастания новообразованной грануляционной ткани, в которой много сосудов и фибробластов. Последние все ориентированы, образуют слои, между которыми рас-

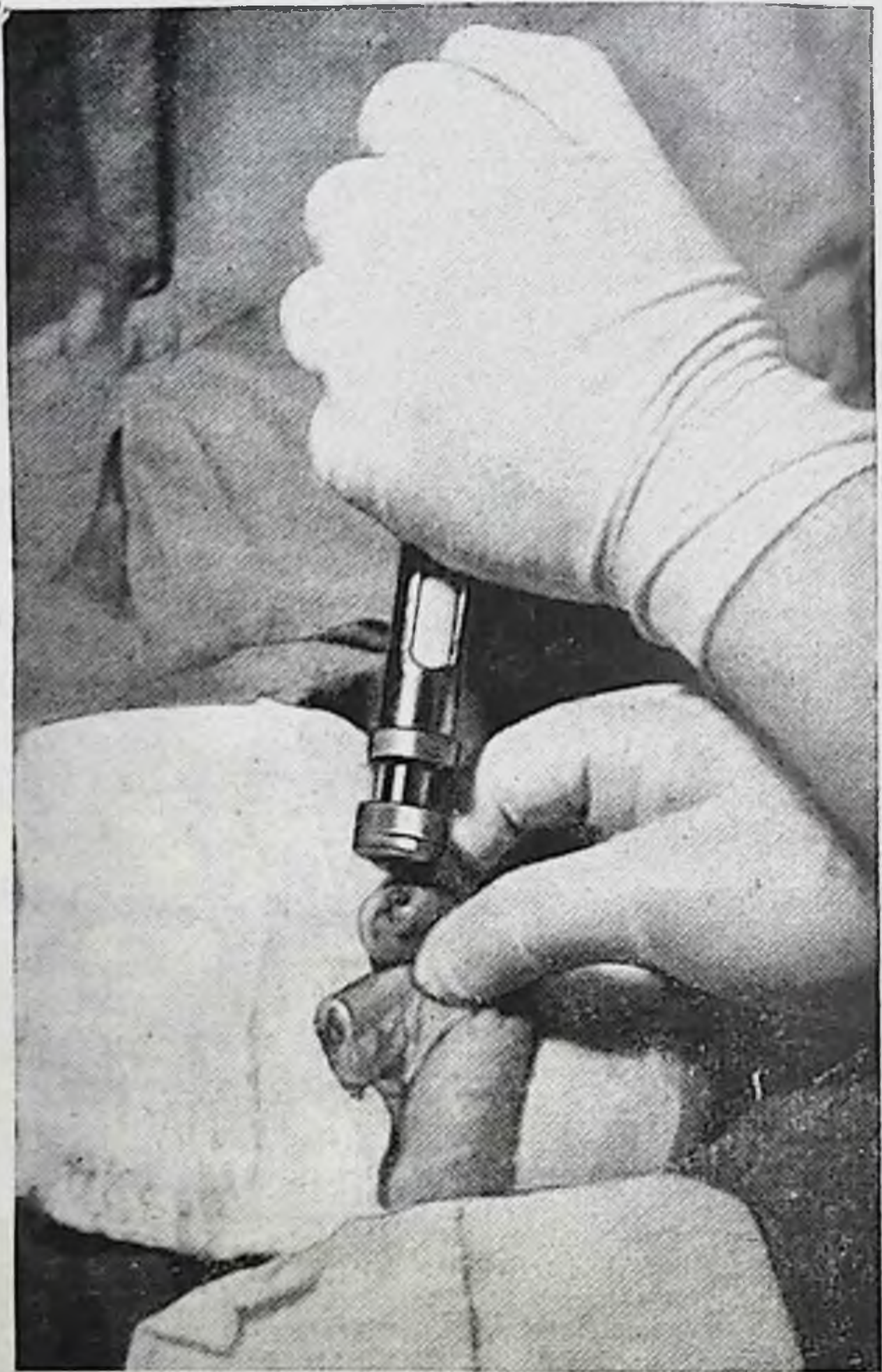


Рис. 48. Герметизация культи кишки клеем МК-6, наносимым с помощью инъектора.

полагаются пучки коллагеновых волокон, окрашенных фуксином в розовый цвет. В грануляционной ткани располагаются пустоты с остатками клеевых масс, окруженные гигантскими клетками.

Изучение репаративных процессов в более поздние сроки: через 1, 2, 3, 6, 10 мес и 1 год — показало, что в это время происходит созревание грануляционной ткани и превращение ее в рубцовую ткань, бедную клетками и сосудами. Пустоты с остатками клеевых масс обнаруживаются за все эти сроки, также длительно со-



Рис. 49. Клеевой межкишечный анастомоз сразу после его формирования.

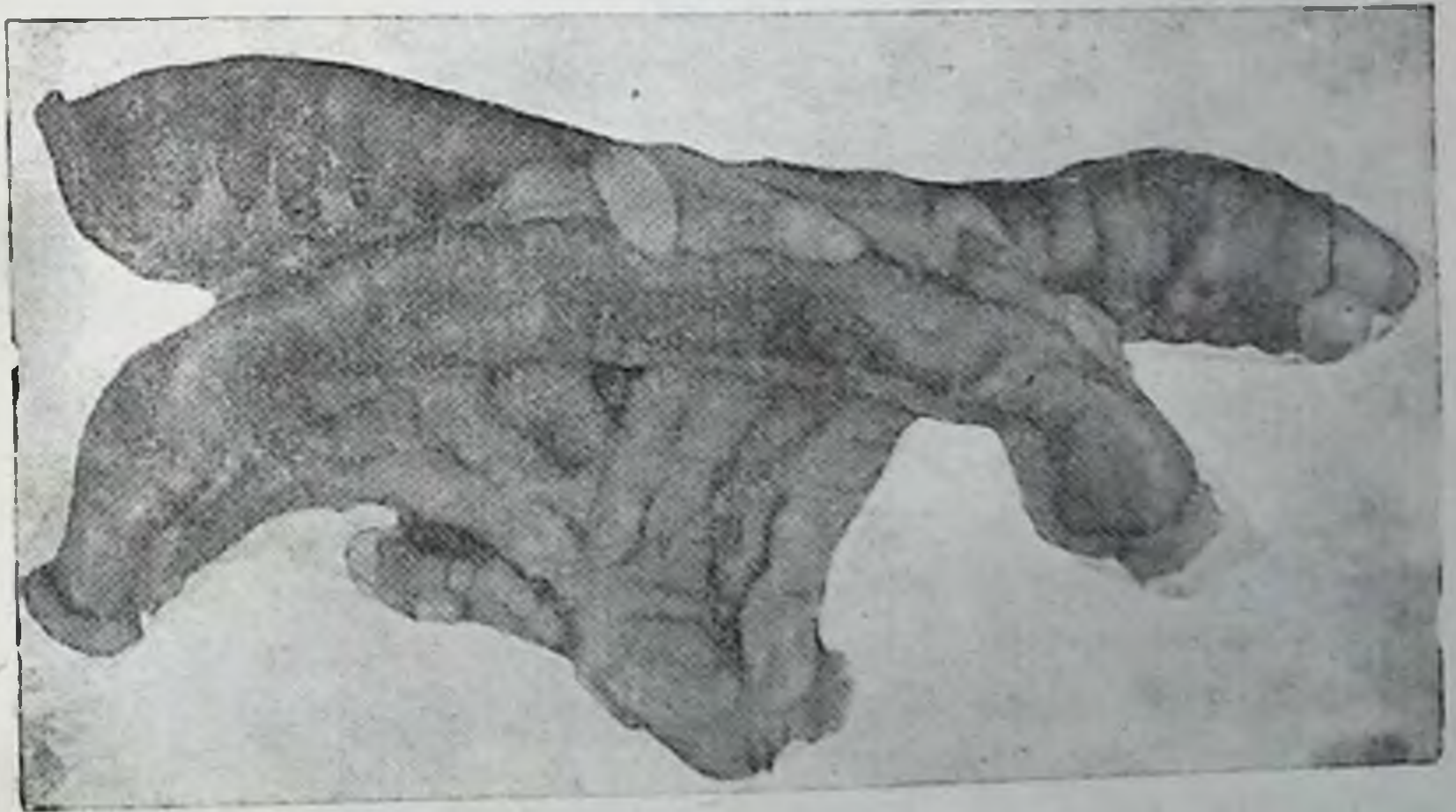


Рис. 50. Вид анастомоза через 3 мес (эксперимент, тонкая кишка собаки).

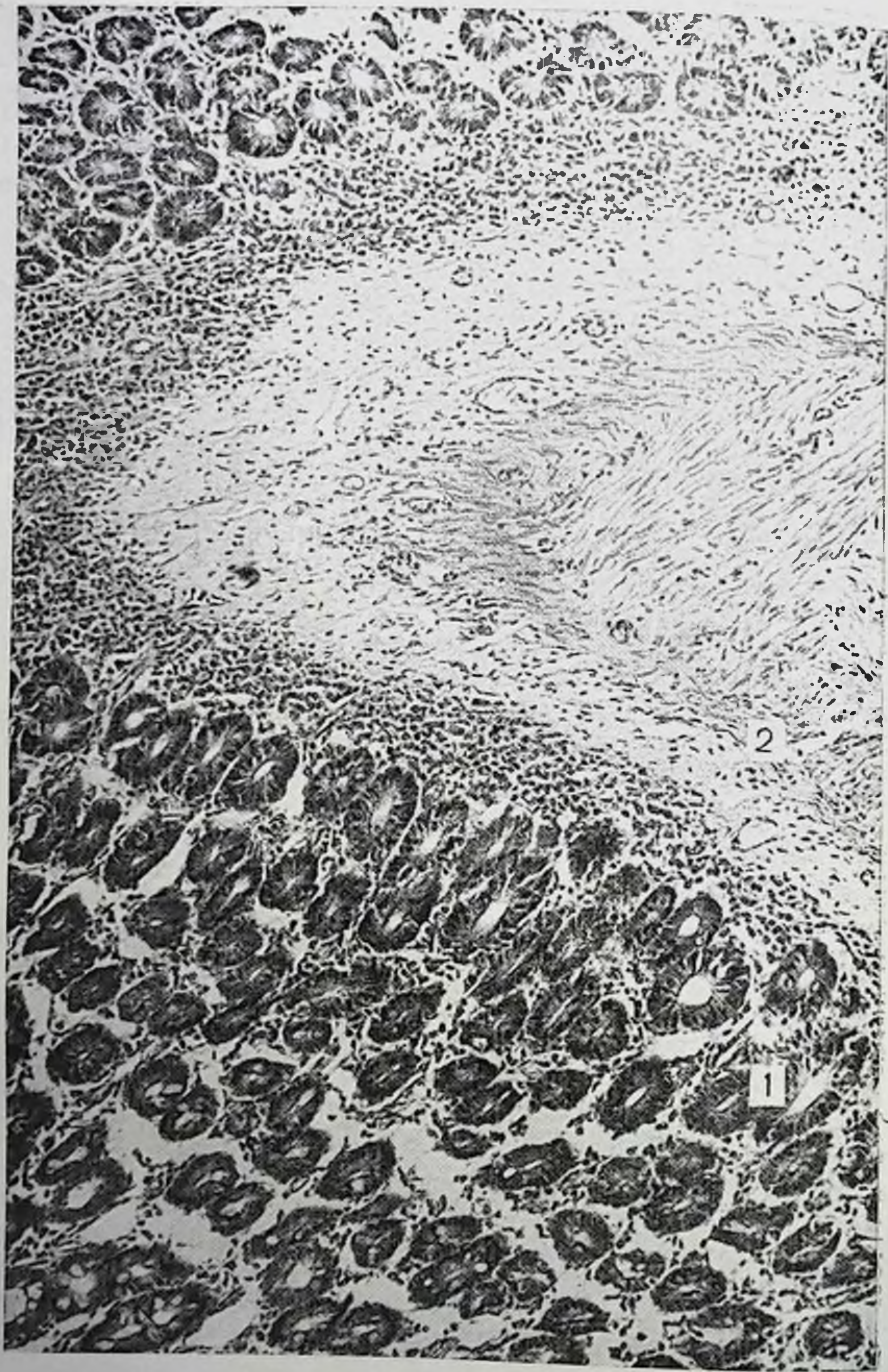


Рис. 51. Морфологическая картина клеевого анастомоза (эксперимент № 10, тонкая кишка собаки, срок наблюдения — 14 дней). Окраска гематоксилин-эозином. $\times 63$.

1 — слизистая оболочка; 2 — соединительная ткань в месте анастомоза.

храняется гигантоклеточная реакция. В данные сроки изменения в межмышечной и слизистой оболочках полностью отсутствуют.

Таким образом, применение данной методики обеспечило 100% выживаемость животных, полноценное функционирование анастомоза, удовлетворительную динамику репаративных процессов, минимальное количество спаек.

Опыт создания межкишечного анастомоза, на наш взгляд, имеет практическое и теоретическое значение, поскольку приближает способ к клинике и определяет новые принципы дифференцированного подбора клеевых композиций в хирургии, пути поиска новых веществ для склеивания и, наконец, создает конкретную почву для конструирования нового класса инструментов — инструментов для бесшовного соединения тканей.

7.2. ПРИМЕНЕНИЕ ИНЪЕКТОРОВ ДЛЯ ОСТАНОВКИ КРОВОТЕЧЕНИЯ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НА ПАРЕНХИМАТОЗНЫХ ОРГАНАХ

Остановка кровотечения из паренхиматозных органов остается актуальной проблемой. Именно гемостаз является основным моментом в комплексе лечебных мероприятий при травматических повреждениях паренхиматозных органов или при оперативных вмешательствах на них.

Существуют различные способы остановки кровотечения из паренхиматозных органов: гемостатический шов, перевязка сосудов, тампонада марлевыми салфетками, использование горячих компрессов, термо- и электрокоагуляция, лазерная коагуляция, фиксация к раневой поверхности лоскута диафрагмы, сальника, применение сухого тромбина, фибринных пленок, различных гемостатических губок и т. п. Однако ни один из этих способов не обеспечивает быстрого и надежного гемостаза, особенно при значительных поверхностях раны.

С 1966 г. во ВНИИК и ЭХ МЗ СССР проводятся экспериментально-клинические испытания различных образцов цианакрилатных клеев. Последние были применены для дополнительной герметизации швов на желудочно-кишечном тракте, кровеносных сосудах. Для

остановки кровотечения клей наносили на поверхность ран печени, селезенки и поджелудочной железы. Проведенные эксперименты показали возможность остановки незначительного паренхиматозного кровотечения с помощью клеевой пленки при небольших поверхностях раны. При больших обильно кровоточащих ранах клеевая пленка плохо фиксировалась к раневой поверхности органа и гемостаза достигнуть не удавалось.

Б. В. Петровским с соавт. (1972) разработан новый способ остановки паренхиматозного кровотечения. Сущность его заключается в создании на раневой поверхности гемостатического инфильтрата. Инфильтрат образуется путем введения в паренхиматозный орган со стороны раневой поверхности полимеризующихся и в дальнейшем рассасывающихся материалов с помощью безыгольного инъектора. Динамика кинетической энергии струи вещества подобрана таким образом, что первая его порция вводится в паренхиму органа на глубину 1—3 мм, а последующая распыляется на поверхности раны.

Способ одинаково пригоден для остановки кровотечения из любого паренхиматозного органа.

7.2.1. Применение инъекторов для остановки кровотечения и желчеистечения при операциях на печени

Для применения способа остановки кровотечения при операциях на печени и даже для проверки эффекта гемостаза необходимо было найти параметры инъекций. Дело в том, что при использовании серийного инъектора БИ-1 (сила пружины 30 кгс, диаметр канала сопла 0,15 мм) вещество инъецируется на значительную глубину, до 50 мм. При этом струя вещества примерно $\frac{4}{5}$ своего пути проходит по прямой линии и лишь затем начинает ветвиться в виде кроны дерева.

На поверхности раны вводимое вещество практически не остается. Задача же заключалась в том, чтобы часть введенного вещества расположить более поверхностно в области самой раны, а часть распылить на ее поверхности. При этом распределение вещества в ткани должно иметь древовидную форму (т. е. как последняя $\frac{1}{6}$ распределения вещества при применении серийного струйного инъектора). Именно тогда возмож-



Рис. 52. Схема расположения клея МК-6 (А) в паренхиме печени (Б).

на полноценная поверхностная инфильтрация ткани. Этого можно было достичь, на наш взгляд, регулицией кинетической энергии струи вещества. Кроме того, целесообразно увеличение площади инфильтрации при каждой инъекции.

Поэтому в поисках оптимальной величины кинетической энергии струи вещества мы пошли по пути уменьшения силы сжатия энергетической пружины инъектора и увеличения количества каналов сопла. Поскольку клей МК-6, который мы применяли, более вязкий (6—12 сантипуаз), чем обычно применяемые лекарственные вещества, диаметр канала сопла был увеличен до 0,2 мм.

Ориентировочные эксперименты, проведенные на изолированной печени и при операциях на кроликах и собаках, подтвердили, что принципиально эффект гемостаза может быть достигнут. Параметры инъектора были следующими: сила сжатия пружины — 16 кгс, количество сопел — 4, диаметр каждого из них — 0,2 мм.

Следующей задачей было тщательное изучение гемостаза и желчестаза при разных комбинациях параметров инъектора и различных ранах печени.

Было изучено 35 комбинаций 5 рабочих пружин с 7 видами сопел. В экспериментах на кроликах произведено и исследовано 420 инъекций клея МК-6 при клеевой пломбировке 81 раны печени.

Наносили раны различных размеров и видов (линейные раны, иссечение участка паренхимы, клиновидная резекция, глубокое рассечение доли, краевые резекции). Затем при продолжающемся кровотечении производили струйные инъекции клея. В результате этого происходила инфильтрация паренхимы клеем (рис. 52, 53).

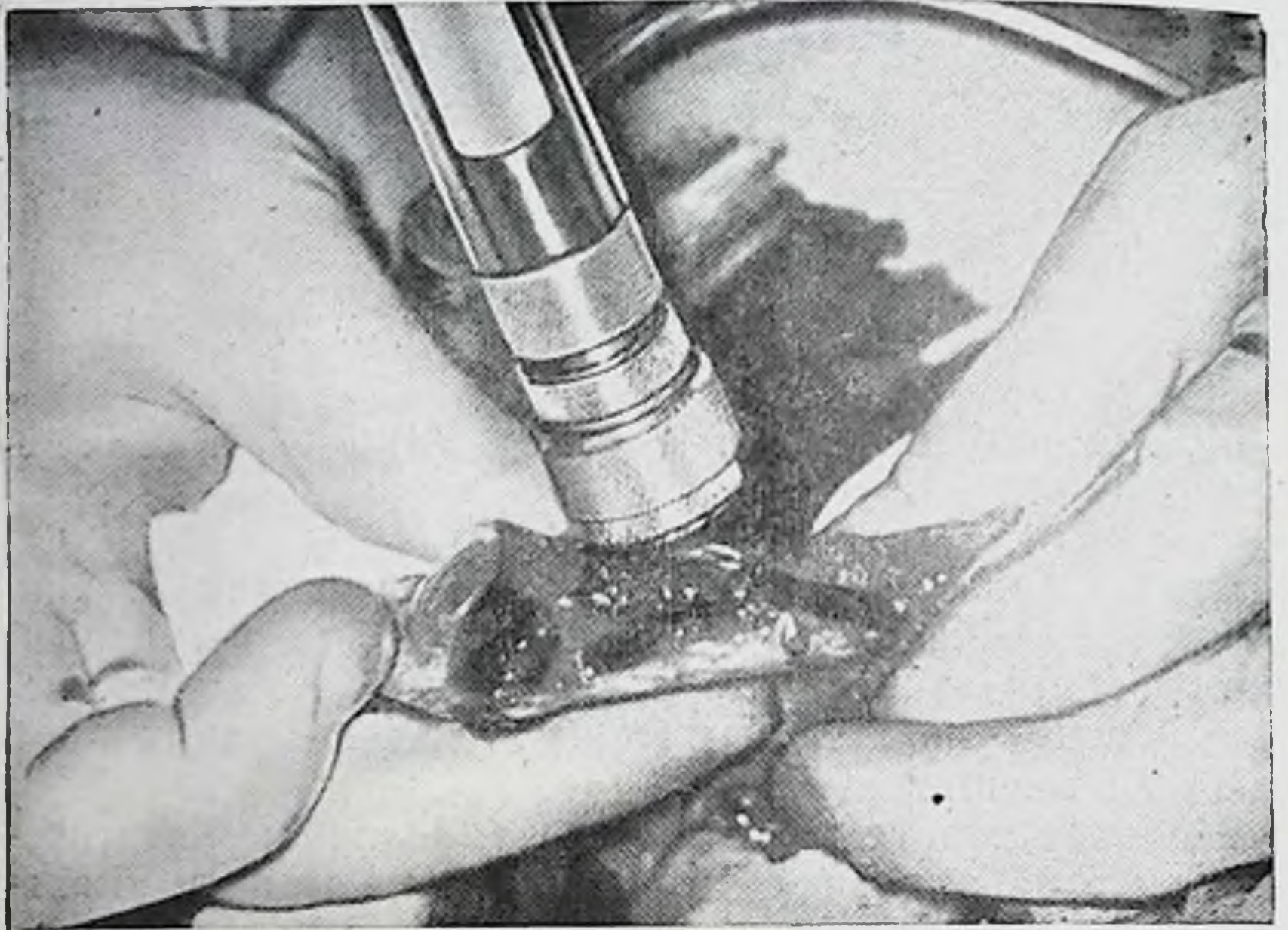


Рис. 53. Создание гемостатического клеевого инфильтрата на ране печени при помощи модифицированного инъектора БИ-1. Хорошо заметна клеевая пленка. Гемостаз. Желчестаз.

В случаях клиновидных резекций и рассечений долей печени после инъекций клея раневые поверхности прижимали друг к другу и удерживали в таком положении в течение минуты. Затем при полном гемостазе и остановке желчеистечения брюшную полость осушали и послойно ушивали наглухо.

Эффективность исследованных параметров инъектора представлена в табл. 13. Наиболее эффективными оказались сочетания рабочих пружин силой начального и конечного давления 19,3—8,2 кгс; 22,5—12 кгс; 24—14,2 кгс с соплами с 4, 5, 6 и 7 каналами диаметром 0,2 мм каждый.

Интерес представляли площади клеевых инфильтратов и глубина проникновения клея при однократной инъекции. Применены найденные сочетания силы рабочей пружины и числа каналов сопла (табл. 14).

Во всех случаях клеевые инфильтраты по форме приближались к кругу. Непосредственный гемостатический эффект во всех случаях был одинаково хорошим. Однако глубина проникновения клея в ткань, а следова-

Гемостатический эффект клеевой инфильтрации при различных параметрах безыгольного инъектора

№ п/п	Сила рабочей пружины, кгс	Число каналов сопла	Оценка гемостатического эффекта
1	16,2—6,0	1, 2, 4, 12	Неудовлетворительный
2	16,8—6,3	1, 2, 12	»
3	19,3—8,2	1, 2, 12	»
4	22,5—12,0	1, 2, 12	»
5	24,0—14,2	1, 2, 12	»
6	16,2—6,0	5, 6, 7	Недостаточный
7	16,8—6,3	4, 5, 6, 7	»
8	19,3—8,2	4, 5, 6, 7	Удовлетворительный
9	22,5—12,0	4, 5, 6, 7	»
10	24,0—14,0	4, 5, 6, 7	»

тельно, и травма паренхимы при 4-канальном сопле была почти в 2 раза больше, чем при 7-канальном.

При проведении последующих экспериментов использовали только 4 сочетания: пружины силой 19,3—8,2 и 22—12 кгс с 5- и 7-канальными соплами. Именно эти сочетания являются оптимальными, т. е. они обеспечивают надежный гемостаз и остановку желченстечения при максимальной площади клеевого инфильтрата и минимальном проникновении клея в ткань.

Следующим этапом было применение способа в эксперименте в условиях, близких к клиническим. С этой целью проведено 155 экспериментов (59 острых и 96 хронических). Всего изучено 290 различных ран печени и осуществлено 1799 инъекций клея МК-6. Во всех наблюдениях способ оказался эффективным. Однако в зависимости от вида и размеров ран методика несколько различалась.

Изучение непосредственного гемостатического эффекта как в хронических, так и в острых экспериментах показало, что гемостаз наступает сразу после инфильтрации раны лишь при условии наличия только паренхиматозного кровотечения.

В случае кровотечения из сосудов сегментарного порядка в область кровотокающего сосуда производились дополнительные инъекции клея. Кровотечение останавливалось.

Зависимость глубины проникновения и площади клеевых инфильтратов при использовании в эффективных сочетаний рабочих пружин и сопел

Контролируемые параметры		Конкретные характеристики инъекции				
Сила рабочей пружины, кгс	19,3—8,2 ⁵	4	22,5—12,0 ⁵	6	24,0—14,2 ⁷	5
Число каналов сопла	2,0±0,26	6,9±0,56	4,6±0,26	3,7±0,26	3,5±0,31	7,25±0,26
Средняя глубина проникновения, мм	—	56,6±5,16	89,4±4,34	93,8±4,34	103,9±3,38	—
Средняя площадь клеевого инфильтрата, мм ²	—	—	—	—	—	—

Давление перфузата (в мм рт. ст.) при нарушении герметизма клеевых инфильтратов и контрольных ран печени в различные сроки

№ п/п	Время после гемостаза	Перфузируемый сосуд	Давление при нарушении герметизма клеевого инфильтрата	Прочность, достигнутая к данному сроку, в % от максимальной	Давление при нарушении герметизма контрольных ран	Прочность, достигнутая к данному сроку, в % от максимальной
1	30 мин	Артерия	143±5,7	47,7	126±4,9	42,0
		Вена	163±9,3	53,4	121±6,2	40,5
		Желчный проток	137±1,9	45,7	115±11,8	38,7
2	1 час	Артерия	286±5,7	95,3	261±4,8	87,8
		Вена	289±5,7	96,4	270±4,8	90,0
		Желчный проток	282±5,7	94,1	246±6,8	80,2
3	1 сутки	Артерия	300,0	100	300,0	100,0
		Вена	300,0	100	275±7,2	91,7
		Желчный проток	300,0	100	291±5,1	97,2

Повторные инъекции производились после удаления ранее сформированных клеевых инфильтратов, так как полимеризовавшийся клей на поверхности раны препятствовал осуществлению эффективных повторных инъекций.

Большой практический интерес представляло определение прочности и надежности герметизации артериальных и венозных сосудов, а также желчных протоков. С этой целью было проведено 39 экспериментов, в которых в различные сроки после операции осуществлялась перфузия печени под контролируемым давлением. Сводные данные представлены в табл. 15.

Перфузия, произведенная в ранние сроки, показала, что в течение первых 3 ч происходит значительное повышение прочности фиксации клеевых пломб. Так, если клеевые пломбы выдерживали давление 137—163 мм рт. ст. без нарушения герметизма, то через час прочность фиксации пломб обеспечивала герметизм при давлении 282—289 мм рт. ст. При перфузии артерии, вены и общего желчного протока наибольшая прочность фиксации клеевых пломб определялась при перфузии воротной вены, а наименьшая — при перфузии желчных протоков.

Через сутки герметизм сохранялся при давлении 300 мм рт. ст. при перфузии всех сосудов. При дальнейшем увеличении давления наблюдались разрывы в пределах здоровых тканей.

Изучая герметизм контрольных ран, выявили, что прочность фиксации клеевой пленки уступала прочности фиксации клеевых пломб в ранние сроки и достигала одинакового уровня только к 3-м суткам после операции. Каких-либо различий в надежности герметизма в зависимости от вида ран не отмечено.

В наблюдениях этой группы мы применили подшивание сальника по способу, описанному Б. В. Петровским с соавт. (1973). Для этого предварительно заготавливали свободный участок сальника в виде полоски длиной 60—70 мм и шириной 25—30 мм. Один конец полоски захватили прямым кровоостанавливающим зажимом, после чего всю полоску наматывали на бранши этого зажима. Далее производили 1—2 инъекции клея в рану. К образовавшимся пломбам быстро прикладывали свободный конец полоски сальника. Затем, выполняя последовательно инъекции на всю поверхность раны, полоску сальника разматывали, прижимая к новым клеевым

пломбам. Таким образом постепенно закрывалась вся раневая поверхность. При этом наблюдался выраженный гемостатический эффект. Дополнительных инъекций клея не требовалось.

Самостоятельное значение представляет изучение макроскопических и патоморфологических изменений тканей в области клеевого инфильтрата.

С этой целью проведено 53 контрольных исследования через 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 15 сут и через 1, 2, 3, 6 мес после операции. Исследования проведены в отделе патоморфологии (зав.— проф. Г. Д. Князева) ВНИИК и ЭХ МЗ СССР.

Через сутки после операции в брюшной полости обнаруживался скудный серозно-геморрагический выпот без примеси желчи. Поверхность раны, подвергшаяся клеевой пломбировке, обычно была скрыта подпаянными органами (желудком, сальником, соседней долей печени или диафрагмой). Спаяние это было рыхлым. Органы отделялись друг от друга без кровотечения. В случаях специального использования сальника в качестве дополнительного пластического материала патологоанатомическая картина зависела от типа примененного лоскута. При использовании лоскута на питающей ножке этих изменений не наблюдалось. В обоих случаях сальник легко отделялся от раневой поверхности тупым путем без возобновления кровотечения.

В области операции на протяжении 5—8 мм от раневой поверхности доля печени отечна, на ощупь уплотнена. По отделении подпаянных органов раневая поверхность с сине-зелеными вкраплениями клея. Губчатый слой на поверхности раны был рыхлым, крошился при попытках удаления и имел толщину 4 мм. Он легко отделялся от паренхимы без возникновения кровотечения.

После клиновидной резекции доли печени раневые поверхности не соприкасались друг с другом почти на всем протяжении. Внешний вид раневых поверхностей при этом не отличался от описанного выше. Признаков бывшего кровотечения или желчеистечения в брюшную полость после клеевой пломбировки не обнаружено.

Гистологически через сутки после операции в зоне введения клея отмечались гибель печеночной ткани и скопление лейкоцитов на раневой поверхности. Имелись единичные тромбозы сосудов паренхимы. Толщина нек-

роза в этот срок составляла приблизительно 210 мкм, а толщина лейкоцитарного вала — 120 мкм.

На 2-е сутки после операции изменения органов были аналогичными. При гистологическом исследовании отмечено увеличение слоя некроза.

На 3—4-е сутки воспалительная реакция в области гемостаза продолжалась. Отек оперированной доли в области гемостаза сохранялся. Бурый детрит на поверхности раны был фрагментирован, сохранялись единичные вкрапления клея. По снятии островков детрита открывалась раневая поверхность — белесоватая, с малозаметными вкраплениями клея. При гистологическом исследовании отмечалось увеличение лейкоцитарного вала до 180 мкм. Толщина слоя некроза составляла приблизительно 600 мкм.

На 5—6-е сутки в брюшной полости обнаруживался скудный серозно-геморрагический выпот. Органы, подпаянные к области гемостаза, отделялись с большим трудом, при этом иногда появлялось кровотечение из паренхимы печени. Бурый губчатый детрит и вкрапления клея на раневой поверхности отсутствовали.

При гистологическом исследовании в эти сроки зона некроза сохранялась в тех же размерах. Продолжалось отделение живой печеночной ткани от зоны некроза лейкоцитарным инфильтратом, а также слоем новообразованных фибробластов. На поверхности печени были видны жировые клетки припаянного после резекции печени сальника, инфильтрированного лейкоцитами.

Через 6 сут толщина слоя некроза уменьшилась и составляла около 480 мкм. Новообразованные фибробласты формировали слой толщиной до 180 мкм.

На 10-е сутки спайки разделялись с трудом, при этом часто начиналось кровотечение из печеночной паренхимы. При использовании сальника на ножке последний был прочно фиксирован к поверхности раны. Его отделение сопровождалось кровотечением.

При рассечении паренхимы изредка встречались видимые на глаз скопления клея сине-зеленого цвета на глубине до 6 мм.

Микроскопически зона некроза и лейкоцитарный вал сохранялись и отделялись от нормальной ткани печени слоем грануляционной ткани с большим количеством новообразованных сосудов. Печеночные клетки, расположенные в этой зоне, особенно интенсивно окрашивались,

лежали более тесно, ядра их занимали большую часть клетки. Эти изменения свидетельствовали о регенераторных процессах в зоне резекции.

Через месяц после операции в брюшной полости имелся умеренный спаечный процесс. Спайки разделялись тупым, частично острым путем. Место бывшей операции определялось по наличию белесоватого втянутого рубца либо по небольшому углублению на краю доли с утолщением капсулы (после клиновидных резекций). При рассечении паренхимы изредка на различной глубине (8 мм) встречались единичные глыбки клея, окруженные рубцовой капсулой.

Микроскопически определялся организованный рубец, резко отграниченный от окружающей ткани, толщина его 200—720 мкм. Лейкоцитарная инфильтрация отсутствовала.

В сроки 2, 3, 6 мес макроскопическая картина в брюшной полости мало отличалась от описанной. При рассечении паренхимы печени в области бывшей клеевой инфильтрации изредка обнаруживались точечные инкапсулированные вкрапления клея. В области бывшей операции с трудом можно было различать втянутый рубец длиной 15—30 мм.

Микроскопически определялся рубец. Он располагался на поверхности печени в виде компактного образования и являлся как бы утолщением капсулы органа. Ширина этого рубца составляла 450—1500 мкм. В нем имелось относительно небольшое количество фибробластов, окруженных фуксинофильными волокнами.

Таким образом, было установлено, что клей МК-6, обеспечивая надежный гемостаз, является малотоксичным и биологически совместимым препаратом. Он не препятствует процессу заживления ран, а введение его с помощью безыгольного инъектора не увеличивает некротические изменения в паренхиме печени.

Следующий этап исследований проведен в более сложных и более близких к клинике условиях. Была изучена возможность применения способа на патологически измененной печени. С этой целью поставлены эксперименты на крысах. В качестве модели использована известная методика создания механической желтухи путем перевязки общего желчного протока.

Через 3 сут после перевязки протока крысы становились гиподинамичными, отмечалось пожелтение ушных

раковин, моча окрашивалась в ярко-желтый цвет. Значительно повышался уровень билирубина, аспарагиновой и аланиновой трансаминаз в крови. Выявлялись также характерные сдвиги белков крови и различная степень изменения свертывающей системы крови. Тканевой кровоток печени желтушных крыс превышал нормальный в среднем на 64%. Все эти показатели свидетельствовали о значительных изменениях в паренхиме печени.

Методика операции и гемостаза была обычной. Применяли инъектор с пружиной с силой сжатия 19 кгс и 6-канальное сопло. Первые же эксперименты показали, что способ эффективен. Во всех случаях сразу достигались надежный гемостаз и желчестаз.

Таким образом, несмотря на существенные различия в состоянии печеночной ткани у оперированных и контрольных животных, среднее количество инъекций клея, необходимое для пломбировки ран одинаковых размеров, в обеих группах было почти одинаковым. Разность между этими числами статистически недостоверна.

Изучение способа в эксперименте, отработка параметров инъектора и методики его применения, эффективность гемо- и желчестазы позволили приступить к клинической апробации способа.

Способ применен в отделении хирургии печени и желчных путей (зав.— проф. О. Б. Милонов) ВНИИК и ЭХ МЗ СССР. Клинический опыт насчитывает 30 наблюдений за больными обоего пола и различного возраста с заболеваниями печени, желчных путей, поджелудочной железы и синдромом портальной гипертензии. Способ применяли как самостоятельно, так и в сочетании с другими известными методами гемостаза. Использовали инъектор с рабочей пружиной силой 22,5—12,0 кгс и соплами с 5 и 7 каналами. Всего произведено 257 струйных инъекций клея для остановки кровотечения и желчеистечения из 44 различных ран и из двух пункционных отверстий печени [Милонов О. Б. и др., 1975].

Способ применяли по методике, разработанной в эксперименте строго по показаниям. Учитывая экспериментальный опыт, при кровотечениях из сегментарных сосудов печени пользовались этим способом как вспомогательным после прошивания или электрокоагуляции активно кровоточащего сосуда.

Клеевая пломбировка считалась показанной в тех случаях, когда применение других способов гемостаза

было затруднено в связи с техническими условиями операции, нецелесообразно из-за их относительной травматичности или опасно в связи с близким расположением крупных сосудов и протоков печени.

Успешным было применение способа для клеевой пломбировки области ложа желчного пузыря после холецистэктомии. Обычно было достаточно 2—3 инъекций клея.

Показаниями к применению способа у 4 больных явились значительное паренхиматозное кровотечение и желченстечение из ложа желчного пузыря, которые не останавливались прижатием или электрокоагуляцией. В этих случаях производили клеевую пломбировку с последующим наложением кетгутового шва с целью гепатизации раневой поверхности.

При проведении биопсии печени иссекали клиновидный участок паренхимы печени с основанием 10—25 мм и высотой иссекаемого клина 10—30 мм. Развившиеся кровотечения носили паренхиматозный характер. Активного желченстечения ни в одном случае не наблюдали.

Кровотечение останавливали клеевой пломбировкой. Иногда дополнительно накладывали один кетгутовый шов, который затягивался после полной клеевой пломбировки раны. Этим достигалась гепатизация раневой поверхности. В 5 случаях шва не применяли. Клеевая пломбировка обеспечивала полный герметизм ран во всех наблюдениях.

Дважды способ применен у больных с синдромом портальной гипертензии с явлениями гиперспленизма.

Практически важным оказалось использование способа для остановки кровотечения из сосудистых каверн опухоли печени, возникшего в результате биопсии.

Больной Л., 40 лет, 24.10.73 г. оперирован по поводу опухоли печени. При ревизии из срединного лапаротомного разреза обнаружена опухоль типа гемангиомы, располагавшаяся в правой и частично в левой долях печени. По нижнему краю опухоли имелись белесоватые узлы различной величины. Такие же узлы располагались по диафрагмальной поверхности правой доли печени. Ввиду распространенности процесса случай был признан неоперабельным.

В области одного из узлов был иссечен участок ткани для гистологического исследования. При этом возникло сильное кровотечение, остановить которое консервативными методами не удалось. При наложении швов последние прорезывались, что усиливало кровотечение. В область образовавшейся раны и разрывов ткани после наложения швов было произведено 7 безыгольных инъекций клея. Затем непосредственно к образовавшимся пломбам был приклеен

участок сальника на ножке. Кровотечение полностью остановилось. Лоскут сальника дополнительно фиксирован тремя атравматическими швами. При гистологическом исследовании биопсийного материала диагностирован гепатоцеллюлярный рак.

Проведение дренажей через паренхиму печени для наружного отведения желчи при паллиативных операциях, как правило, сопровождается значительной травмой паренхимы. При подготовке канала для дренажа образуются боковые разрывы глиссоновой капсулы и поверхностных слоев паренхимы с развитием кровотечения.

Подобный случай наблюдали у больной К., 64 лет, оперированной по поводу механической желтухи. На операции обнаружен рак желчного пузыря на фоне хронического кулькулезного холецистита. Опухоль прорастала в 4-й и 5-й сегменты и ворота печени. Операция была ограничена наружной гепатостомией на транспеченочном дренаже. При установке дренажа была повреждена паренхима печени с развитием кровотечения, для остановки которого понадобились 2 инъекции клея. При этом использовался инъектор с 7-канальным соплом без удлиняющей насадки.

Способ применен как дополнительный после прошивания паренхимы при двух атипических резекциях печени по поводу альвеококкоза и метастаза рака желчного пузыря. В обоих случаях наблюдался хороший эффект. Операцию заканчивали укрытием ран сальником на питающей ножке.

В одном случае (больной К., 49 лет) наблюдалось внутрипеченочное расположение желчного пузыря. Для удаления его был резецирован участок паренхимы с образованием двух раневых поверхностей размером 15×40 и 10×40 мм по обеим сторонам ложа пузыря. Кровотечение из ран носило характер паренхиматозного и было остановлено 4 инъекциями клея. Другие методы гемостаза и остановки желчеистечения не применяли.

Во всех случаях резекций печени пользовались 5-канальным соплом с удлиняющей насадкой, обеспечивающей удобный доступ к раневым поверхностям в условиях патологически измененной печени. Как известно, в этих случаях осуществление гемостаза затруднительно. Это связано с изменениями механических свойств паренхимы печени, с нарушениями свертывания крови. У таких больных паренхима печени хрупкая и чрезвычайно легко ранимая. При этом швы, наложенные на ткань печени,

прорезаются в той или иной степени, что приводит к усилению кровотечения. Клинические наблюдения О. Б. Милонова (1975) показали, что применение клеевой пломбировки в условиях измененной печени позволило избежать лишней травмы паренхимы печени швами. В ряде случаев способ явился единственно эффективным средством гемостаза.

Ведение послеоперационного периода у наблюдавшихся больных не отличалось от обычного. Кровотечений или желчных перитонитов в связи с нарушением герметизма ран печени не отмечено. Анализ послеоперационных осложнений показал, что ни одно из них не явилось следствием применения клеевой пломбировки. Выделения по дренажам, их длительность и характер не отличались от таковых у других пациентов.

Анализ лабораторных данных, полученных до и после операции, показал, что результаты клинического анализа крови имели тенденцию к палочкоядерному сдвигу, который является характерной реакцией организма на перенесенную операцию, и не отличались от результатов лабораторных анализов у других пациентов. Отмечена положительная динамика и со стороны других показателей.

Таким образом, клинические наблюдения позволили установить, что применение способа клеевой пломбировки при операциях на печени эффективно и не вызывает каких-либо особенностей в послеоперационном периоде.

7.2.2. Применение инъекторов для гемо- и аэростаза при операциях на легких

Проблема соединения тканей особенно актуальна в оперативной пульмонологии. Это обусловлено специфической шва на легочной ткани и потенциально возможной его негерметичностью. Положение усугубляется тем, что естественные репаративные процессы в ране не могут быть усилены, например, за счет свертывания крови, ретракции сгустка и последующих его превращений. Именно негерметичность шва легкого является одной из основных причин осложнений в послеоперационном периоде, таких, как остаточные полости, эмпиема плевры, альвеолярные и бронхиальные свищи и т. п.

Имеющиеся в арсенале хирургов способы соединения ткани легкого обладают рядом серьезных недостатков.

Зашивание раны уменьшает объем ткани легкого, ухудшает аэрацию в области швов, а в некоторых случаях может привести к перегибу субсегментарных бронхов. Прокол ткани легкого является потенциальным источником проникновения воздуха в плевральную полость. Особенно опасно нарушение герметизма легкого у больных с эмфиземой и пневмосклерозом, когда легочная ткань теряет свои эластические свойства и прокол ее даже тонкой иглой или металлической скобкой оставляет отверстия, через которые просачивается воздух. Существенное значение имеет также аэродинамический фактор; угроза прохождения воздуха через места наложения швов особенно велика при кашлевых толчках, когда давление в трахеобронхиальном дереве достигает высоких цифр.

В связи с отмеченными недостатками традиционного шва легкого разработка клеевого способа соединения тканей представляет интерес.

Первое применение цианакрилатных клеевых композиций в оперативной пульмонологии дало обнадеживающие результаты. Однако способ широкого распространения все-таки не получил, так как высокая адгезивная способность клеевых веществ требует применения ряда специфических приемов и инструментов.

Естественной была мысль о возможности использования безыгольного инъектора для закрытия дефектов легочной ткани. С этой целью проведены 120 экспериментов на крысах и собаках, осуществлено более 1500 инъекций.

Прежде всего были изучены: эффективность гемо- и аэростаза, проникновение клея в паренхиму легкого и площадь инфильтрации. При этом исследовали сочетания пружин инъектора с различной силой сжатия (от 16 до 30 кгс) и сопел с 1, 2, 4, 5, 6, 7 и 12 каналами [Сафаров И. С., 1977].

В условиях современного обезболивания проводилась торакотомия справа по четвертому и пятому межреберьям.

Краевые резекции легочной ткани выполняли ножницами, отступя от края доли на 5—7 см. При этом образовывались раневые поверхности размером до 8×12 мм в поперечнике. Легочную паренхиму пережимали мягким зажимом. Затем проводили клеевую инфильтрацию при различных параметрах инъектора.

В следующей группе исследований произведены клиновидные резекции легкого с размером иссекаемого клина до 10×10 мм и линейные ранения (скальпелем) на передней поверхности доли легкого длиной от 10 до 15 мм и глубиной до 5—6 мм.

Гемо- и аэростаз оценивали следующим образом: если после введения клея кровотечение и выхождение воздуха из раны не останавливались, то гемо- и аэростатический эффект расценивали как неудовлетворительный; если кровотечение и выхождение воздуха из раны прекращались, но на протяжении данного опыта возобновлялись, то эффект считали недостаточным; если кровотечение и просачивание воздуха прекращались и не возобновлялись на протяжении опыта, то гемо- и аэростаз считали удовлетворительным.

Результаты этих исследований приведены в табл. 16.

Таблица 16

Оценка гемо- и аэростаза при клеевом закрытии ран легкого при различных параметрах безыгольного иньектора в экспериментах на крысах

Сила пружины (кгс)	Число каналов сопла	Результат
16,2—6,0	1, 2, 4, 12	Неудовлетворительный
16,2—6,0	5, 6, 7	Недостоверный
16,8—6,3	4, 5, 6, 7	Удовлетворительный
19,3—8,2	1, 2, 12	Неудовлетворительный
19,3—8,2	4, 5, 6, 7	Удовлетворительный
22,5—12	1, 2	Неудовлетворительный (усиление кровотечения и просачивания воздуха)
22,5—12,0	4, 5, 6, 7	Удовлетворительный
22,5—12,0	12	Недостоверный
24,0—14,2	1, 2	Неудовлетворительный (усиление кровотечения и просачивания воздуха)
24,0—14,2	4, 5, 6, 7	Недостоверный
24,0—14,2	12	Неудовлетворительный

Как видно из табл. 16, удовлетворительный гемо- и аэростатический эффект наблюдался при использовании комбинаций рабочих пружин с силой сжатия 16,8—19,3 кгс и числом каналов в сопле 4, 5, 6 и 7.

В острых экспериментах на 20 крысах изучали глубину проникновения клея в зависимости от состояния ле-

гочной ткани в момент инъекции. При этом использовали пружину с силой сжатия 19,3 кгс и сопло с 5 каналами. Краевые резекции доли легкого выполняли без учета сегментарного строения. Разрез паренхимы производили не ближе чем в 5—7 мм от края доли с образованием раневых поверхностей размером до 8×12 мм. В 10 случаях на участок паренхимы накладывали мягкий зажим. В раневую поверхность производили по 1—2 инъекции клея. Экспозиция, равная времени полимеризации клея, составляла от 1 мин до 1 мин 40 с, после чего зажим снимали, легкое раздували до полного расправления. В области раны легкого определялся слой ткани, инфильтрированный клеем, толщиной в среднем 2 мм.

В 5 случаях в раневую поверхность производили инъекции без пережатия легочной паренхимы, но с отключением респиратора. При этом отмечали кровотечение из субсегментарных сосудов. В этих случаях число инъекций, необходимых для полного гемо- и аэростаза, увеличивалось. Инфильтрированный клеем слой достигал толщины в среднем 4 мм.

При 5 краевых резекциях легкое не пережимали и не отключали от респиратора. Клей инъецировали при продолжающемся кровотечении из субсегментарных сосудов и массивном поступлении воздуха из альвеол, субсегментарных бронхов. Герметизм и гемостаз также были достигнуты, но при большом числе инъекций (до 5—6). На поверхности раны образовывался значительно более грубый конгломерат толщиной 6—7 мм, состоящий из клея и сгустков крови.

Следующим этапом работы было проведение хронических экспериментов на крысах с целью определить возможность применения данного способа по критерию длительного наблюдения. Речь идет о выявлении возможных осложнений в послеоперационном периоде: развития патологического воспаления, возобновления кровотечения и нарушения герметичности легкого, связанных с рассасыванием клеевого инфильтрата, определением возможной токсичности клея и т. п.

Хронические эксперименты также оказались удачными. Все животные (8 крыс) выжили, и в течение 2 мес осложнений у них не было.

В результате этих экспериментов была доказана принципиальная возможность применения способа создания гемостатического инфильтрата для гемо- и аэро-

стаза при операциях на легких. При этом было отмечено, что вводить клей МК-6 нужно только на расстоянии от раны, так как при контакте сопла с раневой поверхностью происходят полимеризация клея, закупорка узких каналов сопла и даже приклеивание его к раневой поверхности. Оптимальным оказалось расстояние 5—10 мм. При большем расстоянии отмечено падение кинетической энергии струи, а значит, недостаточно глубокое введение клея и его разбрызгивание. Показано, что инъекции клея следует производить на коллабированном легком.

С целью уточнения механизма удовлетворительного гемо- и аэростаза проведены исследования на трупном легком собаки. Используются параметры инъектора, определенные в опытах на крысах. Инъекции клея производили на расстоянии не менее 15 мм одна от другой. Инфильтрированные клеем участки ткани легкого имели неправильную форму, приближающуюся к кругу. Измеряли наименьший диаметр каждого такого участка и глубину проникновения клея при каждой инъекции (табл. 17). Определена также характеристика проникновения клея в ткань легкого при 6 применяемых сочетаниях рабочих пружин инъектора и сопел.

Таблица 17

Площадь инфильтрированных клеем участков и средняя глубина проникновения клея при использовании пружины с силой сжатия 19 кгс в комбинации с различными соплами

Число каналов сопла	Средняя площадь инфильтрированного участка, мм ²	Глубина проникновения клея, мм
1	11,4±1,6	13,05±0,46
2	19,6±1,55	9,9±0,36
4	58,5±5,12	6,0±0,56
5	91,7±6,8	4,0±0,2
6	95,1±5,18	3,5±0,26
7	10,1±3,6	4,0±0,31
12	165,1±6,85	0 (распыление по поверхности)

Полученные данные позволили подойти к наиболее важной серии экспериментов — к хроническим исследованиям на собаках. Операции проведены на 37 собаках, которым осуществлено закрытие 186 ран легкого. Применены рабочие пружины инъектора с силой сжатия 16,8

и 19,3 кгс и 5- и 7-канальные сопла. Осуществлено 788 инъекций клея МК-6.

Прочность участка склеивания проверяли методом пневмопрессии; измеряли выраженность экзотермической реакции, развивающейся при полимеризации клея; осуществляли рентгенологический контроль. Гистологический контроль за местом операции осуществляли в следующие сроки: через 1, 2, 3, 4, 6, 21, 30, 60, 90, 120, 150 и 180 дней после операции.

Эксперименты показали эффективность каждого из 4 сочетаний рабочих пружин и сопел (рис. 54—56). Эффект отмечен как при паренхиматозном кровотечении, так и при кровотечении из сосудов диаметром до 2 мм, а также при просачивании воздуха из альвеол или мелких бронхов диаметром до 1 мм. Герметизация культей бронхов более 1 мм с помощью этого способа не удается. Не удается также гемостаз при пересечении в ране сосудов диаметром более 2 мм. Поэтому перед клеевым инфильтрированием раневой поверхности легкого культи бронхов диаметром более 1 мм и сосудов, диаметр которых превышал 2 мм, перевязывали орсилоном.

При отсутствии гемостатического эффекта производили повторные инъекции клея, что приводило к прекращению кровотечения. Таковую картину наблюдали, когда в ране были повреждены сосуды диаметром более 1 мм. Повторные инъекции в одно и то же место производили после удаления ранее сформированной клеевой пленки, не остановившей кровотечение, так как она препятствует осуществлению повторных эффективных инъекций.

Особое внимание уделяли надежности клеевого закрытия дефектов легкого с помощью безыгольного инъектора. Для этого через 1½—2 мин (время полимеризации клея) после создания клеевого инфильтрата повышали давление в системе дыхательного аппарата. Оказалось, что герметизм ран легкого, закрытых этим способом, не нарушается при повышении внутрилегочного давления до 400 мм вод. ст.

Интересными оказались результаты измерений местной температуры. Датчики прибора в виде игл вкалывали в легочную ткань параллельно раневой поверхности на глубину 5 мм и на расстоянии 10—15 мм один от другого. Изменения температуры фиксировали как в процессе инфильтрации, так и после достижения гемостазиса через каждые 15 с до возвращения показателя

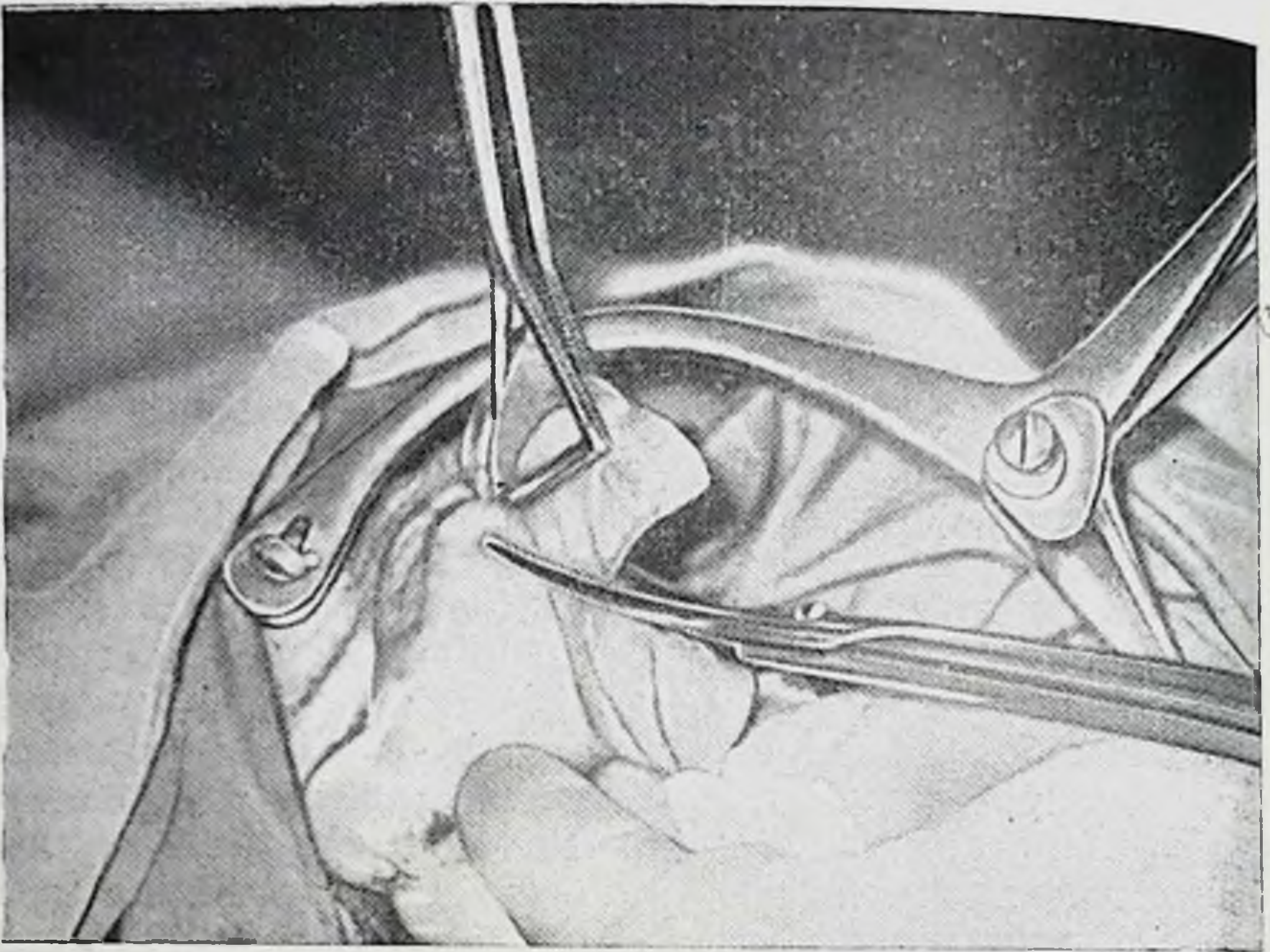


Рис. 54. Краевая резекция легкого без учета сегментарного строения (эксперимент).

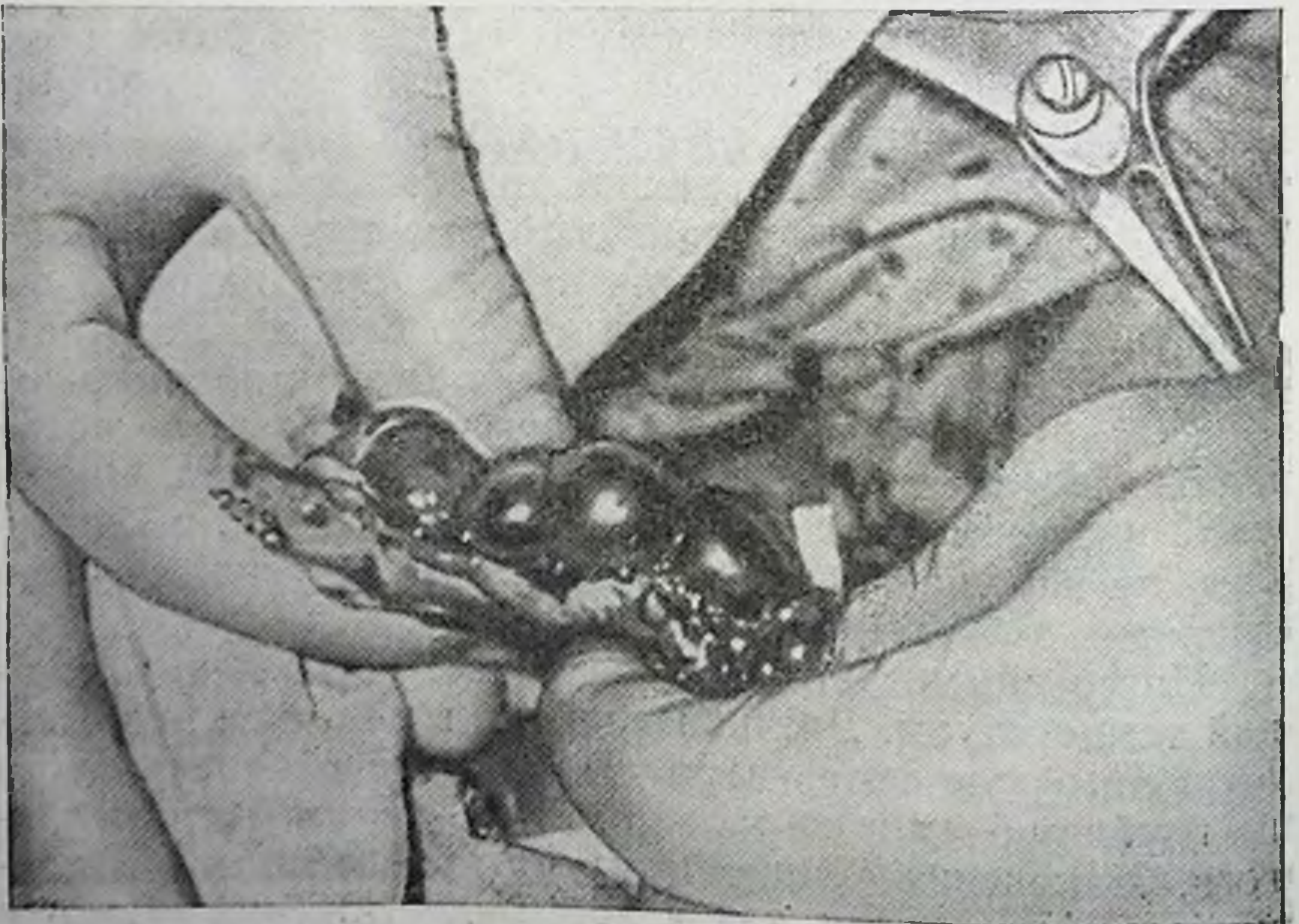


Рис. 55. Раневая поверхность легкого после резекции.

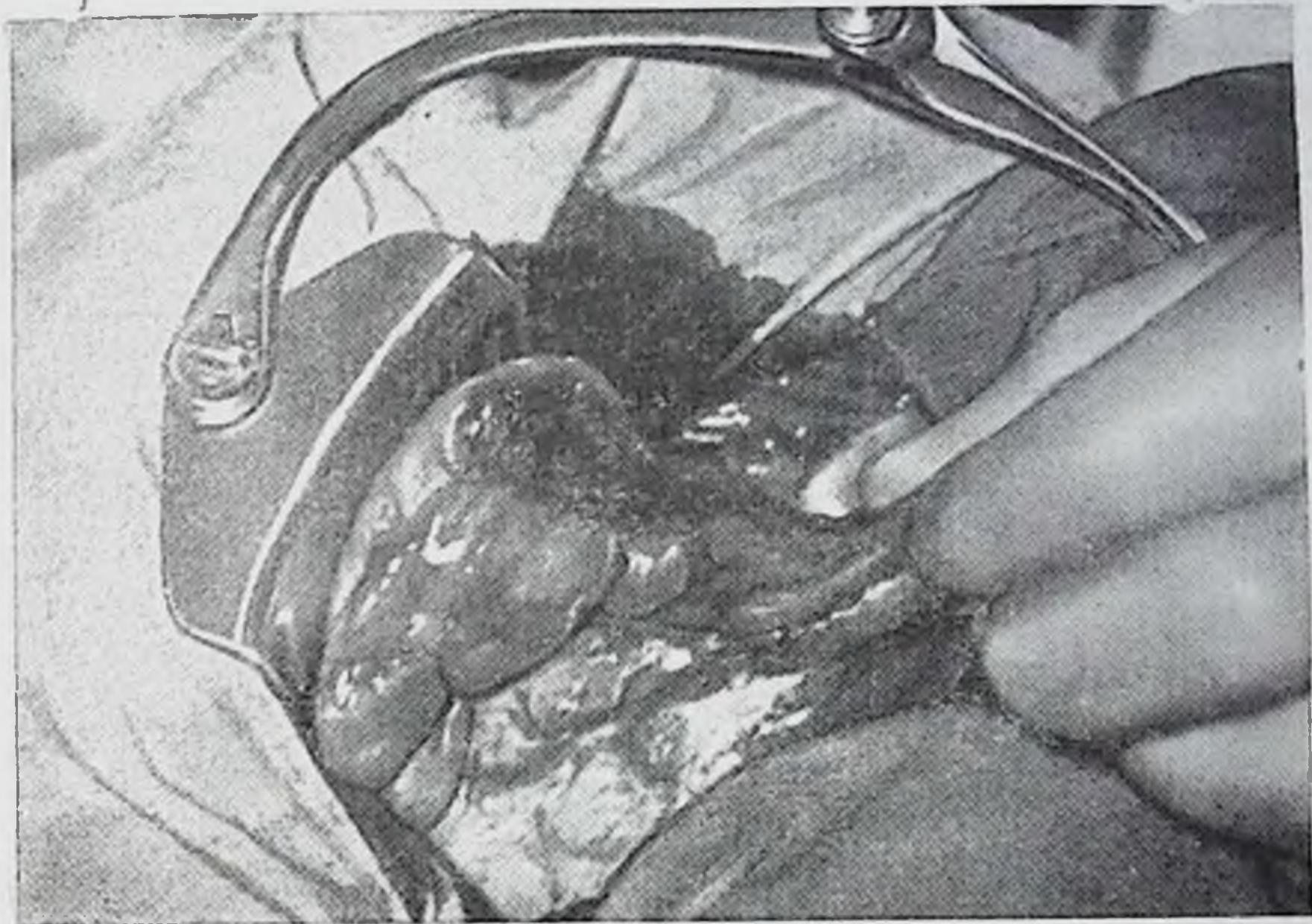


Рис. 56. Гемостаз и аэростаз достигнуты полностью.

телей к исходному уровню. В каждом случае выполняли от 17 до 21 измерения.

Исследования показали, что в первые 15—30 с температура ткани легкого резко повышалась — до 39—41 °С. После этого в течение последующих 60—75 с она продолжала медленно подниматься и к 90—105-й секунде достигала максимального уровня — 42—44 °С. Затем происходило постепенное ее снижение до исходного уровня.

Весь цикл изменений температуры ткани легкого по времени занимал от 4 мин 15 с до 5 мин 15 с. При этом глубина проникновения клея в легочную ткань составляла в среднем 2 мм.

Течение послеоперационного периода у всех животных было без особенностей. Уже на следующий день после операции они были активны, хорошо принимали пищу, одышки не отмечалось.

Судьба клеевого инфильтрата на ране легкого сходна таковой на других тканях.

Макроскопически через сутки после операции в плевральной полости обнаруживался скудный серозно-геморрагический инфильтрат. Клеевая пленка имела вид губ-

ки коричневого цвета с единичными вкраплениями клея. Обычно этот участок припаивался к париетальной плевре.

В области операции легочная ткань на протяжении 5—8 мм маловоздушна. На 3—4-е сутки глубина маловоздушного участка уменьшалась до 3—5 мм. Имелись единичные рыхлые спайки с париетальной плеврой, которые отделялись значительно труднее, чем в 1-е сутки. На 7-е сутки выпота в плевральной полости уже не было. Рана, припаянная к париетальной плевре, отделялась с трудом. Маловоздушный участок ткани легкого уменьшался до 2—3 мм. Клеевая пленка начинала фрагментироваться.

На 14-е сутки отмечалось интимное спяние области раны с париетальной плеврой. Рана начинала покрываться пленкой, напоминающей по внешнему виду несколько утолщенную плевру. Отмечалась выраженная фрагментация клеевой пленки. Оперированная доля легкого полностью воздушна.

Через 3 нед и к исходу 1-го месяца после операции имелись единичные спайки в области бывшей раны легкого с париетальной плеврой. Участки бывших ран легочной ткани покрывались блестящей пленкой, напоминающей висцеральную плевру, на поверхности которой клеевые фрагменты не определялись. При разрезе паренхимы непостоянно на глубине до 4 мм встречались единичные вкрапления клея, окруженные рубцовой капсулой.

В сроки от 2 до 6 мес после операции макроскопическая картина в плевральной полости и в области бывших легочных ран мало отличалась от таковой в сроки от 3 нед до 1 мес. Следует отметить, что при рассечении легочной паренхимы в области бывшей раны изредка обнаруживались точечные инкапсулированные вкрапления. Иногда место бывшей операции определялось с трудом, только по наличию белесоватого втянутого рубца.

Микроскопические изменения на месте создания клеевого инфильтрата характеризовались следующим (исследования проведены в отделении патоморфологии ВНИИК и ЭХ МЗ СССР; зав. — проф. Г. Д. Князева).

В 1-е сутки на поверхности раны различалась зона деструкции легочной ткани толщиной до 500 мкм, где клетки альвеолярных перегородок имеют пикнотические ядра, местами ядра в них отсутствуют. К этой зоне при-

лежат пустоты и перифокальные кровоизлияния. Между участками кровоизлияния и зоной деструкции имеется скопление лейкоцитов.

На 7-е сутки зона деструкции толщиной 240 мкм сохраняется и имеет своеобразное строение: структура легочной ткани не определяется, среди гомогенных эозинофильных масс остаются пустоты, окруженные фибриноподобными образованиями. Лейкоцитарная инфильтрация уменьшается и теряет свою непрерывность. В прилежащей легочной ткани — выраженная пролиферация соединительнотканых элементов с утолщением альвеолярных перегородок.

На 14-е сутки отмечаются незначительная деструкция (толщиной 100 мкм) и развитие грануляционной ткани, богатой клетками и сосудами, в которой встречаются слои ориентированных фибробластов. В периферических отделах наблюдаются созревание грануляционной ткани и превращение ее в грубоволокнистую фиброзную ткань, волокна которой обладают фуксинофильностью. В толще грануляционной ткани сохраняются аморфные массы, окрашивающиеся эозином в розовый цвет, имеющие желтоватую окраску по Ван-Гизону. Отдельные фрагменты этих масс окружены гигантскими клетками. В некоторых местах встречаются пустоты, по периферии которых располагаются описанные выше гомогенные массы. Восстанавливается воздушность прилежащей легочной ткани, местами сохраняются участки ателектаза.

На 21-й день после операции деструкция и лейкоцитарная инфильтрация не определяются. На поверхности раны образуется зона созревающей грануляционной ткани, еще богатой новообразованными сосудами, состоящей из фуксинофильных коллагеновых волокон и небольшого количества клеток, среди которых преобладают фибробласты. Прилежащая легочная ткань воздушна, сохраняются ателектаз и пневмосклероз.

К концу 1-го месяца на поверхности располагается сформированный рубец толщиной 900 мкм, в котором определяются отдельные новообразованные сосуды. В прилежащей легочной ткани — явления умеренного пневмосклероза. Через 2—3 мес в области бывшей раны легкого сохраняется соединительнотканый рубец, воздушность легочной ткани полностью восстановлена. В сроки более 3 мес соединительнотканый рубец несколько истончается, сохраняя свой грубоволокнистый

характер. В прилежащей легочной ткани на незначительном пространстве наблюдается интерстициальный пневмосклероз. В остальных отделах воздушность легочной ткани полностью восстановлена. Через 5—6 мес после операции имеется вполне сформированный рубец, состоящий из фиброзной ткани, богатой фуксинофильными коллагеновыми волокнами и бедной клетками и сосудами.

Таким образом, патоморфологический анализ подтвердил возможность применения способа клеевой инфильтрации при операциях на легких.

Тщательное и всестороннее применение способа в эксперименте, определение методики, параметров инъектора и положительные ближайшие и отдаленные результаты позволили провести его клиническую апробацию в торакальном отделении (зав. — проф. М. И. Перельман) ВНИИК и ЭХ МЗ СССР.

В клинических условиях разработанный способ применен у 55 больных, которым в 56 операциях осуществлено закрытие 159 ран легкого.

Таблица 18

Распределение больных по характеру заболевания

Заболевание	Число больных
Злокачественные опухоли	15
Хронические нагноительные заболевания	13
Туберкулез	9
Доброкачественная опухоль	9
Прочие	9
Всего . . .	55

Как видно из данных табл. 18—20, способ применен при самых различных оперативных вмешательствах на легких. Специального отбора больных для этого не проводили. Операции выполнялись различными хирургами (всего 14 хирургов).

Методика применения клеевого способа герметизации легкого с помощью безыгольного инъектора у больных несколько отличалась от разработанной в эксперименте.

Таблица 19

Виды оперативных вмешательств

Вид операции	Число оперативных вмешательств
Лоб- и билобэктомии	32
Сегментарные и атипичные резекции	9
Энуклеация доброкачественной опухоли	5
Плеврэктомия	1
Перевязка буллезных кист и плеврэктомия	1
Прочие	8
Всего . . .	56

Таблица 20

Варианты применения клея МК-6 с помощью безыгольного инъектора при операциях в клинике

Варианты применения клея	Число дефектов легкого
Закрытие дефектов легкого с использованием только клея	76
Дополнительная герметизация клеем ручного шва ткани легкого	41
Дополнительная герметизация клеем механического шва ткани легкого	42
Всего . . .	159

При клеевом закрытии дефектов легкого у больных, как правило, применяли безыгольный инъектор БИ-1 с рабочими пружинами силой 16,8 и 19,3 кгс и соплами типа «душ» с 5 и 7 каналами. В одном случае применена пружина силой 22,5 кгс для надежной клеевой инфильтрации дефекта легкого на участке с утолщенной плеврой.

Основным критерием для выбора того или иного варианта применения клея МК-6 с помощью безыгольного инъектора являлся характер раны легкого. При поверхностных дефектах глубиной до 10 мм и площадью до 3×30 мм герметизацию дефектов легкого осуществляли только клеем. Раневые поверхности большей величины

предварительно прошивали П-образными лавсановыми швами на атравматических иглах, а затем зону шва и пропускающие воздух места вкола и выкола игл дополнительно герметизировали инъекциями клея. В случаях применения механического шва, когда отмечалось просачивание воздуха из мест прокола легочной ткани танталовыми скобками, клей инъецировали непосредственно в негерметичные участки.

Закрытие дефектов легкого клеем МК-6 с помощью безыгольного инъектора производили в условиях управляемого коллапса легочной ткани. Инъекции клея МК-6 в участки дефектов легочной ткани осуществляли тотчас после спадения легкого и осушивания раневой поверхности. Через 1½—2 мин повышали давление в системе дыхательного аппарата до 250—350 мм вод. ст. При наличии негерметичных участков дополнительно производили 1—2 инъекции клея.

В послеоперационном периоде регистрировали количество выделяемого через дренажи воздуха и экстравазата, фиксировали сроки удаления дренажей, число плевральных пункций, которые приходилось проводить после удаления дренажей. Во время пункций отмечали количество получаемого воздуха и жидкости. Особое внимание обращали на динамику рентгенологических изменений. Отмечали течения послеоперационного периода.

Из 55 оперированных больных дренажи были удалены через 24 ч у 6, через 48 ч у 40, через 72 ч у 6 больных. Более 3 сут дренажи оставались у 3 больных из-за возникшей острой несостоятельности культи бронха.

Рентгенологически полное расправление легкого или его оставшейся части отмечали у всех больных.

Приводим пример.

Больной С., 38 лет, поступил в отделение хирургии легких и средостения ВНИИК и ЭХ МЗ СССР 3.02.75 г. с диагнозом: туберкулема верхней доли правого легкого. 18.02.75 г. произведена операция — клиновидная резекция верхней доли правого легкого (хирург — акад. Б. В. Петровский).

Боковая торакотомия справа по пятому межреберью. Верхняя и средняя доли тупо и остро выделены из сращений. Во 2-м сегменте определяется опухолевидное образование диаметром 1,5 см. Произведена резекция верхней доли правого легкого. Применен аппарат УО-60. При проверке герметизма на стыке двух линий механического шва отмечен участок просачивания воздуха. Дополнительный аэростаз инъекциями клея МК-6 с помощью безыгольного инъектора. При проверке на аэростаз через 2 мин — полный герметизм при внутрилегочном давлении 250 мм вод. ст. Плевральная полость

дренирована, рана грудной стенки зашита. Послеоперационный период протекал без осложнений. По дренажам выделилось 250 мл серозно-геморрагической жидкости, воздух не поступал. В течение первых суток правое легкое расправилось. На 2-е сутки дренажи удалены. 5.03.75 г. выписан в удовлетворительном состоянии.

Касаясь работы инъектора как в эксперименте, так и в клинике, можно отметить, что это высоконадежный, компактный, удобный в работе аппарат. Ни одного отказа в работе не было.

Применение клея МК-6 с помощью модифицированного безыгольного инъектора БИ-1 дает возможность быстро наложить шов по плоскости, не сдавливая и не деформируя легочную ткань, в любом, даже труднодоступном, месте операционного поля. Кроме того, при этом способе не требуется тщательной специальной подготовки раневой поверхности (максимальное осушивание тампонами со спиртом и эфиром).

При соблюдении показаний и требований работы с инъектором и клеем МК-6 применение этого способа может стать важным дополнительным фактором, обеспечивающим создание надежного герметизма легочной ткани.

7.2.3. Применение инъекторов для остановки кровотечения при операциях на почках

Меры, предложенные для остановки кровотечения при рассечении почки, при всей их эффективности недостаточно надежны и не могут полностью гарантировать гемостаз во время операции или в раннем послеоперационном периоде. При выполнении операции на парном паренхиматозном органе, таком, как почка, многие урологи для снижения степени риска кровотечения отказываются от органосохраняющих операций и становятся на путь выполнения нефрэктомии. Особенно велик процент нефрэктомий при травматических повреждениях почки. Во время Великой Отечественной войны самым частым оперативным вмешательством при ранениях и повреждениях почек была нефрэктомия, которую выполняли в 70,8% поврежденных почки [Николаев Г. Ф., Руднев О. М., 1949].

С развитием оперативной урологии расширяются показания к выполнению органосохраняющих операций. В настоящее время показания к удалению почки долж-

ны быть четко определены. Такие заболевания, как солитарная киста почки, гидрокаликс, доброкачественные опухоли полюса, изолированные туберкулезные каверны, делают показанным выполнение резекции с удалением патологического очага. Большие коралловидные камни, расположенные в полостях почки, технически легче удалить, воспользовавшись нефротомическим путем.

Однако при увеличении процентного соотношения в пользу проведения органосохраняющих операций возрастает удельный вес таких осложнений, как вторичные кровотечения, мочевые свищи, лигатурные свищи, рецидивы камней в оставшейся почке, ренальная гипертензия вследствие появления после резекции почки очагов ишемии. На первом месте находится самое грозное осложнение — вторичное кровотечение, заставляющее выполнять повторное оперативное вмешательство, направленное на создание гемостаза, или заканчивать операцию удалением оставшейся части почки.

Несмотря на то что предложены десятки видов гемостатического шва, в настоящее время нет идеального способа гемостаза. Большинство предложенных методов обработки раны почки: горячим паром, смазывание прижигающими веществами, коагуляция раскаленным металлом, предварительное облучение почки — имеет лишь историческое значение.

При пластике раневой поверхности паранефральной клетчаткой, мышцей на ножке, сальником, фасцией, твердой мозговой оболочкой удается остановить незначительное паренхиматозное кровотечение. Кроме того, при такой пластике на раневой поверхности образуются грубые рубцы.

Кровотокающую раневую поверхность почки покрывали слоем гемостатической губки, гетерогенной фибриновой пленкой, синтетическими материалами, добиваясь при этом остановки кровотечения. Однако использование гемостатической губки эффективно после предварительного гемостаза, а синтетические материалы вызывают грубую рубцовую деформацию и частые нагноения послеоперационной раны.

Шовный материал, подвергаясь воздействию мочи, замедляет заживление раны почки, поддерживает инфекцию, травмирует паренхиму, вызывая значительный ее некроз и развитие грубой рубцовой ткани. Шелк способствует камнеобразованию, а кетгут может вызвать зна-

чительную воспалительную реакцию тканей и аллергию. Часто швы, наложенные на патологически измененную паренхиму, прорезаются, увеличивают кровотечение и хирург бывает вынужден удалить орган. Все это заставляет вести поиск новых более надежных способов гемостаза.

Проводимая с целью гемостаза электрокоагуляция почечной ткани вызывает некроз слоя почки толщиной до 10 мм, возможны кровотечения, образования мочевых свищей.

В 1972 г. акад. Б. В. Петровский предложил для остановки паренхиматозного кровотечения производить инфльтрацию органа клеем МК-6 при помощи безыгольного инъектора. Позднее Б. В. Петровский с соавт. (1973) опубликовали работу, в которой приводились данные экспериментального исследования способа гемостатической инфльтрации на паренхиматозных органах: печени, почках, селезенке — с хорошим гемостатическим эффектом. Сделан вывод о целесообразности дальнейшего изучения и клинического применения разработанного способа остановки кровотечения.

Во ВНИИК и ЭХ МЗ СССР проведены экспериментальное изучение и клиническое применение способа гемостатической инфльтрации при операциях на печени, легких [Милонов О. Б., 1975; Перельман М. И., 1976].

Таким образом, появилась реальная возможность расширения показаний к органосохраняющим операциям на почках. Нашими задачами было изучение возможности остановки почечного кровотечения способом гемостатической инфльтрации, определение эффективности и надежности способа, время, необходимое на остановку кровотечения, реакции почечной паренхимы на введение клея, влияния способа на функцию почки. Интерес представляло сравнение полученных результатов с традиционным шовным способом остановки кровотечения.

Проведены эксперименты на 110 собаках. В контрольной группе (серии 1—3) почечное кровотечение останавливали путем наложения П-образных кетгутовых швов, а у животных опытной группы (серии 4—6) — способом гемостатической инфльтрации. Всего выполнено 720 инъекций клея. Проведены операции: клиновидная плоскостная резекция полюса почки и секционная нефротомия (табл. 21). Оперативный доступ к почке осуществлялся косым поясничным разрезом. Почка выделя-

Виды операций на почках и способы гемостаза

Серии	Наименование серии исследований	Количество наблюдений
1	Гемостаз с помощью кетгутовых швов: клиновидная резекция полюса почки	10
2	плоскостная » » »	10
3	секционная нефротомия	10
	Остановка кровотечения методом гемостатической инфильтрации:	
4	клиновидная резекция полюса почки	30
5	плоскостная » » »	25
6	секционная нефротомия	25
	Всего . . .	110

лась и выводилась в рану. Для уменьшения кровопотери сосудистую ножку на 4—5 мин пережимали пальцами. Скальпелем производили плоскостную резекцию полюса почки. Удаляли $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ почки, при этом образовывалась раневая поверхность размером до 25×35 мм.

При клиновидной резекции полюс почки отсекали в виде клина, направленного вершущкой к лоханке.

При секционной нефротомии по выпуклой поверхности почки делали нефротомический разрез длиной до 40 мм, рассекали паренхиму до полостей почки. Тотчас начиналось обильное паренхиматозное кровотечение, одновременно наблюдалось истечение пульсирующей алой крови из артерий диаметром до 1—1,5 мм. Для проведения гемостатической инфильтрации пользовались модифицированным инъектором БИ-1. Без предварительной обработки раневой поверхности подвели инъектор и с расстояния 8—10 мм до раны производили инъекции клея сначала в область повреждений артериальных сосудов, а затем на остальную часть раневой поверхности. Количество инъекций зависело от площади раны и было в пределах от 4 до 10. Расход клея соответственно составил 0,8—2,0 мл.

При проведении клиновидной резекции и секционной нефротомии тотчас после нанесения клея края раны почки сближали и умеренно сдавливали пальцами в течение 40—60 с — наступали склеивание раны и гемостаз.

В случае остановки кровотечения шовным методом с помощью колющей иглы и кетгута № 2—3, отступя от края раны 4—5 мм, накладывали П-образные швы. При выполнении секционной нефротомии накладывали отдельные узловые кетгутовые швы, проводя иглу через паренхиму почки. Почку погружали в брюшную стенку, ушивали послойно наглухо.

С целью изучения окончательной эффективности гемостаза, функции оперированной почки и патоморфологических изменений в месте операции проводили внутривенные урографии, гистологическое исследование почек, гидропрессии, лабораторные исследования (мочевина, остаточный азот, общий анализ крови). Исследования проведены в сроки от 1 сут до 6 мес. При длительной работе с инъектором было отмечено, что клей, проходя через обратный клапан инъектора, может частично полимеризоваться и уменьшать диаметр канала. Для предотвращения этого упростили данный узел безыгольного инъектора.

Для уменьшения препятствий на пути поступления клея из рабочей камеры были удалены прижимная пружинка и металлический стаканчик с полым винтом. Сам обратный клапан заменили резиновой прокладкой с центральным (нормально закрытым) отверстием диаметром 0,2 мм. Поджатие ее осуществляли стаканчиком из фторопласта.

В этих условиях самопроизвольного истечения клея из резервуара не происходило.

В момент инъекции под действием давления наблюдаются растягивание (расширение) отверстия в резиновой прокладке и прохождение клея из рабочей камеры через сопло наружу.

Во всех случаях применяли сопло типа «душ» с 7—12 отверстиями. При силе рабочей пружины 38 кгс расстояние от головки инъектора до раневой поверхности должно быть 8—10 мм. При увеличении этого расстояния клей распыляется на поверхности, не проникая в толщу паренхиматозной ткани. При уменьшении расстояния от головки инъектора до раны большая часть клея проникает в толщу паренхимы, не образуя на поверхности достаточной толщины клеевую пленку.

Диаметр каждого соплового отверстия увеличен до 0,4 мм, а их общее количество до 12. Увеличена разовая доза клея до 0,2 мл, что позволило при большей площа-

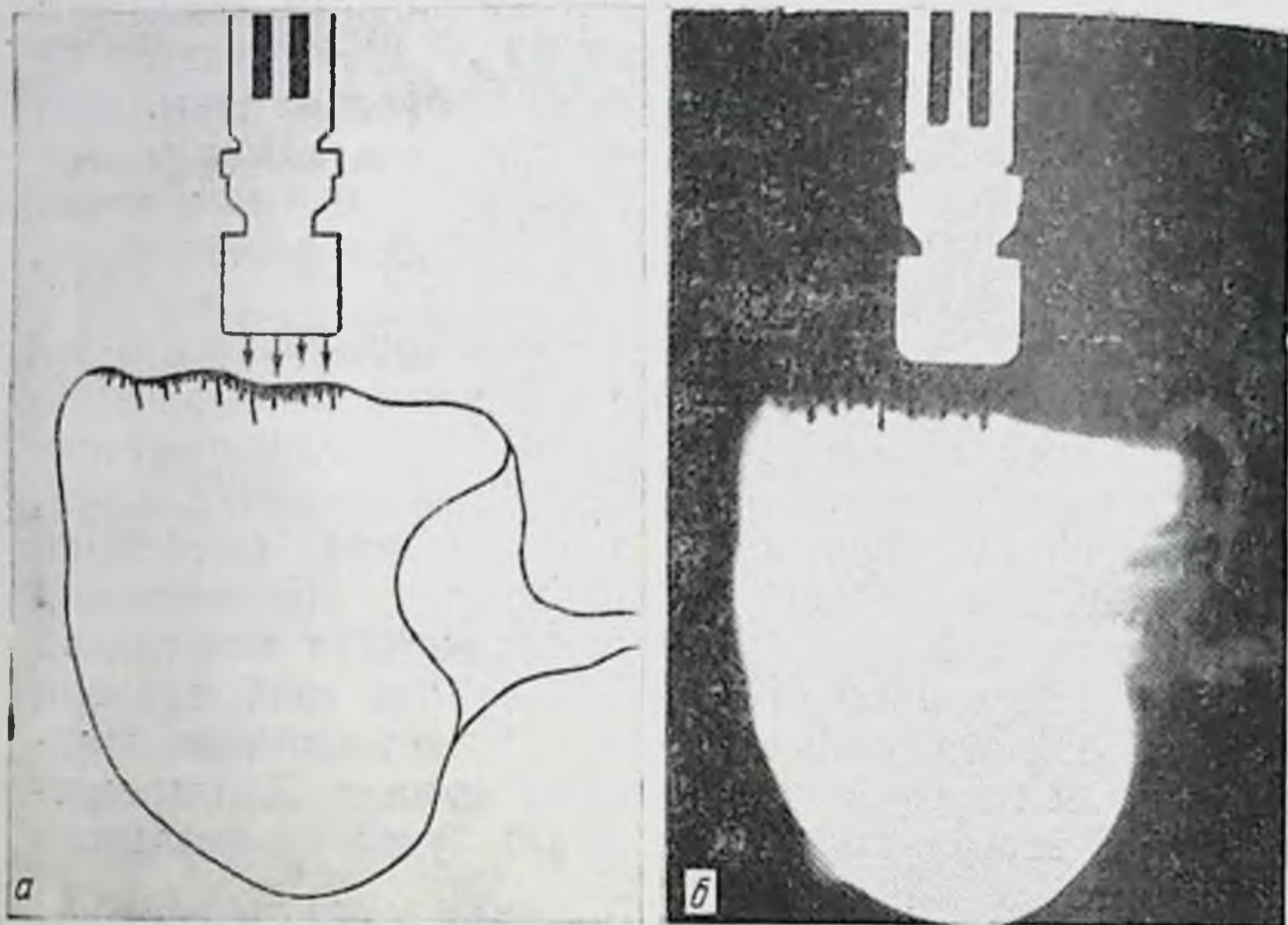


Рис. 57. Проникновение контрастного вещества в паренхиму почки со стороны раневой поверхности. Инъекции осуществляются слева направо.

а — схема; *б* — рентгенограмма.

ди клеевого инфильтрата создать клеевую пленку толщиной 0,5—0,9 мм.

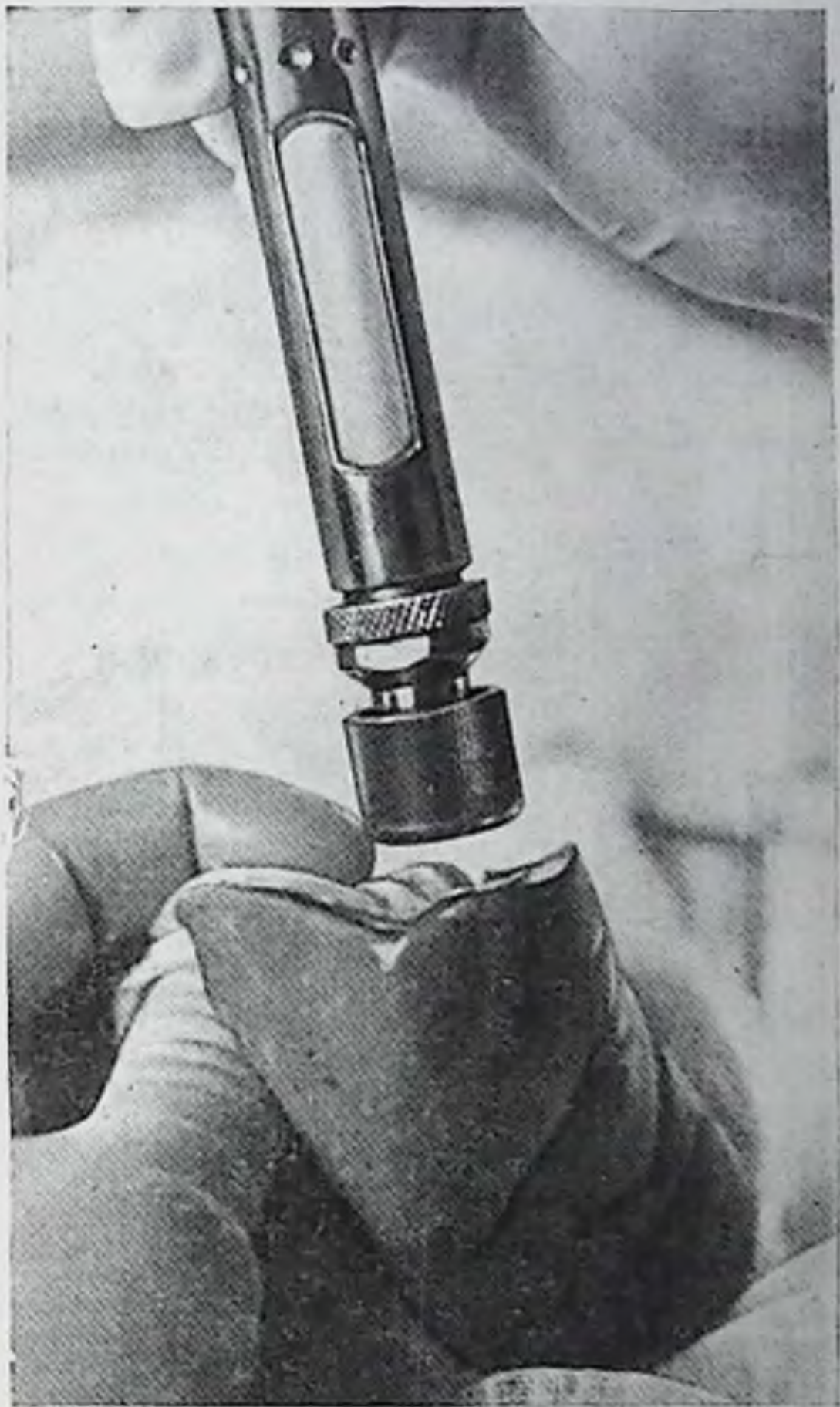
Во всех случаях при использовании метода гемостатической инфильтрации наступала полная остановка кровотечения из паренхимы почек в сроки от 30 до 180 с (рис. 57, 58).

Сам процесс нанесения клея на раневую поверхность с помощью безыгольного инъектора занимал 30—60 с. Время, необходимое для наложения П-образных швов и остановки кровотечения, составляло от 50 с до 7 мин.

В 6 случаях швы прорезались и пришлось дополнительно накладывать фиксирующие швы для остановки кровотечения, что удлиняло время операции.

Спустя сутки после операции, в случаях, когда гемостаз был выполнен шовным способом, в брюшной полости скапливалось небольшое количество крови. Оперированный участок почки был темно-вишневого цвета, имbibирован кровью, зона нарушения кровообращения распространялась на 15—20 мм от швов. При нефротомическом

Рис. 58. Остановка кровотечения после клиновидной резекции полюса почки (инъектор БИ-1-П, клей МК-6, разовая доза 0.2 мл).



разреze аналогичные изменения отмечались в паренхиме в 10—15 мм от линии разреза. При гистологическом исследовании обнаруживалась зона некроза на 10—20 мм по обе стороны от линии швов. В прилежащей зоне отмечены дистрофия и некробиоз канальцев и клубочков.

При гемостазе способом инфильтрации через сутки после операции в брюшной полости обнаруживается скудный геморрагический выпот, к раневой поверхности подпаян участок сальника. На раневой поверхности почки губчатый слой детрита толщиной до 4—5 мм. При небольшом усилии он отделяется от поверхности, крошится. Отчетливо определяется слой клея толщиной 1—2 мм, плотно фиксированный к раневой поверхности. На раз-

резе прилежащая к ране почечная ткань матового оттенка, определяются клеевые «шпильки» длиной 2—4 мм. При клиновидной резекции склеенные раневые поверхности плотно прилежат друг к другу.

Гистологически зона некроза толщиной 2,5 мм с лейкоцитарной инфильтрацией без заметной границы переходит в пограничную зону, в которой отмечаются участки геморрагической инфильтрации.

На 3-и сутки после операции с применением швов для гемостаза к раневой поверхности подплавался участок сальника. Он легко отделялся, и обнажалась раневая поверхность темно-коричневого цвета, имбибированная кровью. Изменения распространяются на 10—14 мм от швов с постепенным переходом в нормальную ткань. Подобные швы на паренхиме образуют значительные вдавливания (борозды). Гистологически отмечены признаки острой воспалительной реакции — полнокровие, лейкоцитарная инфильтрация. Зона некроза 10—15 мм, в прилежащих участках дистрофические изменения.

При гемостатической инфильтрации в те же сроки к раневой поверхности фиксируются паранефральная клетчатка, участок сальника. Спайки разделяются свободно. Раневая поверхность покрыта бурым детритом, который легко снимается. В случае клиновидной резекции при нефротомических разрезах в 30% наблюдений отмечается расхождение краев раны. Однако признаков кровотечения и выделения мочи из раны нет. На разрезе раневая поверхность, прилежащая к гемостатическому инфильтрату, шириной 2—3 мм темно-коричневого цвета, постепенно переходит в ткань нормальной окраски. Гистологически эта зона начинает отграничиваться демаркационной линией. В прилежащих канальцах некробиотические изменения, полнокровие и очаговая лейкоцитарная инфильтрация.

Спустя 7 сут после операции раневая поверхность по-прежнему пропитана кровью, окрашена в серо-зеленый цвет, на месте наложенных швов глубокие борозды, на разрезе весь дистальный отдел оперированного полюса и участок проксимальнее швов на 15—20 мм изменены, отечны, уплотнены. Гистологически явления некроза нарастают, увеличивается количество лейкоцитов. В прилежащих участках дистрофия, некробиоз канальцев.

В те же сроки, но при гемостатической инфильтрации, заметно подклеивание к раневой поверхности сальника

или паранефральнсьй клетчатки. Сращения более прочные, разделить их удастся только острым путем. Раневая поверхность частично очищается от раневого детрита и клея, клеевые «шпильки» становятся тоньше и короче. Прилежащий слой паренхимы толщиной 2—3 мм серого цвета, с матовым оттенком, отечен. Гистологически в прилежащих участках отмечаются развитие очаговой пролиферации фибробластов, очаговые кровоизлияния и сегментоядерная инфильтрация.

Спустя месяц после операции с применением швов для гемостаза сращения с рубцово-измененной раневой поверхностью почки усиливаются. Определяется грубый, деформирующий рубец толщиной 10—15 мм, более светлый по сравнению с окраской нормальной почечной ткани. В области раны нет границы между корковым и мозговым слоями. В случае клиновидной резекции лоскуты почечной ткани замещены на рубцовую ткань и не дифференцируются. При секционной нефротомии рубец толщиной 5—8 мм, идущий по линии большего разреза, на месте наложенных швов втяжения и рубцовые полосы. На разрезе виден рубец, проходящий через всю толщу почки, от которого в виде полосок отходит рубцовая ткань. Гистологически отмечается разрастание грубой волокнистой ткани с очагами хронического воспаления.

В те же сроки, но при гемостатической инфильтрации, отмечаются незначительные сращения раневой поверхности с участками сальника. При остром отделении спаек раневая поверхность матового цвета полностью очистилась от клея и детрита. Площадь раны при плоскостной резекции уменьшилась за счет роста с периферии тонкой субкапсулярной рубцовой ткани. При секционной нефротомии и клиновидной резекции отмечается формирование втянутых поверхностей, покрытых тонкой рубцовой тканью. Гистологически видно разрастание волокнистой соединительной ткани.

Через 3 мес после операции с применением швов для гемостаза отмечаются незначительные сращения. Грубый рубец, покрывающий раневые поверхности почки, атрофировался, стал тоньше. Корковый и мозговой слои в области резекции не дифференцируются. Раневая поверхность при клиновидной резекции мало чем отличается от поверхности при плоскостной резекции, так как произошло рубцовое перерождение треугольных лоскутов почечной ткани. На разрезе почки — рубец толщиной

10—12 мм, постепенно переходящий в ткань почки. Гистологически отмечается грубая волокнистая ткань с очагами лейкоцитарной инфильтрации.

В те же сроки, но после гемостатической инфильтрации, почка подвижна, грубых сращений с салынником нет. Он по-прежнему фиксирован к тонкому рубцу, который образовался на месте раневой поверхности. Прилежащая к рубцу почечная ткань на разрезе не изменена. Гистологически на участке введения клея утолщения, впоследствии разрастания плотной волокнистой соединительной ткани. Признаки воспаления еще сохраняются, в строме прилежащих к рубцу тканей единичные круглоклеточные лимфоцитарные инфильтраты. При окраске по Ван-Гизону отмечена выраженная фуксинофилия новообразованной соединительной ткани, которая прослеживается в участках введения клея и в соседних сегментах. Протяженность поражения спустя 3 мес от начала опыта составляет 2 мм в глубь ткани.

Наконец, через 6 мес после операции при гемостатической инфильтрации на месте бывшей раневой поверхности при плоскостной резекции заметен тонкий рубец. При клиновидной резекции и секционной нефротомии виден тонкий втянутый рубец, к которому фиксирована частично паранефральная клетчатка или участок салыника. Гистологически на месте введения клея определяется соединительная ткань, признаков воспаления нет.

Явлений мочево́й инфильтрации и вторичного кровотечения не было ни у одного животного. Случаев камнеобразования также не отмечено.

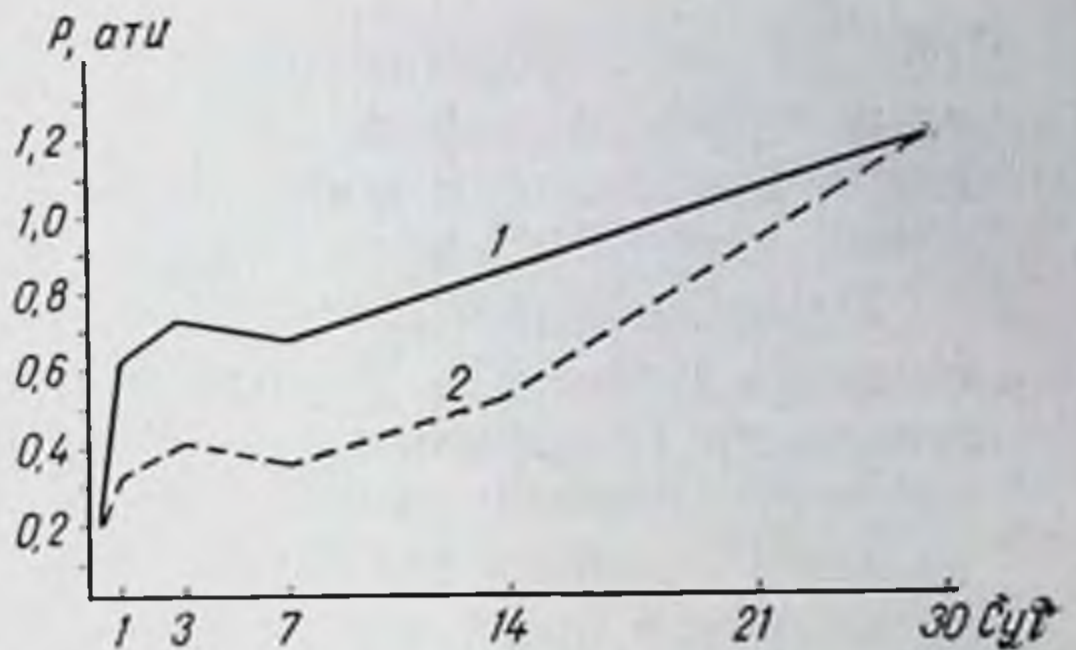
Таким образом, было показано, что способ гемостатической инфильтрации эффективен при операциях на почках, а изменения со стороны макро- и микроскопической картины в послеоперационном периоде такие же или меньше, чем при использовании обычного способа гемостаза при помощи наложения швов.

Интерес представляло изучение прочности гемостатического инфильтрата. С этой целью в различные сроки после операции в артерию почки нагнетали жидкость. Фиксировали давление, при котором нарушалась герметичность места операции. Неоперированная (интактная) почка собаки выдерживает давление 1,2—1,3 ати.

Клеевой гемостатический инфильтрат через 3 ч после операции выдерживает давление около 0,5 ати, превос-

Рис. 59. Прочность гемостатического инфильтрата раны почки по данным перфузии под давлением в эксперименте.

1 — инфильтрат (клей МК-6);
2 — контроль (шов кетгутовый).



ходя по своей прочности кетгутовый шов в 2 раза (рис. 59).

Лабораторные показатели (остаточный азот, мочеви-на) указывают на незначительные нарушения функции почки, которые полностью возвращались к норме к 14-м суткам.

Таким образом, способ введения биологического клея в рану почки при помощи безыгольного инъектора обеспечивает быструю и надежную остановку паренхиматозного кровотечения.

Прочность гемостатического инфильтрата зависит от количества клеевых «шипов», расстояния между ними, толщины основания клеевой пленки, расположенной на поверхности. Гемостатический эффект во многом определяется диаметром кровеносного сосуда и давлением внутри сосуда. Хорошо сдавливаются венозные сосуды и мелкие артерии диаметром до 1 мм, и при этом быстро наступает остановка кровотечения. При артериальном кровотечении из сосуда диаметром больше 1 мм и высоком артериальном давлении возможны разрыв клеевого инфильтрата и возобновление кровотечения.

Время, необходимое для создания гемостатического инфильтрата, меньше, чем затрачиваемое для наложения швов. Метод гемостатической инфильтрации менее травматичен для паренхимы почки, чем наложение П-образных кетгутовых швов, вызывает зону некроза толщиной 2,5—3 мм, а к 3-м месяцу формируется тонкий рубец. Признаки хронического воспаления полностью исчезают через 6 мес.

Наложение П-образных швов вызывает большие изменения в паренхиме почки, зона некроза захватывает всю дистальную часть почки и проксимальнее швов на

15—20 мм с формированием в последующем, к 3-му месяцу, грубого деформирующего почку рубца с выраженными признаками воспаления в прилежащих тканях, не исчезающего к 3-му месяцу наблюдения.

Раневая поверхность после создания гемостатического инфильтрата в 2 раза прочнее поверхности с наложенными П-образными кетгутовыми швами. Клей МК-6 разрушается на раневой поверхности почки и в значительной степени рассасывается в течение месяца. Клей не является причиной образования камней.

Положительные результаты экспериментального изучения способа позволили перейти к его клинической апробации.

Способ гемостатической инфильтрации при операциях на почках применяется с 1976 г. в клинике факультетской хирургии Ростовского государственного медицинского института и урологических отделениях больниц Ростова-на-Дону. Способ применен у 12 больных.

Первое клиническое применение проведено с осторожностью и только как вспомогательный способ для усиления герметичности швов.

Больная О., 38 лет, поступила в клинику факультетской хирургии 24.02.76 г. с диагнозом: коралловидный камень правой почки, занимающий лоханку, нижнюю и среднюю чашечки. 26.02.76 г. операция: пиелолитотомия справа. Сделана правосторонняя люмботомия по Федорову, выделена задняя поверхность почки. В лоханке определяется часть конкремента, идущего в среднюю и нижнюю чашечки. Камень удален из разреза лоханки, последняя ушита тремя узловыми кетгутовыми швами. Однако при удалении камня травмирована задняя губа почки, возникло кровотечение из лоханки и паренхимы почки. Четырьмя инъекциями клея МК-6 создан гемостатический инфильтрат и подклеен участок паранефральной клетчатки. Кровотечение остановилось через 1½ мин. Рана послойно ушита. Послеоперационный период протекал без осложнений. На 2-е сутки отделяемого из раны не было. Через 9 сут после операции выписана домой для амбулаторного наблюдения.

В последующем стало возможным шире применять способ при оперативных вмешательствах на почечной ткани. Типичным является следующее наблюдение.

Больной С., 58 лет, поступил в урологическое отделение областной больницы Ростова-на-Дону 28.03.77 г. с диагнозом: мочекаменная болезнь. При обследовании в левой почке множество крупных камней, калькулезный гидрокалис. 18.04.77 г. произведена операция: нефролитотомия слева: разрезом в одиннадцатом межреберье слева выделена почка, несколько увеличенная в размерах, плотная. Лоханка внутрпочечная, лоханочно-мочеточниковый сегмент проходим.

На сосудистую ножку наложен зажим. Секционный разрез почки длиной 40 мм.

Удалены 3 конкремента размером 10×30 мм. Сделан дополнительный разрез почки в проекции нижнего бокала и удалено еще 8 камней размером 5×5 мм. Раневые поверхности почки обработаны методом гемостатической инфльтрации с помощью модифицированного инъектора БИ-1. Расход клея составил 2,4 мл, количество инъекций — 12. Края ран почки склеены. Полный гемостаз через 2 мин после нанесения клея. Поставлен дренаж в брюшинное пространство и к почке. Рана послойно ушита до дренажей. Послеоперационный период протекал без осложнений. Больной выписан домой через 10 сут после операции.

Дальнейшее применение способа позволило определить показания и ряд методических приемов.

Показанием для данного способа гемостаза может служить паренхиматозное кровотечение из почечной ткани, которое возникает при нефротомических разрезах, операционной биопсии, плоскостной и клиновидной резекциях полюса почки, кавернотомии, при травматических разрывах паренхимы, а также при выполнении повторных оперативных вмешательств на почке, когда из-за значительного перипроцесса при выделении почки повреждается ее паренхима.

При производстве операционной биопсии после иссечения участка почки достаточно произвести 2—4 инъекции клея на раневую поверхность.

При клиновидной резекции полюса почки, как правило, удается хорошо сшить лоскуты друг с другом. Однако можно нанести на раневые поверхности клей с помощью безыгольного инъектора БИ-1, а затем свести края лоскутов, умеренно придавив их пальцами в течение 1—2 мин, дополнительно фиксировать 1—2 узловыми кетгутовыми швами, а затем по ходу раневого канала сверху сделать дополнительную герметизацию с помощью гемостатического инфiltrата.

После выполнения плоскостной резекции полюса почки необходимо ушить отдельными узловыми швами вскрывшиеся чашечки, лигировать крупные артерии диаметром более 1 мм, а затем на раневой поверхности создать гемостатический инфiltrат. Для герметизации к раневой поверхности 1—2 инъекциями клея необходимо фиксировать участок паранефральной клетчатки.

При производстве линейных разрезов почки, секционной нефротомии, поперечной нефротомии края раны сводят 1—2 провизорными кетгутовыми швами и по ходу создают гемостатический инфiltrат. Если одновре-

менно с нефротомией проводится дренаж полостей почки, нефротомическую трубу устанавливают в углу раны и дополнительно фиксируют к капсуле почки одним кетгутовым швом.

При травматическом повреждении почки (ушибленные раны, разрывы паренхимы) при сохранении ее жизнеспособности сопоставляют края и по ходу разрыва создают гемостатический инфильтрат. Метод гемостатической инфильтрации имеет ряд преимуществ перед шовным способом гемостаза. В настоящее время метод гемостатической инфильтрации успешно применяется в клинике.

7.3. ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНЪЕКТОРОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ АЛЬВЕОКОККОЗА

В связи с большой сложностью оперативного удаления альвеококковых узлов многие хирурги при паллиативных операциях пытались вводить различные препараты непосредственно в ткань паразитарной «опухоли». При этом надеялись на прекращение дальнейшего роста периферических отделов узла альвеококка и предупреждение возникновения рецидивов. Однако особенности строения конгломерата альвеококка в печени человека, как правило, исключают возможность полноценного введения препарата с помощью обычного шприца. Применение безыгольного инъектора позволяет вводить раствор препарата под высоким давлением непосредственно в паразитарный узел [Брегадзе И. Л. и др., 1973].

Использование безыгольного инъектора для введения препаратов в ткань паразитарной «опухоли» человека потребовало предварительной отработки этой методики на лабораторных животных, зараженных альвеококком. Исследования проведены совместно с лабораторией физиологии и экспериментальной терапии (зав.— проф. А. И. Кротов) Института медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е. И. Марциновского.

Опыты (1973—1976) проведены на 100 изолированных конгломератах ларвоцист альвеококка от хлопковых крыс, полученных через 3—3½ мес после внутриутробного заражения их протосколексами. Два эксперимента осуществлены на ларвоцистах альвеококка (размером 35×40 и 20×25 мм), полученных после операции у человека.

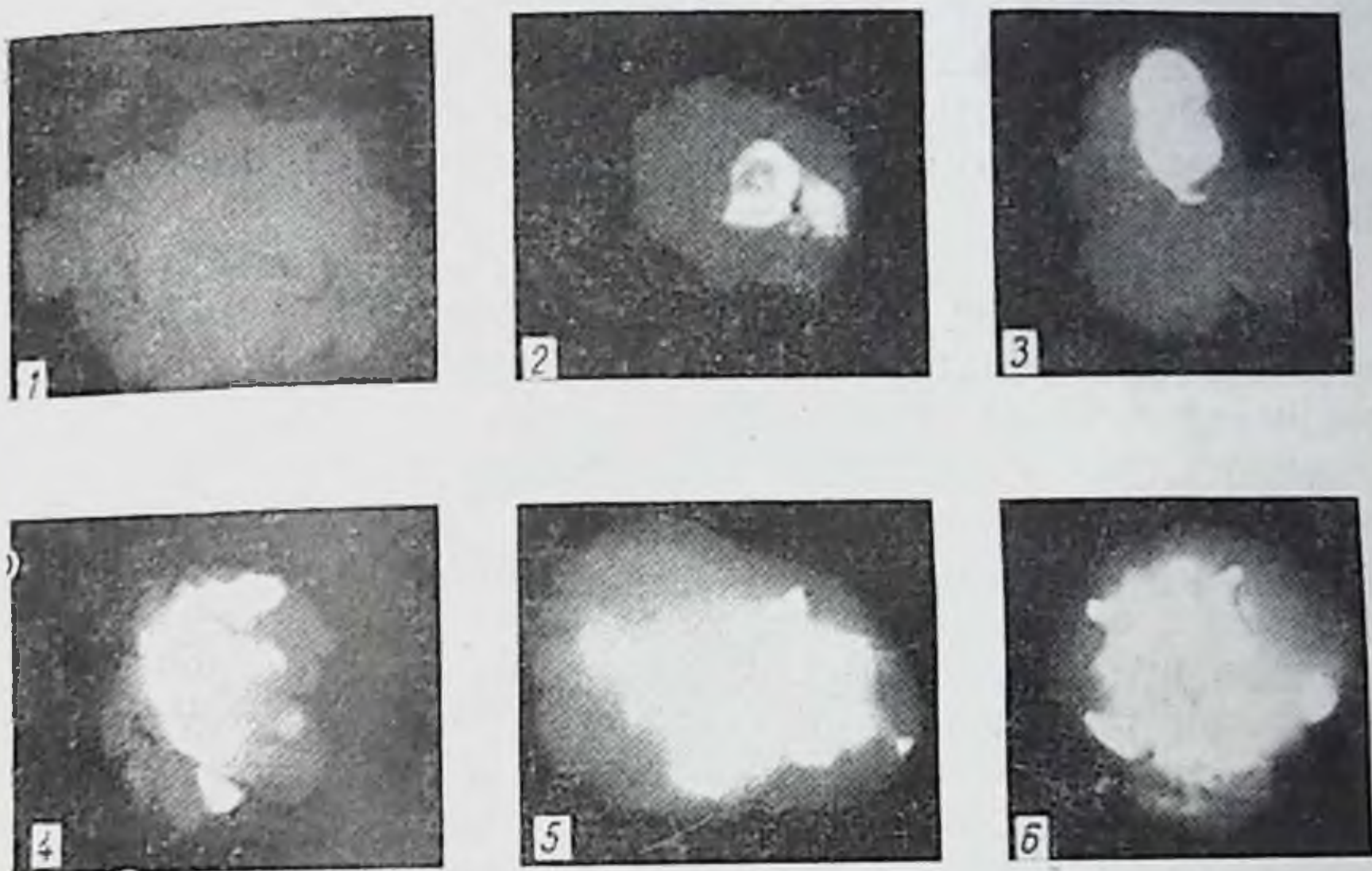


Рис. 60. Распространение контрастного вещества (уротраст) в альвеококковых узлах хлопковых крыс при использовании инъектора и традиционного шприца.

1 — контроль (без инъекций контрастного вещества); игольным шприцем введено: 2 — 0,1 мл и 3 — 0,2 мл контраста; инъектором введено: 4 — 0,1 мл и 5, 6 — 0,2 мл контраста.

Проникновение растворов в конгломерат ларвоцист альвеококка изучали рентгенологически. С этой целью в паразитарные «опухоли» вводили рентгеноконтрастное вещество (уротраст). Контроль за введением и распределением препарата осуществлялся после его введения. Раствор струйно вводили с помощью модифицированных инъекторов БИ-1М и БИ-3 с сопловыми отверстиями диаметром 0,15 и 0,18 мм (сила сжатия рабочей пружины от 16,2 до 40 кгс). Инъектор располагали строго перпендикулярно по отношению к поверхности конгломерата ларвоцист.

Для контроля в часть ларвоцист вводили уротраст при помощи шприца «Рекорд» с иглой диаметром 0,5 мм. Объем введенного различными методами уротраста был одинаковый — 0,2 мл.

Полученные обзорные рентгенограммы показали, что у интактных ларвоцист различной конфигурации отчетливо выявляется альвеолярное строение: ткань негомогенна, состоит из глыбчатых, рыхлых, слабоконтурированных образований различного диаметра (рис. 60).

При введении в ларвоцисты уротраста иглой отмечается локальное распределение препарата, что видно и на рентгенограмме, границы распространения его четко ограничены. При этом часть уротраста вытекла из ларвоцист.

При введении уротраста безыгольным инъектором (сила пружины 30 кгс, диаметр канала сопла 0,18 мм) при плотном прижатии сопла к ларвоцисту препарат проникал в ткань конгломерата. Это отчетливо прослеживалось, причем площадь затемнения была обширнее, чем при введении его иглой. На рентгенограмме препарат как бы «распылен» между пузырьками альвеококка.

Введение уротраста в конгломерат ларвоцист, изъятых во время операции у человека, было возможно лишь при использовании безыгольного инъектора типа БИ-3 с давлением в рабочей камере 300 атм и диаметром канала сопла 0,18 мм. Игла диаметром 0,5—2,0 мм шприца «Рекорд» вообще не проникала в конгломерат, и инъекции были невозможны.

Таким образом, введение в ларвоцисты альвеококка препаратов безыгольным инъектором имеет ряд преимуществ по сравнению с введением их обычным шприцем. Прежде всего это возможность проникновения лекарственных веществ в глубь плотного конгломерата, отсутствие обратного вытекания раствора, более диффузное распространение введенного вещества в самом конгломерате. Это имеет большое значение для создания строго дозированной высокой концентрации препарата в конгломерате ларвоцист.

Изучение способа продолжается.

Глава 8

ВОЗМОЖНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БЕЗЫГОЛЬНЫХ ИНЪЕКТОРОВ. ИХ ПРИЧИНЫ И ПРОФИЛАКТИКА

При использовании безыгольных инъекторов, как и при применении любых других аппаратов, могут иметь место осложнения.

Инъекторы — это довольно сложные аппараты, требующие знания их устройства и строгого соблюдения правил эксплуатации. Большие величины развиваемого в инъекторе давления (до 300 атм) и высокая скорость истекающей струи вещества (до 700 км/ч) делают инъектор, как принято говорить в научно-технической литературе, источником повышенной (потенциальной) опасности.

Степень реализации этой опасности определяется незначительным объемом действий оператора и быстротой срабатывания инъектора: достаточно нажать на спусковой рычаг и за доли секунды из сопла истекает мощная струя вещества.

Осложнения могут возникнуть как при проведении инъекций, так и при отладке инъектора, его проверке, тарировке и т. п. В первом случае может пострадать пациент, во втором — оператор или окружающие. В любом случае речь идет о необходимости соблюдения правил техники безопасности при работе с инъекторами.

Возможные осложнения следует отличать от особенностей способа. Дело в том, что за десятилетия существования игольного шприца все привыкли к условиям его применения, к определенному проявлению действия лекарства и т. п. Эти условия стали как бы эталоном для оценки любых новых методик парентерального введения веществ, поэтому, рассматривая возможные осложнения, мы невольно будем касаться ряда особенностей приме-

нения безыгольных инъекторов по сравнению с традиционным шприцем.

Причинами осложнений при работе с безыгольными инъекторами могут быть нарушения методики их применения, неисправности инъектора, неправильный выбор показаний и т. п. Для удобства изложения и понимания вопроса рассмотрим процесс осуществления безыгольных инъекций как составной. Заимствуя научно-техническую терминологию, этот процесс можно представить как систему, внутри которой взаимодействуют четыре звена: 1) больной, 2) врач, 3) инъектор, 4) вводимое вещество. Каждое из них в определенных условиях может явиться причиной осложнений.

Анализ этих условий применительно к одному из звеньев данной системы предполагает отсутствие причин для осложнений со стороны остальных. Разберем каждое звено. Возможные осложнения со стороны первого звена, т. е. больного, могут иметь различный характер и наблюдаются в следующих случаях. Несмотря на то что безыгольные инъекции в основном безболезненные, отдельные больные отмечают повышенную болезненность. Это наблюдается при полностью исправном инъекторе и правильной методике его применения. Причинами в данном случае могут быть повышенная чувствительность, возбудимость пациента.

Болевые ощущения различной степени выраженности мы отмечали в 6—12%. Болезненность более сильная, чем при игольном введении, наблюдалась в 1—2% случаев. Аналогичные данные приводят Н. Hirsh с соавт. (1948), R. Hingson с соавт. (1963, 1967). А. Popescu (1971) наблюдал незначительную болезненность, слабее, чем при игольной инъекции или равную ей, в 6,5—9% струйных инъекций. Некоторые пациенты, еще не знакомые с безыгольными инъекторами, перед инъекцией или в момент ее могут напрягать мышцы. При этом удельная плотность места инъекций увеличивается, что ведет к более поверхностному расположению вводимого вещества. Например, при заданной внутримышечной инъекции вещество в значительном объеме может остаться в подкожной клетчатке. По мнению Е. Anderson с соавт. (1958), в этих же случаях увеличивается частота осложнений — появление болезненности, кровотечений.

В момент инъекции по разным причинам может произойти резкое сокращение мышц пациента, при этом

инъектор может сдвинуться относительно участка инъекций. В этих случаях возможны порезы. Обычно они неглубокие (0,1—2 мм) и небольшие (до 5 мм). Чем слабее инъектор и меньше доза, тем опасность возникновения порезов меньше. Однако описаны порезы кожи у больных длиной до 10 мм [Anderson E. et al., 1958], а в эксперименте, при специальном изучении, — до 20 мм [Гигаури В. С., 1972; Coop W. et al., 1954].

При всех безыгольных инъекциях в месте инъекции происходят микроразрывы тканевых структур с повреждением капилляров. Этим объясняется повышение кровоточивости при струйных инъекциях. У 12—15% пациентов наблюдается выделение из места инъекции 1—3 капли окрашенной жидкости, у 3% — кровотечение в виде тончайшей струйки крови [Waggen J., 1955, Hingson R., 1963]. В 0,1% случаев Hingson R. с соавт. (1963) отмечали гематомы через 24—36 ч после проведения инъекций. Причиной авторы считают повреждения капилляров мышц.

Большое значение имеют кровоснабжение участка (места) инъекции. Так, например, при струйных инъекциях в нижнюю треть бедра, имеющую густую капиллярную сеть, кровотечение и болезненность мы наблюдали в 3 раза чаще, чем при инъекциях в верхнюю и среднюю трети бедра.

В этом смысле целесообразно стандартизовать места введения веществ. Так, например, для внутрикожных и подкожных инъекций предпочтительнее плечо, для внутримышечных — бедро, ягодица. В любом случае нужно иметь в виду, что у астеников с недостаточно развитой подкожной клетчаткой или у детей с нежной тонкой кожей при прочих равных условиях вещество проникает глубже, чем у лиц с нормальным или значительным слоем клетчатки или у людей с плотной грубой кожей.

В зависимости от топографоанатомических особенностей участка инъекции вещество при струйных инъекциях может поранить нервы или сосуды. При прохождении струи препарата в непосредственной близости от нерва или при прямом попадании в него значительной травматизации нерва не происходит [Bennet C. et al., 1971]. Вещество в тканях как бы огибает нервные стволы, при этом может наблюдаться имбибиция их поверхностных слоев. При прямом попадании струи препарата в нерв-

ное волокно возможны кратковременные болевые ощущения значительной интенсивности.

Вещество попасть может также в вену [Preston R. et al., 1951; Coop W. et al., 1954], однако вероятность этого при струйных инъекциях меньше, чем при использовании иглы [Bennett C. et al., 1971, и др.]. При прохождении струи вещества в непосредственной близости от вены мы [Гигаури В. С., 1972] отмечали имbibцию ее стенки без проникновения вещества в просвет вены.

Вторым звеном в условной системе осуществления инъекций мы назвали врача или любого оператора, производящего инъекцию. Осложнения, зависящие от работы оператора, могут быть прежде всего от нарушения методики проведения инъекции.

Заметим, что даже подобное описание методики или инструкции по применению безыгольных инъекторов — это лишь самые общие установки, поскольку топографо-анатомические и чисто механические особенности участка инъекций у всех больных различны. Этим и обусловлена специфика проникновения и распределения вещества в тканях при безыгольных инъекциях. Идеальным было бы осуществление принципа «каждому больному своя инструкция». При использовании шприца таких строгих требований к методике осуществления инъекций нет, поскольку сам оператор определяет параметры инъекции (вид инъекции, глубина залегания препарата, скорость введения препарата и т. п.).

Большое значение имеет накопление опыта работы с инъектором. Если при проведении инъекции сильно растереть кожу тампоном со спиртом, усиливая тем самым кровообращение в месте будущей инъекции, то кровотечение, как правило, усиливается. Имеет значение также степень прижатия инъектора к коже. Чем сильнее прижат инъектор, тем глубже проникает вещество.

Оператор может слегка сдвинуть инъектор во время инъекции. В этом случае произойдет порез кожи. Аналогичные осложнения отмечены в стоматологической и ЛОР-практике. При употреблении штатных прижимных площадок инъекторов они должны быть прижаты равномерно по всей окружности.

При пользовании различными удлинителями, особенно изогнутыми моделями, нужно следить, чтобы направление струи было перпендикулярно участку инъекции:

при небольшом наклоне уменьшается глубина введения, а при значительном может образоваться рана.

Большое значение имеет правильный выбор места введения лекарственных веществ. Недоучет конституциональных особенностей пациента может изменить вид инъекции. Например, при заданной внутримышечной получится подкожная или внутрикожная инъекция. Опасным может быть более глубокое проникновение вещества у лиц астенического телосложения и у детей. В эксперименте на животных, специально изучая этот вопрос, мы наблюдали внутриплевральное проникновение вещества при желании осуществить инъекцию под лопатку.

Правильный выбор параметров инъектора особенно важен в стоматологической и ЛОР-практике. Опасность травматизации тканей и возможность ранения сосудов в этих случаях выше.

При введении больших доз очень важно не отрывать инъектор от кожи до конца осуществления инъекции. R. Hingson (1947) обратил внимание на то, что если ослабить прижим или оторвать инъектор от кожи сразу после щелчка, т. е. срабатывания пружины, то часть вещества будет залегать более поверхностно и увеличится внутрикожная задержка препарата. При этом происходит следующее: во время нажатия на спусковой рычаг инъектора освобождается пружина и начинается инъекция. Внешне этот момент характеризуется звуком — щелчком. Поскольку во время инъекции больше никаких звуковых эффектов не бывает, то малоопытные операторы понимают под этим щелчком саму инъекцию. В то же время само введение вещества после щелчка только начинается и продолжается еще некоторое время. Если в это время отнять инъектор от кожи, то вступают в силу амортизирующие свойства кожи и как следствие вещество располагается более поверхностно.

Причиной осложнений могут быть также нарушения правил эксплуатации инъекторов. Мы уже отмечали, что инъекторы намного сложнее шприцев и для работы с ними требуется определенная подготовка. В порядке общего замечания отметим, что сама по себе сложность аппаратуры не является большим препятствием, поскольку общий уровень технических знаний населения значительно вырос (достаточно упомянуть о все усложняющейся бытовой технике). Тем не менее описаны случаи, когда при подготовке инъектора к работе или при

проверке его работы происходило случайное нажатие на спусковой рычаг и срабатывание инъектора. Если в этом случае инъектор направлен на какой-либо участок тела, то возможна травма. Струя вещества может проникнуть через одежду и внедриться в ткани. Правда, это наблюдается лишь в случаях, если расстояние от сопла инъектора до кожи около 10—30 см. Имеют значение также тип инъектора и доза вещества. Особенно бдительным нужно быть, чтобы не попасть себе или окружающим в глаза.

К возможным ошибкам нарушения правил эксплуатации инъектора неопытными операторами относится травма руки от струи при прокачке инъектора. Ни в коем случае нельзя марлевый или ватный тампон держать перед соплом рукой.

Применительно к инъекторам типа БИ-1 для остановки паренхиматозного кровотечения нежелательно держать его долго во взведенном состоянии. Если палец постоянно находится на кнопке спуска, могут быть случайные срабатывания и инъекции клея не в предполагаемое место.

Как видно из изложенного, профилактика осложнений достаточно проста и сводится лишь к неукоснительному соблюдению инструкции. Однако даже при самом тщательном соблюдении инструкции все равно могут быть осложнения, причинами которых являются сам инъектор и его конструктивные особенности. Это третье выделенное нами звено. Сюда относятся звуковые эффекты при осуществлении инъекции: незначительный металлический лязг при взведении инъектора и щелчок при его срабатывании. В момент инъекции больной от неожиданности может вздрогнуть, дернуться, что иногда приводит к порезу на месте инъекции. Это особенно важно в детской практике. Для профилактики такого рода осложнений мы считаем обязательным предупредить пациента об этом, а еще лучше продемонстрировать такую инъекцию, направив струю инъектора вниз.

Особенностью инъектора является также его большая по сравнению со шприцем масса. С точки зрения пациента это значения не имеет, а для медицинского персонала это важно, так как при большом количестве инъекций развивается усталость.

С большим вниманием следует отнестись к утверждениям о невозможности передачи «шприцевых» инфекций

инъектором. При осуществлении внутрикожных, подкожных и внутримышечных инъекций это действительно так. Однако при операциях на ЛОР-органах или в стоматологии категорически отрицать такую возможность вряд ли оправданно. Следовательно, стерилизация наконечника инъектора должна осуществляться чаще.

Это все случаи, когда безыгольный инъектор в порядке. Некоторые осложнения могут быть вызваны изменением параметров работы инъектора или в результате поломки отдельных его узлов. Например, при длительной работе может уменьшиться степень сжатия энергетической пружины инъектора, а следовательно, и кинетическая энергия струи вещества. При этом наблюдаются более поверхностное расположение вещества и увеличение внутрикожной задержки препаратов. Обнаружив этот факт (при удовлетворительной работе инъектора в целом), следует изменить режим его работы.

Некачественная инъекция возможна при изменении диаметра канала сопла вследствие засорения его. В этих случаях кинетическая энергия струи падает и происходит неполное введение вещества. При сильной степени засорения вещество вообще не вводится, а разбрызгивается из-под прижимной площадки инъектора. В этих случаях следует произвести несколько холостых инъекций (струей вниз) в воздух. Если сопло засорено, то вещество истекает медленнее, распыляясь сразу. В таких случаях надо прочистить сопло или заменить его.

Может наблюдаться и обратная картина, когда в результате какого-либо нарушения диаметр канала сопла увеличивается. При этом инъекции некачественные, увеличиваются травма кожи, кровоточивость. Меры профилактики сводятся к своевременному обнаружению дефекта и замене сопла. Важно перед работой убедиться в удовлетворительной работе инъектора (см. соответствующие инструкции).

При небрежном обращении с инъектором, недостаточном уходе и нарушениях правил эксплуатации могут засориться каналы, по которым вещество засасывается из флакона в рабочую камеру. При этом заливается обратный клапан инъектора. В этих случаях инъектор либо не работает, либо отмечается неполное введение дозы вещества. Зависит это от того, что в рабочую камеру засасывается неполная доза вещества. Установить это визуально легко по отсутствию пузырьков воздуха, ком-

пенсаторно (для выравнивания давления) поступающих во флакон во время засасывания препарата. В подобных случаях достаточно разобрать иньектор и тщательно прочистить его. Мы наблюдали также в лабораторных условиях факт, на который хотим обратить внимание. Если обратный клапан заливает в открытом состоянии (например, при работе с белковыми препаратами и недостаточной очистке после работы), то происходит постоянное сообщение флакона с лекарством и рабочей камерой. Это ведет к тому, что в момент иньекции, т. е. когда в рабочей камере иньектора возрастает давление, оно беспрепятственно передается и во флаконе. В этих случаях флакон с препаратом может лопнуть. Профилактика этого заключается в тщательной прочистке иньектора после работы. Обнаружить залипание клапана легко при предварительной прокачке иньектора. Поэтому мы рекомендуем начинать прокачку всегда при незначительном давлении в рабочей камере. Практически при использовании модели БИ-2 это означает медленное отпусканье рукоятки взводника, а при работе с БИ-3 — медленное отпусканье педали при нажатом спусковом рычаге (см. инструкции по эксплуатации).

Таким образом, профилактика осложнений, связанных с неправильной работой иньекторов, заключается в строгом соблюдении инструкции по эксплуатации.

Четвертым, последним, звеном в системе мы выделили вводимое вещество. Естественно, что физико-химические свойства вещества остаются одинаковыми в любом случае, и если тот или иной препарат вызывает жжение или какую-либо местную специфическую реакцию, то это не зависит от того, вводится он шприцем или иньектором. Речь идет о специфических особенностях безыгольного способа введения веществ.

Первое — это правильный выбор дозы вещества. Если для подкожных или внутримышечных иньекций это особого значения не имеет, то при внутрикожных или внутри- и подслизистых иньекциях доза более 0,5 мл может вызвать значительную травматизацию тканей. В то же время малым количеством вещества нельзя осуществлять внутримышечную иньекцию, поскольку канал входа формируется самим веществом.

При струйных иньекциях, как правило, отмечается в той или иной степени внутрикожная задержка вещества. Это обстоятельство нужно учесть при употреблении

веществ (например, сорбированные вакцины), внутрикожное введение которых недопустимо.

При инъекции веществ с высокой вязкостью возможно более поверхностное их залегание. Это происходит вследствие затруднительного прохождения через сопло каналом малого диаметра. Для получения качественной инъекции в этих случаях следует изменить режим работы инжектора.

К особенностям струйных инъекций относятся более быстрое всасывание вещества из депо и соответственно более резкое повышение концентрации его в крови. Все обычно применяемые дозировки вещества рассчитаны на введение их шприцем. При использовании, например, новокаина акт ускорения и усиления его действия благоприятен. Однако в случае применения сильнодействующих веществ такое быстрое всасывание может привести к недопустимо высокой концентрации их в крови. Поэтому факт более быстрого всасывания вещества во всех случаях должен учитываться.

Безусловно, что все разобранные особенности способа и факторы, могущие вызвать осложнения, в реальных условиях обычно выступают в различных сочетаниях.

Для того чтобы инжекторы надежно работали, долго служили и обеспечивали все многочисленные их преимущества, необходимо грамотно их применять, понимать сущность безыгольных инъекций, знать меры профилактики возможных осложнений и строго соблюдать инструкцию по эксплуатации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Способ введения лекарственных веществ в организм с помощью безыгольных инъекторов относится к проблемам общемедицинского значения.

В процессе проведенных исследований выявлены и изучены закономерности проникновения и распределения в тканях организма веществ, вводимых безыгольным струйным способом. На тип и качество инъекций оказывают влияние 4 группы факторов:

1) конструктивные параметры инъектора (динамика давления в рабочей камере, диаметр и профиль формообразующего элемента и т. д.);

2) доза и физико-химические свойства вводимого вещества (вязкость, дисперсность и т. д.);

3) топографоанатомические особенности участка инъекции (плотность и толщина кожи, выраженность подкожной жировой клетчатки и т. д.);

4) методика применения инъектора.

Учет совокупности этих факторов и их количественная оценка позволили определить условия получения высококачественных инъекций любого заданого типа: внутрикожных, внутрислизистых, подкожных, подслизистых, внутримышечных.

На основе проведенных комплексных экспериментальных, клинических и технических исследований определены параметры, осуществлена разработка опытных образцов и освоен промышленный выпуск безыгольных инъекторов: БИ-1 «Пчелка», БИ-1М, БИ-2, БИ-3, БИ-4, БИ-5, БИ-8.

На практике доказано, что по своим функциональным и эксплуатационным показателям отечественные инъекторы находятся на уровне мировых стандартов.

Миллионы безыгольных инъекций, осуществленные в нашей стране, доказали не только высокое качество самих инъекторов, но и определили ряд преимуществ

струйного способа введения лекарственных веществ по сравнению с традиционным шприцевым: возможность осуществления значительно большего (в 20—40 раз) количества инъекций в единицу времени, безболезненность и высокое качество инъекций, минимальная вероятность передачи «шприцевых» инфекций, быстрое наступление эффекта действия и уменьшение требуемой дозы, высокий ресурс аппаратуры, ее транспортабельность, экономический эффект от применения и др.

В связи с этим заманчивым представляется расширение сферы применения инъекторов и тем самым увеличение контингента пациентов, пользующихся преимуществами способа. Иными словами, речь идет о возможности и целесообразности более широкого внедрения инъекторов в медицинскую практику. Это означает прежде всего научно обоснованное определение сфер их применения.

Исходя из патофизиологической сущности безыгольных инъекций, сопоставления плюсов и минусов инъекторов по сравнению с применением шприцев, необходимо разграничить сферы, где применение инъекторов было бы оптимальным, где возможно, а где нецелесообразно. При таком подходе, на наш взгляд, удастся сократить время внедрения инъекторов в практику и избежать фатального «не прижилось».

Состав инъекторов преимущественно таков, что делает их незаменимыми в эпидемиологической практике, а также в любых других случаях, где требуется в течение короткого времени осуществить большое количество инъекций.

Применение безыгольных инъекторов в целях иммунопрофилактики различных инфекционных заболеваний, в том числе особо опасных (натуральная оспа, холера и др.), позволило резко сократить сроки проведения профилактических мероприятий и одновременно существенно увеличить охват населения прививками. Условия и показания для применения инъекторов в эпидемиологии оказались абсолютными, и время их внедрения в эту область было минимальным.

Существует и другая противоположная область, где инъекторы не могут быть применены, например домашние условия. Между этими крайними точками находятся сферы, где инъекторы могут быть применены, но их преимущества не всегда используются до конца. В этих

условиях вопрос о целесообразности применения безыгольных инъекторов должен решаться индивидуально.

Практически важным является вопрос о возможности и целесообразности применения инъекторов в условиях поликлиники и клинического стационара. Но именно в этих сферах более 100 лет безраздельно господствует игольный шприц.

Для определения рациональности использования инъекторов необходимо провести сравнительную характеристику с применением игольных шприцев. Исследования проводили в условиях клинических отделений хирургического института. Оценивали их результаты как с позиций пациента, так и с позиций оператора, т. е. лица, осуществляющего инъекции. Сопоставляли также особенности самих инъекций. Оказалось, что инъекторы и шприцы обеспечивают эффекты, как специфичные для каждого из них, так и общие.

К эффектам, достигаемым только инъекторами, относится возможность введения веществ в образование плотной консистенции. Накоплен значительный экспериментальный материал по введению с целью химиотерапии паразитоцидных препаратов в альвеококковый узел. Внедрение способа в клинику приведет к повышению радикальности операций.

Подбор соответствующих параметров инъектора позволил добиться создания на раневой поверхности паренхиматозных органов гемостатического инфильтрата. Благодаря этому достигнут не только гемостатический эффект при операциях на паренхиматозных органах, но и желчестаз при операциях на печени, аэростаз при операциях на легких, уростаз при операциях на почках. Как показали клинические наблюдения, при этом значительно расширяется контингент операбельных больных и сокращается число осложнений.

Применение инъекторов позволило разработать способ бесшовного соединения тканей. При этом полимеризующееся вещество, введенное в ткань, создает сложной формы конгломерат, усиливающий механические свойства шва. Все эти эффекты не могут быть получены обычным шприцем.

Только шприцем возможно прицельное введение веществ в любой дозе в любую заданную точку организма, независимо от глубины ее расположения, свойств окру-

жающих тканей и т. п., а также осуществление пункций, отсасываний, промываний (например, полостей).

Общим эффектом, достигаемым как инъекторами, так и шприцами, является возможность осуществления внутрикожных (внутрислизистых), подкожных (подслизистых) и внутримышечных инъекций. Именно в этой области правомерно сравнение инъекторов и шприцев.

Безыгольные инъекции, как и работа с инъекторами, отличаются рядом важных особенностей.

При осуществлении внутрикожных и внутрислизистых инъекций традиционным шприцем инъекции болезненные, их качество не всегда одинаково и зависит от опыта врача (или любого осуществляющего инъекции). При инъекциях в области нижней и особенно верхней челюсти кончик иглы может сломаться, обычно требуется хороший визуальный контроль, выражен отрицательный психологический эффект у пациентов, особенно у детей, связанный с одним только видом иглы.

При использовании для этих целей безыгольного инъектора большинство пациентов отмечают безболезненность инъекций, их качество стабильно высокое и не зависит от опыта врача. Время, необходимое для осуществления инъекции, настолько мало, что позволяет значительно повысить производительность труда, исключена возможность передачи так называемых шприцевых инфекций. Все минусы игольного шприца сохраняются при осуществлении подкожных инъекций. Кроме того, возможно ранение нервов и сосудов с образованием гематом или попаданием вещества в ток крови. Производительность низкая: 30—40 инъекций в час.

Применение инъектора либо полностью устраняет эти минусы (болезненность, передача инфекции и др.), либо значительно уменьшает их (возможность травмы нервов, сосудов и т. п.). Кроме того, инъекторы позволяют осуществить до 1800 инъекций в час, причем ограничением в данном случае является скорость людского потока. В лабораторных условиях современные инъекторы позволяют осуществить до 6000 срабатываний в час.

Качество подкожных инъекций в обоих случаях высокое, тем не менее оно в большей степени зависит от методики применения инъекторов. Имеется в виду правильный выбор режима работы инъектора и места инъекции у пациентов с различными свойствами кожи, сте-

пенью выраженности подкожной жировой клетчатки и т. п.

Большинство отечественных и зарубежных инъекторов могут работать без перерыва (без подзарядки) длительное время, так они могут быть подключены непосредственно к резервуару с препаратом любой емкости.

Разовая доза у инъекторов ограничена и равна 1,0—1,5 мл.

В случаях применения шприца разовая доза может быть любой и лимитируется объемом цилиндра. Возможно также многократное (не вынимая иглы) введение вещества. Кроме того, шприц позволяет регулировать скорость введения лекарств. Особенно четко это проявляется в случае использования капельницы, которая имеет все существенные узлы шприца.

Максимальный диаметр канала сопла инъектора 0,2 мм, что затрудняет введение крупнодисперсных и вязких веществ. Давление в рабочей камере инъектора в момент инъекции достигает высоких цифр — до 300 атм. Этот фактор должен быть учтен при работе с различными живыми вакцинами, так как нельзя исключить возможность травмы подобных препаратов и снижения их активности.

Для полноты сравнения отметим, что смену лекарственного вещества по ходу работы легче осуществлять при применении шприца. В любом случае при заполнении инъектора часть препарата тратится на заполнение рабочей камеры и прокачку.

Сопоставляя все плюсы и минусы обоих аппаратов (шприца и инъектора), можно понять, что целесообразность применения их в каждом конкретном случае должна решаться особо.

При осуществлении внутримышечных инъекций в равной степени действуют все перечисленные факторы. Однако именно при этом типе инъекций наиболее рельефно выступают особенности внедрения и распространения веществ в тканях при их струйном введении. Поскольку канал, по которому вещество проникает в ткани, формируется самим веществом, то при внутримышечных инъекциях отмечается, хотя и в незначительной степени, внутрикожная задержка вещества, задержка небольшой порции на фасции, а в самой мышце — более диффузное распределение вещества. Действие препарата, введенного инъектором, наступает быстрее.

Из анализа осуществления внутримышечных инъекций следует, что безыгольным способом не всегда возможно ввести вещество в заданный участок тканей. Практически невозможно осуществить качественное введение вещества в те места, на путях к которым находятся плотные ткани, например в крупные суставы, спинномозговой канал и т. п. Во всех этих случаях кинетическая энергия струи при встрече с препятствием резко падает, и даже если оно будет преодолено, то значительная часть вещества задержится перед предполагаемым участком инъекции. Инъекторами невозможно осуществление внутривенного введения веществ.

Доза вещества, введенного внутримышечно, всегда будет несколько меньше общей введенной дозы, так как часть ее тратится на формирование канала. Потому введение микродоз на большую глубину принципиально невозможно.

При введении обычно применяемых доз как шприцем, так и инъектором наблюдается обратное вытекание незначительной части вещества.

Распределение веществ, введенных струйным способом, отличается большей диффузностью. Очевидно, поэтому и скорость его рассасывания выше. Интересным оказался факт повышения фармакологической активности препаратов. Одно и то же вещество, введенное в одно и то же место организма, в одной и той же дозе, вызывает разный эффект в зависимости от способа его введения — инъектором или шприцем. Наиболее отчетливо это заметно при инъекциях новокаина. Одновременно показано, что его концентрация в крови при струйном введении также нарастает быстрее и достигает более высоких значений. Аналогичная картина отмечена и при изучении фармакокинетики ампициллина и промедола. Абсолютные цифры концентрации ампициллина в крови при этом в 2—3 раза выше. Общая продолжительность нахождения ампициллина в крови в терапевтической концентрации также больше.

Следовательно, при безыгольном способе введения вещество всасывается быстрее и достигает более высоких концентраций. Эта особенность способа должна учитываться при применении сильнодействующих лекарственных веществ. Внедрение инъекторов поставило, таким образом, ряд новых вопросов по теории действия фармакологических веществ.

Особенность струйных инъекций обусловила специфику их применения в клинике. Применение инъекторов для проведения премедикации у больных перед операцией показало, что для достижения эффекта фентанила и дроперидола требовалось в 3 раза меньше, чем при введении их шприцем. При этом седативный эффект наступал раньше. Кроме того, больные, особенно дети, находящиеся в возбужденном состоянии перед операцией, не боялись таких инъекций, так как не видели иглы.

Успешным оказалось применение безыгольных инъекторов для проведения местной анестезии. Получили широкое распространение инъекторы в стоматологической практике. В этой области они обеспечили важные преимущества, прежде всего безболезненность инъекций. Больные перестали бояться общения со стоматологами, что привело к более ранней обращаемости к врачу. Социальное значение этого факта заключается в том, что он способствует дальнейшему развитию профилактического направления в стоматологии. Во всех случаях инъекции осуществляются легче и они более высокого качества. Именно струйный способ позволил получить качественно новый, недоступный при применении шприца эффект анестезии при терапевтических стоматологических вмешательствах. Повышение эффективности препаратов, в частности местных анестетиков, в 4—5 раз может обусловить значительный экономический эффект. Практически мгновенное наступление анестезии позволяет осуществлять стоматологические вмешательства сразу после проведения анестезии. Тем самым сокращается время пребывания больного у стоматолога, создаются благоприятные условия для психики пациента, увеличивается производительность труда врача.

Внедряется струйный способ и в клинику болезней уха, горла и носа.

Безыгольный инъектор с наконечниками для внутриглоточного и эндоназального введения веществ удобен для проведения местной анестезии при тонзиллэктомии, подслизистой резекции перегородки носа и выполнении всех этапов анестезии при радикальных операциях на верхнечелюстной пазухе. Методика применения инъектора проста и доступна. Анестезия выполняется значительно быстрее, чем при обычном шприцевом способе. Не меняются топографские взаимоотношения тканей, сохраняется хороший обзор операционного поля. Анестези-

рующийся эффект проявляется быстрее и сохраняется более длительно, чем при обычном шприцевом способе.

Гидравлическое отслоение слизистой оболочки и надхрящницы при подслизистой резекции перегородки носа позволяет значительно быстрее и более щадяще произвести всю операцию.

Кровопотеря во время операций меньше, чем при обычной анестезии шприцем с иглой.

В послеоперационном периоде местные реактивные явления и общая реакция больного выражены меньше.

Осложнений, связанных с применением безыгольного инъектора и влияющих на течение и исход операции, не отмечено.

Применение инъектора в травматологической практике также было успешным, особенно при поверхностных травмах. При необходимости вмешательств на глубине, например при хирургических вмешательствах при переломах, инъекторы не обеспечивали должного эффекта. Однако полноценного эффекта можно достичь при использовании соответствующих модификаций инъекторов. Мы имеем в виду гибридные конструкции инъекторов с иглой.

Особенно тщательной должна быть сравнительная характеристика применения инъектора и шприца в условиях стационара.

С точки зрения пациента инъектор предпочтительнее, поскольку инъекции безболезненные, больной не видит иглы, невозможна передача «шприцевых» инфекций, а сами инъекции высокого качества.

С точки зрения оператора инъекторы громоздки, модели БИ12 и БИ-3 требуют взведения и неудобны при переходе из палаты в палату. Сама же инъекция осуществляется легко.

Инъекторы не требуют частой стерилизации, но за ними необходим специальный уход. Эксплуатация инъекторов допустима только лицами, прошедшими специальный инструктаж. Уход за инъектором сложнее, чем за шприцем. При введении лекарств инъектором необходима меньшая доза препарата, однако при замене одного препарата другим на прокачку инъектора требуется израсходовать 2—3 дозы.

При неиспользовании всего объема заправленного в инъектор вещества встает проблема его сохранения (в специальном холодильнике под замком). В условиях

клиники экономии лекарственных веществ не наблюдается.

Существующими конструкциями инъекторов невозможно введение больших доз (более 1,5 мл), в то время как при использовании шприца доза не ограничена.

Инъектором невозможно осуществление внутривенных инъекций. Шприцем возможны инъекции любого вида, кроме того, шприц позволяет регулировать темп введения, а у инъектора время фиксированное и равно десятым долям секунды.

Исходя из патофизиологической сущности струйной инъекции, понятно, что инъектором невозможно осуществление инъекций на большую глубину, прицельное введение вещества в заданную точку тела, введение вещества в участок, перед которым находятся более плотные ткани (например, полость крупного сустава).

При использовании шприца возможно точное введение в любой заданный участок тела любого количества вещества. Обратим внимание еще на полифункциональность игольного шприца: возможность пункции, отсасывания, промывания полостей и т. п.

Инъекторы намного экономичнее шприца. Подсчитано, что, несмотря на более высокую стоимость инъектора, его применение в течение гарантийного ресурса (200 000 срабатываний) даст экономический эффект около 9000 р. Шприцы же часто бьются, иглы засоряются, ломаются.

Тем не менее, оценивая все положительные и отрицательные стороны применения инъекторов в условиях клинического стационара, мы пришли к заключению, что использование инъекторов именно в этих условиях области пока нецелесообразно.

Применение инъекторов не ограничивается только рамками медицины. Они могут использоваться всюду, где осуществляется парентеральное введение веществ. Это относится прежде всего к биологии, животноводству, ветеринарии. Только благодаря многочисленным экспериментальным исследованиям стало возможным широкое применение инъекторов в медицине. В то же время все эти исследования дали прямой ответ о возможности, целесообразности и условиях осуществления безыгольных инъекций различным животным.

В целом параметры инъекторов для медицинской практики лишь незначительно отличаются от таковых,

например, для ветеринарной практики [Гигаури В. С., 1977]. Отличие этих безыгольных инъекторов от медицинских может быть в конструктивном исполнении с учетом особенностей конкретной сферы их применения (например, в полевых условиях или на ферме, для крупного рогатого скота или для мелких животных и т. п.).

В. Г. Звозчик, Л. С. Сегал и В. А. Богдан (1973), Д. Д. Новак, Н. В. Душенин, Б. В. Смоляров и др. (1974) сообщили о результатах многолетних испытаний модификаций инъекторов для внутрикожной туберкулинизации крупного рогатого скота. Струйный способ введения туберкулина не требовал фиксации животных и осуществлялся в 3—4 раза быстрее. Для безыгольного введения аллергена достаточно приложить сопло инъектора к коже, не собирая ее в складку. Судя по реакции животных на «укол», безыгольное введение менее болезненно. Качество инъекций высокое и контролируется по наличию осязаемого под пальцем и видимого на выстриженной коже бугорка, переходящего через 20—30 мин в характерную для первичной реакции припухлость.

Специфичность безыгольной туберкулинизации аналогична игольному введению аллергена. Производительность труда при безыгольном способе введения туберкулина ограничивается лишь скоростью подачи животных или доступом оператора к ним, составляя в среднем 300 голов в час на одного ветспециалиста.

Особенности распределения веществ, введенных струйным способом, в мышечных тканях позволили начать исследования по применению безыгольных инъекторов в мясо-молочной промышленности при обработке мяса и мясопродуктов на этапе шприцевания. Исследования проведены совместно с кафедрой технологии мяса и мясопродуктов Московского технологического института мясной и молочной промышленности [Большаков А. С., Гигаури В. С., Попова Е. Б., Боресков В. Г., 1973]. Объемом исследования служили образцы мышечной ткани, выделенные из задней части говяжьих и свиных полутуш, охлажденных и дефростированных.

Анализ полученных результатов показал, что область распространения посолочных веществ при безыгольном шприцевании такая же, как и при использовании игольного шприца, а характер распределения более диффузный. Это привело к сокращению времени, необходимого для посола, на несколько дней. При широком внедрении

«способа можно ожидать значительный экономический эффект.

Первые результаты экспериментального посола в заводских условиях дали обнадеживающие результаты. Наметилась перспектива автоматизировать этот трудоемкий процесс.

Весьма интересными оказались исследования по применению инъекторов при производстве различных сыров. При сохранении высоких органолептических показателей значительно укорачивался технологический процесс.

Отмечается еще ряд интересных сфер применения безыгольных инъекторов в народном хозяйстве. Однако эти вопросы выходят из рамки настоящей работы.

Таким образом, подводя итог обсуждению вопроса о разработке и применении безыгольных инъекторов, можно говорить о появлении нового самостоятельного способа парентерального введения веществ. Безыгольные инъекторы обладают рядом преимуществ перед традиционным шприцем, однако создание мощных, высокопроизводительных и специальных инъекторов не предполагает замену традиционных шприцев. Задача состоит в определении наиболее рациональных сфер применения каждого из них.

Медицинская практика обогатилась новым высокоэффективным способом и мощной аппаратурой, которые удовлетворяют современные требования к парентеральному введению веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агафонов В. И., Бабкин Е. И., Булатова Т. И.* и др. Безыгольный метод иммунизации ассоциированными сорбированными вакцинами. — *Воен.-мед. журн.*, 1974, № 12, с. 44—48.
- Агафонов В. И., Бабкин Е. И., Вдовин Д. Г.* и др. Сравнительная характеристика производительности различных методов иммунизации против чумы. — *Журн. микробиол.*, 1972, № 11, с. 106—112.
- Агафонов В. И., Беляков В. Д., Ишкильдун М. И.* и др. Иммунологическая эффективность прививок против оспы и туляремии безыгольным способом. — *Воен.-мед. журн.*, 1973, № 4, с. 48—54.
- Агафонов В. И., Воробьев А. А., Беляков В. Д.* и др. Опыт проведения вакцинации против оспы безыгольным методом. — *Воен.-мед. журн.*, 1969, № 6, с. 48—50.
- Агафонов В. И., Воробьев А. А., Некрасов И. Л.* и др. Техника проведения вакцинации безыгольным инъектором БИП-4. — *Воен.-мед. журн.*, 1970, № 7, с. 51—52.
- Азрельян Б. А., Гигаури В. С., Смоляров Б. В.* Новые аспекты проблемы местной анестезии в стоматологии. — *Стоматология*, 1973, № 6, с. 49—51.
- Акатова-Шелухина Э. М., Федоров В. В., Чимишкян К. Л.* и др. Инструкция по применению оспенной вакцины методом безыгольной инъекции. Утверждена председателем Комитета вакцин и сывороток МЗ СССР 24 июля 1967 г.
- Аксенов Л. А., Доброва И. Н., Касьянова Н. В.* и др. Вакцинопрофилактика кори с помощью безыгольных шприцев. — В кн.: Специфическая профилактика кори. Материалы научно-практической конференции. Л., 1970, с. 101—105.
- Анджапаридзе О. Г., Унанов С. С., Яковлева Т. В.* и др. Сравнительное изучение эффективности двух вариантов живой коревой вакцины из штамма Л-16 при различных методах введения. — *Журн. микробиол.*, 1970, № 12, с. 77—81.
- Архипов В. В., Гинзбург Н. Н., Левина Е. Н.* и др. Сибирская язва. — М., 1975.
- Бахур Е. А., Науменко Ю. И., Спотаренко С. С.* О возможности использования безыгольного инъектора Кранца для введения гамма-глобулина. — *Журн. микробиол.*, 1972, № 10, с. 94—96.
- Белиан В. А., Штарке Г.* К профилактике гриппа у детей и подростков. — В кн.: Материалы XV Всесоюзного съезда эпидемиологов, микробиологов и инфекционистов (тезисы докладов), часть II. Тбилиси, 29-сент. — 3 окт. 1970 г. М., 1970, с. 365—366.
- Беляков В. Д.* Иммунопрофилактика в эпидемиологии. — М., Медгиз., 1961.

- Беляков В. Д.* Новое в профилактике оспы. — Воен.-мед. журн., 1967, № 1, с. 52—57.
- Беляков В. Д.* Состояние иммунопрофилактики в СССР и за рубежом и перспективы научных исследований. — Вестн. АМН СССР, 1975, № 4, с. 3—11.
- Беляков В. Д., Глебович О. В., Рыбалко* и др. Эффективность комплексной иммунизации против брюшного тифа, столбняка, оспы, туберкулеза при обычных методах введения препаратов и с помощью безыгольного инъектора. — В кн.: Вопросы иммунопрофилактики и иммунодиагностики. Кишинев, 1970, с. 273—274.
- Беляков В. Д., Ишкильдн М. И., Хохлов Д. Т.* и др. Некоторые особенности безыгольных инъекторов различных моделей. — Воен.-мед. журн., 1973, № 1, с. 54—57.
- Беляков В. Д., Некрасов И. Л., Филиппов А. М.* и др. Реактогенность и иммунологическая эффективность прививок при безыгольном введении вакцины. — Воен.-мед. журн., 1964, № 4, с. 51—53.
- Большаков А. С., Гигаури В. С., Попова Е. Б.* и др. Применение безыгольного шприцевания для посола мясопродуктов. — ЦНИИ технико-экономической информации. Серия «Лесная и птицеперерабатывающая промышленность», 1973, вып. 14, с. 48.
- Брегадзе И. Л., Милонов О. Б., Гигаури В. С.* и др. Способ лечения альвеококкоза. — В кн.: Материалы симпозиума по клиническому и экспериментальному применению новых методик и аппаратуры. М., ВНИИК и ЭХ МЗ СССР, 1973, с. 33—35.
- Бургасов П. Н.* Холера Эль-Тор. — М.: Медицина, 1971.
- Бургасов П. Н., Гапочко К. Г.* Вакцинопрофилактика в США. — Журн. микробиол., 1959, № 10, с. 130—136.
- Бургасов П. Н., Гарин Н. С.* Оценка экспрессных методов массовой иммунизации людей. — Воен.-мед. журн., 1964, № 3, с. 41—44.
- Бургасов П. Н., Гигаури В. С., Смоляров Б. В.* Конструкция, повышающая качество распределения вещества при безыгольных инъекциях. — Журн. микробиол., 1974, № 12, с. 59—62.
- Бургасов П. Н., Николаевский Г. П.* Натуральная оспа. — М.: Медицина, 1972.
- Виноградова Т. Ф., Рыбакова Т. А., Максимова О. П.* Введение лекарственных веществ в слизистую оболочку полости рта с помощью безыгольного инъектора. — В кн.: Современные проблемы заболевания пародонта. Труды VI Всесоюзного съезда стоматологов. М., 1976, с. 322—324.
- Воробьев А. А., Лебединский В. А.* Итоги и перспективы разработки массовых способов вакцинации. — Вестн. АМН СССР, 1975, № 4, с. 45—54.
- Воробьев А. А., Некрасов И. Л., Бандаков Л. Ф.* Безыгольный способ введения биопрепаратов в организм. — М.: Медицина, 1972.
- Выржиковская М. Ф., Бандаков Л. Ф.* Рентгенологический метод исследования введения жидкости под кожу безыгольным инъектором. — Мед. техника, 1967, № 4, с. 29—33.
- Гигаури В. С.* Возможные осложнения при безыгольном способе введения веществ в ткани организма. — В кн.: Клиническое и экспериментальное применение новых методик и аппаратуры. М., 1972, вып. 3, с. 3—5.
- Гигаури В. С.* Клиническое применение безыгольных инъекторов. — М., ВНИИК и ЭХ МЗ СССР, 1977.

- Гигаури В. С., Смоляров Б. В. Безыгольные инъекции. — М., ВНИИК и ЭХ МЗ СССР, 1976.
- Горбунова А. С., Миловидова Н. И. Вакцинопрофилактика гриппа. — В кн.: Некоторые вопросы специфической профилактики вирусных заболеваний. Научный обзор. М., 1974.
- Джарылгасов С. А., Баканов Р. А. Полуавтоматический многодозовый струйный инъектор. Воен.-мед. журн., 1956, № 1, с. 91—92.
- Звозчик В. Г., Сегал Л. С., Богдан В. А. Безыгольная туберкулинизация крупного рогатого скота. — Ветеринария, 1973, № 7, с. 44—46.
- Игнатов Ю. И., Аксенов Л. А., Селидовкин Д. А. Об опыте организации и проведения массовых противохолерных прививок с применением безыгольных инъекторов. — В кн.: Труды противочумных учреждений СССР. Проблемы особо опасных инфекций. Саратов, 1973, № 3, с. 31—33.
- Ишкильдун М. И., Григорьев Р. Н. Экспериментальное изучение эффективности одномоментных прививок безыгольным методом против туберкулеза, оспы и столбняка. — Журн. микробиол., 1971, № 6, с. 71—76.
- Ладный И. Д. Проблемы и перспективы глобальной программы ликвидации натуральной оспы. — Журн. микробиол., 1973, № 12, с. 14—19.
- Лев М. И., Сергейчик И. И., Куликов И. А. Сравнительная оценка безыгольного, шприцевого и скарификационного методов введения веществ. — Воен.-мед., журн., 1972, № 9, с. 55—57.
- Маренникова С. С. Иммунопрофилактика оспы в современных условиях. — Вести. АМН СССР, 1975, № 4, с. 33—37.
- Мелемука И. В., Гигаури В. С., Смоляров Б. В. и др. — Медикотехнические особенности введения лекарственных препаратов в стенку трахей и бронхов. — Мед. техника, 1973, № 3, с. 42—44.
- Милонов О. Б., Гигаури В. С., Готье С. В. и др. Аспекты применения клея МК-6 при операциях на печени. — В кн.: Новое в хирургии. Сборник научных трудов ВНИИК и ЭХ МЗ СССР. VIII научная сессия. М., 1976, с. 85—87.
- Милонов О. Б., Гигаури В. С., Млынчик В. Е. и др. Новые способы остановки паренхиматозного кровотечения при операциях на печени. — В кн.: Актуальные вопросы современной хирургии. Петрозаводск, 1974, с. 81—83.
- Милонов О. Б., Млынчик В. Е., Гигаури В. С. и др. Остановка кровотечения при операциях печени. — В кн.: Тезисы докл. ХХІХ Всесоюзн. съезда хирургов. Киев, «Здоровья», 1974, с. 124—126.
- Милонов О. Б., Млынчик В. Е., Готье С. В. В кн.: Актуальные вопросы хирургической гастроэнтерологии. Курск, 1975, с. 88—89.
- Млынчик В. Е., Гигаури В. С., Акимова А. Я. и др. Способы применения клея МК-6 при операциях на паренхиматозных органах. — В кн.: Материалы симпозиума по клиническому и экспериментальному применению новых методик и аппаратуры. М., ВНИИК и ЭХ МЗ СССР, 1973, с. 38—40.
- Некрасов И. Л. Иммунологическая эффективность прививок при безыгольном способе введения вакцин. — В кн.: Материалы итоговой научной конференции слушателей академии. Л.: ВМОЛА, 1964, с. 213—214.
- Никифоров В. Н., Щербак Ю. Ф., Гигаури В. С. и др. Безыгольный способ проведения новокаиновой блокады при радикулитах у

- больных хроническим бруцеллезом. — Сов. мед., 1974, № 4, с. 148.
- Николаевский Г. П.* Об эффективности различных методов иммунизации против оспы. — Журн. микробиол., 1969, № 4, с. 91—95.
- Николаевский Г. П., Попова Е. Б.* История развития безыгольного струйного способа введения веществ и аппаратуры для его осуществления. — Сов. мед., 1975, № 3, с. 50—53.
- Новак Д. Д., Душенин Н. В., Смоляров Б. В.* и др. Туберкулинизация крупного рогатого скота безыгольным инъектором. — Ветеринария, 1974, т. 5, с. 58—60.
- Олсуфьев Н. Г., Угловой Г. П.* О применении безыгольного шприца для противотуляремийной вакцинации. — Журн. микробиол., 1970, т. 4, с. 93—95.
- Перельман М. И.* Новые методы диагностики и лечения в хирургии легких. — В кн.: Новое в хирургии. Сборник научных работ ВНИИК и ЭХ МЗ СССР. VIII сессия. М., 1976, с. 57—61.
- Перельман М. И., Гигаури В. С., Князева Г. Д.* и др. Клеевой способ герметизации легкого с помощью безыгольного инъектора. — Хирургия, 1976, № 10, с. 104.
- Перельман М. И., Петров В. И., Гигаури В. С.* и др. Применение новых технических средств в хирургии легких, трахей, бронхов и пищевода. — В кн.: Тезисы докладов I съезда Всесоюзного научного медико-технического общества. Москва, 21—23 ноября 1975 г. Ч. I. М., 1975, с. 96—97.
- Петровский Б. В.* Основные итоги 10-летней работы института и его перспективы. — М., ВНИИК и ЭХ МЗ СССР, 1973.
- Петровский Б. В.* Достижения современной хирургии и травматологии. Вестн. АМН СССР. 1975, т. I, с. 13—24.
- Петровский Б. В., Гигаури В. С.* Применение безыгольных инъекторов в медицинской практике. — Клин. мед., 1975, № 6, с. 11—15.
- Петровский Б. В., Гигаури В. С., Млынчик В. Е.* Способ остановки паренхиматозного кровотечения. — Экспер. хир., 1973, т. 5, с. 3—5.
- Пилипенко В. Г., Мирошниченко М. А., Локтев Н. А.* Иммунизация ассоциированными ди- и тривакцинами против чумы, туляремии и сибирской язвы при помощи безыгольного инъектора. — Журн. микробиол., 1974, т. 5, с. 59—64.
- Рогачев В. Т.* Методика обработки параметров безыгольного инъектора с пружинным приводом для обеспечения внутрикожного введения медицинских препаратов. — В кн.: Материалы симпозиума по клиническому и экспериментальному применению новых методик и аппаратуры. М. ВНИИК и ЭХ МЗ СССР, 1973, с. 196—110.
- Рогачев В. Т., Смоляров Б. В.* Безыгольные инъекторы. — Мед. техника, 1974, № 5, с. 52—54.
- Родин В. И., Синяк К. М., Карасева И. А.* и др. Опыт применения безыгольного шприца «Дермо-Джет» инъектора Кранца для массовой вакцинации против кори. — В кн.: Материалы проблемной комиссии АМН СССР. Корь, вирусные энцефалиты, полиомиелит. М., 1968, вып. 3., с. 95—98.
- Рыбаков А. И., Гигаури В. С., Конобецев О. Ф.* и др. Перспективы использования безыгольного струйного способа местной анестезии в стоматологии. — В кн.: Материалы симпозиума по кли-

- ническому и экспериментальному применению новых методик и аппаратуры. М., 1973, с. 140—142.
- Рыбиков А. И., Гигаури В. С., Конобевцев О. Ф. и др.* Безыгольные инъекторы в стоматологической практике. — В кн.: Тезисы докладов I съезда Всесоюзн. науч. медико-технического общества. М., 1975, с. 131.
- Салтыков Р. А., Некрасов И. Л., Лесняк О. Т. и др.* Иммунизация живой сибиреязвенной вакциной СТИ при помощи безыгольного инъектора. — Журн. микробиол., 1971, № 5, с. 52—54.
- Селидовкин Д. А., Игнатов Ю. И., Аксенов Л. А.* Опыт применения безыгольных инъекторов для массовой иммунизации против инфекционных заболеваний. Сообщение I. Сравнительная оценка работы различных моделей безыгольных инъекторов. — Журн. микробиол., 1974, № 8, с. 81—84.
- Селидовкин Д. А., Игнатов Ю. И., Аксенов Л. А.* Опыт применения безыгольных инъекторов для массовой иммунизации против инфекционных болезней. — Журнал микробиол., 1975, № 8, с. 96—89.
- Сумароков А. А., Леликов В. Л., Джапаридзе М. Н. и др.* Изучение реактогенности и иммунологической эффективности холероген-анатоксина (материалы контролируемого эпидемиологического опыта). — Журн. микробиол., 1974, № 11, с. 31—37.
- Сухомлина Р. А., Попова Е. Б., Азерельян Б. А. и др.* Рентгенологический контроль струйных инъекций в слизистую оболочку полости рта. — Стоматология, 1974, № 3, с. 16—18.
- Челидзе Л. П., Джаши Л. М.* Безыгольный инъектор в стоматологии. — Тбилиси: Сабчота медицина, 1977.
- Шакарашвили Н. В.* Возможность применения безыгольных инъекторов для введения инсулина. — Тбилиси: Сабчота медицина. 1978, т. 6, с. 42—44.
- Шахтмейстер И. Я., Гигаури В. С., Иванов Л. В.* Безыгольный струйный способ введения лекарственных веществ в организм при лечении различных дерматозов. — В кн.: Труды II МГМИ. Серия Кожные и венерические болезни. М., 1975, т. 52, вып. I, с. 119—120.
- Шахтмейстер И. Я., Гигаури В. С., Иванов Л. В. и др.* Применение безыгольных инъекторов отечественного производства в дерматологической практике. — Вестн. дерматол., 1974, № 7, с. 76—78.

- Agboton Y.* Les injecteurs sans aiguille. II. Dermojet et Multijet. — Med. Afr. Noire, 1969, v. 16, Nsp., p. 33—37.
- Anderson E.* Smallpox immunisation. — Practitioner, 1965, v. 195, N 1167, p. 281—283.
- Anderson E., Lindberg R., Hunter D.* Report of large-scale trial of jet injection in immunisation for influenza. — J.A.M.A., 1958, v. 167, N 5, p. 549—552.
- Arefian D., Joseph L., Henry J. et al.* Clinical evaluation of a syringe loaded gun. — Oral. Surg., 1972, v. 33, N 2, p. 168—172.
- Beclard F.* Presentation of Jet Injector of Galante H. — Bull. de l'Acad. Imp. de Med. Paris. 1866, v. 32, p. 327.
- Benenson A. S.* Mass immunisation by the jet injector. — In: Proc. Intern. Symp. Immunol. Opatya, 1959, p. 393—399.

- Benenson A. S., Mosley W., Fahimuddin M. et al.* Cholera vaccine field trials in East Pakistan. 2. Effectiveness in the field. — *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 1968, v. 38, N 3, p. 359—372.
- Benkert J., Schmidt G., Menzel G.* Uber international Erfahrungen mit Impfautomaten. — *Z. militärmed.*, 1971, v. 12, N 1, p. 43—51.
- Bennett C. R., Mundell R., Monheim L.* Studies of tissue penetration characteristics produced by jet injection. — *J.A.M.A.*, 1971, v. 83, N 3, p. 625—629.
- Bres P., Robin Y.* Les injecteurs sans aiguille. I. Ped-o-Jet (Considerations particulieres a son emploi pour la vaccination BCG). — *Med. Afr. Noire*, 1969, v. 16, Nsp., p. 29—31.
- Brody Daniel A.* Цит. по: Larrick L. E., Thompson R. L. — *J. Invest. Derm.*, 1949, v. 13, p. 361—370.
- Carnus H. (Карню Г.)* Влияние безыгольного инъектора на жизнеспособность бактериальных клеток лиофилизированной вакцины БЦЖ для внутрикожного введения. — *Бюлл. ВОЗ*, 1975, 51, № 1, с. 94—96.
- Coon W., Hodgson P., Hinnerman D.* Fundamental problems in jet injection. — *Am. J. Med. Sci.*, 1954, v. 227, N 1, p. 39—45.
- Das Gupta A.* Controlled field trial of the effectiveness of cholera El-Tor vaccines in Calcutta. — *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 1967, v. 37, N 3, p. 371—385.
- Diop Mar I., Sarrat H., Robin Y. et al.* Vaccination anticholérique par voie intradermique au Ped-o-Jet. — *Med. Afr. Noire*, 1971, v. 16, N 2, p. 197—200.
- Edwards E., Jonson D. P., Peirce W. E. et al.* Общие и серологические реакции на брюшнотифозную вакцину и вакцину TAB, вводимые по методу безыгольной инъекции. — *Бюлл. ВОЗ*, 1975, 51, 5, с. 481—485.
- Elisberg B., McCown J., Smadel J.* Vaccination against small pox. II. Jet injection of chorio-allantoic membrane vaccine. — *J. Immunol.*, 1956, 77, N 2, p. 340—351.
- Epstein S.* Pressure injection of local anesthetics: clinical evaluation of an instrument. — *J.A.M.A.*, 1971, v. 82, N 2, p. 374—378.
- Foege W., Millar J., Lane J.* Selective epidemiologic control on smallpox eradication. — *Am. J. Epidemiol.*, 1971, v. 94, N 4, p. 311.
- Garellek A.* Clinical evaluation of a jet injector for local anesthesia. — *J. Canad. Dent. Ass.*, 1967, v. 33, N 6, p. 329—332.
- Galeff C.* La vaccination directe BCG par injecteur sous pression sans aiguille. Premieres evaluation au Gabon eu campagne de masse. — *Med. Trop.*, 1968, v. 28, N 6, p. 746—759.
- Gaylarde P.* Penetration and dose of injections with the Porton jet injector. — *Brit. J. Derm.*, 1972, v. 68, N 1, p. 83—86.
- Girier L., Berthelot P., Phelippon M.* Vaccination collectives par appareil automatique e injection par jet transculane. — *Rev. Corps Sante Armees*, 1966, v. 7, N 1, p. 147—156.
- Griffitts M., Davitt M., Brindle T.* Intradermal BCG vaccination by jet injection. — *Brit. Med. J.*, 1965, v. 1, N 5458, p. 399—401.
- Hallegouarch M.* Evaluation du cout de la rougeole et de sa prevention en Afrique d'apres une experience darcoise. — *Med. Afr. Noire*, 1969, v. 16, p. 67—70.
- Hendrickse R. G., Montefiore D., Sherman P. et al.* Comparative trial of further attenuated measles vaccines. — *Brit. Med. J.*, 1966, v. 1, N 5490, p. 779—781.

- Hingson R. A.* The historical development of jet injection. A new method of drug administration. — *Anaesth. Analg.*, 1947, v. 26, p. 221.
- Hingson R. A., Davis H., Bloomfield R.* et al. Mass inoculation of the Salk Polio vaccine with the multiple dose jet injector. — *Gen. Pract. (Kansas)*, 1957, v. 15, N 5, p. 94.
- Hingson R. A., Davis H., Rosen M.* The Historical development of jet injection and mass therapy based upon two decades experience. — *Milit. Med.*, 1963, v. 126, N 6, p. 516—524.
- Hingson R. A., Davis H., Rosen M.* Clinical experience with one and half million jet injections in parenteral therapy and preventive medicine. — *Milit. Med.*, 1964, v. 128, N 6, p. 525—528.
- Hingson R. A., Easley E., Gray A.* et al. Hypospray administration of penicillin in the treatment of gonorrhea. — *J. Ven. Dis.*, 1948, v. 29, p. 61—62.
- Hingson R. A., Figge F. H. J.* A survey of the development of jet injection in parenteral therapy. — *Anesth. Analg.*, 1952, v. 31, N 6, p. 361—366.
- Hingson R. A., Krantz A.* Origeny perfeccionamiento del inyector a pression de uso manual para programas de immunization en gran escala. — *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.*, 1967, v. 63, p. 467—478.
- Hirsh H., Welch H., Milloff B.* et al. Administration of penicillin and streptomycin by means of the hypospray apparatus (Jet Injection): Absorption, Toxicity and Stability. — *J. Lab. Clin. Med.*, 1948, v. 33, p. 805—810.
- Hitch J., Raleigh N.* Abstract of discussion. — *Arch. Derm.*, 1951, v. 64, p. 327—339.
- Howard-Jones N.* A clinical study of the origins and early development of hypodermic medication. — *Hist. Med. a. Allied. Sci.*, 1947, v. 2, p. 201—249.
- Hughes J., Jordan R., Hills F.* Jet injection in pediatric practice. — *Pediatrics*, 1949, v. 3, p. 801—811.
- Kirschenheuter F.* Beobachtungen bei der Grippe-Impfung mit einem Injektor ohne Nadel. — *Z. für Arbeitsmed. arbeitsschutz.*, 1965, N 15, p. 244—245.
- Krantz A.* L'injecteur sans aiguilles «Dermo-Jet». — *La Press. Med.*, 1959, v. 67, N 48, p. 1807.
- Krantz A.* Der Druck-Injektor «Dermo-J-et». — *Munch. med. Wochenschrift*, 1960, v. 14, p. 2034—2035.
- Krohn S., Spriggs J., Dabbs C.* New method of postoperative anorectal analgesia. — *Amer. J. Surg.*, 1951, v. 82, p. 275—277.
- Kutscher A., Hymen G., Zegarelli E.* et al. A Comparative evaluation of the jet injection technique (Hypospray) and the hypodermic needle for the parenteral administrations of drugs, a controlled study. — *Amer. J. Med. Sci.*, 1962, v. 244, N 3, p. 418—420.
- Lafaix C.* Les possibilités d'association des vaccins antirougeoleux vivants. — *Med. Afr. Noire*, 1969, v. 16, N 14, p. 47—50.
- Larrick L., Thompson R.* The hypospray and its relation to dermatology. — *J. Invest. Derm.*, 1949, v. 13, 361—370.
- Lin N., Hingson R. A., Allwood-Pareder J.* Mass immunisation campaign in El Salvador, 1969 Evaluation of receptivity and recommendation for future campaigns. — *HSMHA Hlth. Rep.*, 1971, v. 86, N 12, p. 112—121.

- Lipson M., Carver D., Eleff M. et al.* Antibody response to poliomyelitis vaccine administered by jet injection. — *Am. J. Publ. Hlth.*, 1958, v. 48, N 5, p. 599—603.
- Lochhart M.* Цит. по: Hingson R. A., Davis H., Rosen H. *Milit. Med.*, 1963, v. 128, N 6, 516—524.
- Mardon K., Olakowski M.* Szczepienia BCG metoda wtysniec sroskonych za pomoca aparatu dermo-jet «AKRA». 2. Winiki badan tuberculinowych po 12 miesiacach od szczepienia BCG. — *Gruzlica*, 1971, v. 39, N 11, p. 1053—1062.
- Margetis P., Quarantillo E., Lindberg R.* Jet injection local anesthesia in dentistry. — *US armed Forces Med. J.*, 1958, v. 9, p. 625—633.
- Meyer H., Bernheim B., Rogers N.* Titration of live measles and smallpox vaccines by jet inoculation of susceptible children (29753). — *Proc. Soc. Exper. Biol.*, 1965, v. 118, p. 53—57.
- Meyer H., Hostetter D., Bernheim B. et al.* Response of Volta Children to jet inoculation of combined live measles, smallpox and yellow fever vaccine. — *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 1964, v. 30, N 6, p. 783—794.
- Millar J., Roberto R., Wulff H.* Smallpox vaccination by intradermal jet injection: I. Introduction, background and results of pilot studies. — *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 1969, v. 41, N 6, p. 749—760.
- Mosley W. H.* A role of immunity in cholera. A review of epidemiological and serological studies. — *Tex. Rep. Biol. Med.*, 1969, v. 27, p. 227—241.
- Neff J., Millar J., Roberto R. et al.* Smallpox vaccination by intradermal jet injection: 3. Evaluation in wellvaccinated population. — *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 1969, v. 41, N 6, p. 771—778.
- Perkin F. S.* Jet hypodermic injectors for use in diabetes. — *J. Amer. Diab. Ass.*, 1966, v. 195, p. 500.
- Perkin F. S., Told G., Broun T. et al.* Jet injection of insulin in treatment of diabetis mellitus. — *Proc. Amer. Diabetis Ass.*, 1950, v. 10, p. 185—189.
- Popescu A.* Vaccinarile colective si folosirea injectoarelo fara ac. — *Rev. sanit. milit.*, 1971, v. 74, N 2, p. 135—142.
- Preston R., Goldman L., Thompson R.* Use of the Hypospray in dermatology. — *Arch. Derm.*, 1951, v. 64, p. 327—339.
- Rey M.* La vaccination contre la rougeol par vaccins vivants. Deux experience en Afrique tropicale (Senegal). — *Press. Med.*, 1965, v. 73, p. 2729—2734.
- Rey M., Sack M., Gbero P. et al.* La rougeole au Senegal apres troies and de vaccination de masse. — *Med. Afr. Noire*, 1971, v. 16, N 2, p. 173—186.
- Roberto R., Wulff H., Miller J.* Smallpox vaccination by intradermal jet injection: 2. Cutaneous and serological responses to preliminary vaccination in children. — *Bull. Wld Hlth Org.*, 1969, v. 41, N 6, p. 761—769.
- Rossier E., Hiez R.* Essai clinique d'un vaccin mixte contre la dichte-rie, le tetanos et la coqueluche, administre par voie intradermique au moyen du «Dermo-Jet». — *Schweiz. med. Wschr.*, 1968, v. 98, N 41, p. 1602—1608.
- Schwidetzky O.* History of needles and syringes. — *Anesth. Analg.*, 1944, v. 23, p. 34—38.
- Servain J.* De l'Aquapuncture dans certain affection nervenses. — *Bull. Gen. de Therap. Paris*, 1872, v. LXXXIII, p. 234.

- Servain J.* De l'Aquapuncture. Thesis for Doctorate in Medicine of Faculty of Medicine of Paris. — Paris, 1876, N 99.
- Spiess H., Luders D.* Injektion ohne nadel. — Monatschrift. Kinderheilkunde, 1964, v. 112, p. 194—198.
- Stanfield J., Bracken P., Waddell K.* et al. Diphtheria-Tetanus — Pertussis immunisation by intradermal jet injection. — Brit. Med. J., 1972, v. 3, N 5807, p. 197—199.
- Ten Dam H., Fillastre C., Conge G.* et al. Use jet injectors in BCG vaccination. — Bull. Wld Org., 1971, v. 43, N 5, p. 743—756.
- Towle R.* New horisont in mass inoculation. — Publ. Hlth. Rep., 1960, v. 75, N 6, p. 471—475.
- Warren J., Zihert F., Kish A.* et al. Large scale administration of vaccine by means of an automatic jet injection syringe. — J.A.M.A., 1955, v. 157, N 8, p. 633—637.
- Weller C., Linder M.* Jet injection of insulin VS the syringe-and-needle method. — J.A.M.A., 1966, v. 195, N 10, p. 844—847.
- Zijf M., Contreras V., Schmidt F.* Use of the hypospray jet injector for the intraarticular and local administration of hydrocortison acetate. — Ann. Rheum. Dis., 1956, v. 15, p. 227—232.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие (академик Б. В. Петровский)	3
Введение	5
Часть I.	
СТРУЙНЫЙ БЕЗЫГОЛЬНЫЙ СПОСОБ ВВЕДЕНИЯ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМ И АППАРАТУРА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ	9
Глава 1. Изучение факторов, влияющих на проникнове- ние в ткани и распространение в них веществ, введенных безыгольным струйным способом	9
1.1. Исследование и обоснование основных конструктивных параметров инжектора	10
1.1.1. Влияние геометрии втулки-удлинителя на проник- новение вещества в кожу	11
1.1.2. Влияние динамики давления перед соплом на про- никновение вещества в ткани	13
1.1.3. Влияние диаметра сопла на глубину проникнове- ния препарата	20
1.1.4. Влияние формы прижимной площадки на глубину и характер распространения вещества в тканях	22
1.2. Влияние дозы и свойств вводимого вещества на характер струйных инъекций	32
1.3. Влияние свойств тканей в месте инъекций на распрост- ранение вещества	34
1.4. Влияние методики применения инжектора на характер инъекции	35
Глава 2. Особенности безыгольных инъекций	37
2.1. Особенности глубины проникновения и формы распрост- ранения вещества при струйных инъекциях	37
2.2. Различные форм введенного вещества от топографо-анато- мических особенностей участка	44
2.3. Особенности рассасывания веществ, введенных безыголь- ным инжектором	45
2.4. Особенности фармакокинетики лекарственных веществ, введенных струйным способом	48
2.4.1. Динамика концентрации ампициллина в крови при струйном и игольно-шприцевом способах введения	48
2.4.2. Динамика концентрации новокаина в крови при струйном и игольно-шприцевом способах введения	52
2.4.3. Особенности фармакокинетики промедола при вве- дении его безыгольным струйным способом	54

Глава 3. Конструкция безыгольных инъекторов	56
3.1. Структурная и классификационная схема безыгольных инъекторов	56
3.2. Безыгольный инъектор БИ-1 «Пчелка»	66
3.3. Безыгольные механические инъекторы БИ-1М и БИ-8	70
3.4. Безыгольный механический инъектор БИ-2	71
3.5. Безыгольный гидравлический инъектор БИ-3	77
3.6. Безыгольный гидравлический инъектор БИ-4	79
3.7. Универсальный безыгольный инъектор БИ-5	81
3.8. Зарубежные модели безыгольных инъекторов	83
3.8.1. Безыгольный инъектор «Пед-о-джет» (США)	83
3.8.2. Безыгольный инъектор «Порто-джет» (Великобритания)	90
3.8.3. Безыгольный инъектор «Хайджеттор» (Япония)	94
3.9. Общие правила эксплуатации инъекторов	97
3.9.1. Меры безопасности	98
3.9.2. Стерилизация	98
3.9.3. Подготовка инъектора к работе	99
3.9.4. Работа с инъектором	101
3.9.5. Хранение инъектора	102
3.9.6. Возможные неисправности инъекторов и методы их устранения	103
3.10. Расчет экономической эффективности применения инъекторов	103

Часть II.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗЫГОЛЬНЫХ ИНЪЕКТОРОВ В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ	109
--	-----

Глава 4. Применение инъекторов в эпидемиологической практике	109
--	-----

Глава 5. Применение безыгольных инъекторов в условиях клинического отделения	124
--	-----

Глава 6. Применение безыгольных инъекторов в анестезиологической практике	136
---	-----

6.1. Применение безыгольных инъекторов для проведения премедикации	136
--	-----

6.2. Применение безыгольных инъекторов для проведения местного обезболивания	140
--	-----

6.2.1. Применение безыгольных инъекторов для проведения местного обезболивания в стоматологической практике (акад. АМН СССР проф. А. И. Рыбаков, проф. Гигаури В. С., докт. мед. наук О. Ф. Конобевцев, канд. мед. наук Б. А. Азрельян)	142
---	-----

6.2.2. Применение безыгольных инъекторов для проведения местного обезболивания в клинике болезней уха, горла и носа (акад. АМН СССР проф. Н. А. Преображенский, проф. В. С. Гигаури, докт. мед. наук Н. П. Константинова, В. Ю. Киндурис)	151
---	-----

6.2.3. Применение безыгольных инъекторов для проведения местного обезболивания в других областях медицины	170
Глава 7. Применение безыгольных инъекторов в хирургии	176
7.1. Применение инъекторов для бесшовного соединения тканей	176
7.2. Применение инъекторов для остановки кровотечения при операциях на паренхиматозных органах	197
7.2.1. Применение инъекторов для остановки кровотечения и желчеистечения при операциях на печени (проф. О. Б. Милонов, проф. В. С. Гигаури, канд. мед. наук С. В. Готье)	198
7.2.2. Применение инъекторов для гемо- и аэростаза при операциях на легких (проф. М. И. Перельман, проф. В. С. Гигаури, канд. мед. наук И. Сафаров)	210
7.2.3. Применение инъекторов для остановки кровотечения при операциях на почках (проф. В. С. Гигаури, проф. В. И. Русаков, А. И. Кузин)	223
7.3. Возможность применения инъекторов для лечения альвеококкоза	236
Глава 8. Возможные осложнения при применении безыгольных инъекторов. Их причины и профилактика	239
Заключение	248
Список литературы	259

ИБ № 2182

Владимир Спиридонович Гигаури

БЕЗЫГОЛЬНЫЕ ИНЪЕКЦИИ

Редактор *А. В. Коротеев*

Художественный редактор *М. Я. Волкова*

Переплет художника *Э. А. Дороховой*

Технический редактор *А. М. Миронова*

Корректор *Т. И. Антонова*

Сдано в набор 25.08.80. Подписано к печати 14.10.80. Т-18802. Формат бумаги 84×108¹/₃₂. Бум. тип. № 1 неман. Литерат. гарн. Печать высокая. Усл. печ. л. 14,28. Уч.-изд. л. 14,60. Тираж 5000 экз. Заказ 867. Цена 2 р. 20 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Медицина», Москва, Петроверигский пер., 6/8

Московская типография № III Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 113105, Нагатинская ул., 1