

616.6

П 27

И. А. ПЕРЕСЛЕГИН

Ю. Х. САРКИСЯН

2

ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ  
ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ  
ОПУХОЛЕЙ  
МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ

УДК 616.62-006-085.849.1

616.6

П 24

OK 6823  
БИБЛИОТЕКА  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
МЕДИЦИНСКОГО ИНСТИТУТА

Книга посвящена вопросам лучевой терапии злокачественных опухолей мочевого пузыря. Она состоит из 7 глав, иллюстрирована 65 рисунками и 47 таблицами; литература включает работы отечественных и зарубежных авторов. Клинической части предшествуют краткая характеристика первичных эпителиальных злокачественных опухолей мочевого пузыря и освещение современного состояния вопроса их лечения.

При изложении показаний и противопоказаний к лучевой терапии, подготовки больных к облучению подчеркивается значение определения локализации опухоли, изготовления поперечного среза, карт изодозных полей на уровне опухоли, центрации пучка излучения при дистанционной гамматерапии, влияния тела больного на изодозное поле. Особое внимание обращено на специфику подготовки больных к внутриполостному облучению.

Большое место отведено методам лучевой терапии опухолей мочевого пузыря и их дозиметрическому обоснованию.

Рисунки и таблицы раскрывают сущность метода и расчет доз при дистанционной гамматерапии — статической, ротационной, через свинцовую решетку и свинцовый клиновидный фильтр.

Приводится методика и расчет доз при внутриполостном облучении опухолей мочевого пузыря радиоактивными растворами золота ( $Au^{198}$ ), натрия ( $Na^{24}$ ), кобальта ( $Co^{60}$ ), а также радиоактивными бусами  $Co^{60}$  и макросуспензией  $Co^{60}$ . Приводится методика и расчет доз при сочетании дистанционного и внутриполостного облучения.

Результаты лучевой терапии больных опухолями мочевого пузыря рассматриваются в зависимости от стадии заболевания, гистологического строения опухоли, метода лучевой терапии.

Особое место в книге отведено реакциям и осложнениям при лучевой терапии опухолей мочевого пузыря, их профилактике и лечению. Специальные исследования позволили авторам определить степень защиты и безопасности медицинского персонала при терапевтическом применении радиоактивных изотопов.

Книга рассчитана на хирургов, урологов, онкологов, радиологов и научных работников, занимающихся вопросами лучевой терапии.

ADTI  
AXB-RESURS MARKAZI

INV № 2015

5-3-1

270-69

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Несмотря на успехи, достигнутые в последнее десятилетие в распознавании и лечении злокачественных новообразований мочевого пузыря, ряд важных сторон этой проблемы остается еще нерешенным. Наблюдения отечественных и зарубежных клиницистов убедительно показывают, что наилучших результатов лечения больных раком мочевого пузыря следует ожидать от комбинированной терапии — радикальной операции и лучевого лечения. Однако еще нет достаточной ясности как в отношении установления последовательности применяемых методов лечения, так и показаний к ним, индивидуальной дозировки лучевой терапии. Этот существенный пробел восполнен настоящей монографией. Она основана на опыте лечения 534 больных с новообразованиями мочевого пузыря в Московском научно-исследовательском рентгено-радиологическом институте и радиологическом отделении Московской клинической больницы № 57 — базе кафедры рентгенологии и радиологии II Московского медицинского института имени Н. И. Пирогова.

Чтобы расширить возможности более радикального лечения больных раком мочевого пузыря, естественно, были необходимы новые решения этого вопроса. Одним из перспективных направлений является использование лучевых методов лечения. Сегодня лучевая терапия рака мочевого пузыря — наиболее ценный метод консервативного лечения. Преимущество ее в том, что она может быть применена не только в начальных, но и в поздних стадиях заболевания, когда операция неосуществима или противопоказана. Лучевая терапия может предшествовать оперативному вмешательству или дополнить его. В настоящее время имеется много различных способов лучевой терапии, применение которых в самостоятельном или сочетанном виде значительно расширяет ее возможности.

Авторы настоящей монографии не противопоставляют лучевую терапию оперативному лечению. По их справед-

ливому мнению, лучевая терапия должна прежде всего назначаться в случае невозможности осуществить радикальную операцию. Несомненно, оперативное лечение остается основным методом терапии злокачественных опухолей мочевого пузыря, успешное осуществление которого в большинстве случаев возможно в ранних стадиях заболевания.

В книге убедительно показано, что и при далеко зашедших стадиях бластоматозного поражения мочевого пузыря лучевая терапия может быть успешной при условии индивидуального выбора вида лечения, дозировки и введения лекарственных препаратов, стимулирующих ретикуло-эндотелиальную систему, барьерные функции организма.

Столь же справедливо указание на то, что лучевая терапия рака мочевого пузыря чаще всего должна носить характер сочетанного облучения — наружного и внутривидового. Авторы наглядно показывают, что применение такой сочетанной методики лучевой терапии в ранних стадиях болезни весьма эффективно. Более того, у некоторых больных благодаря такому виду лечения фаза иноперабельности может перейти в фазу возможного выполнения радикальной операции.

Развитие ядерной физики и открытие искусственной радиоактивности раскрыло большие возможности для совершенствования лучевой терапии рака мочевого пузыря, для создания специализированной онкологической сети с большим числом радиологических учреждений, для применения на практике этих методов лечения. В связи с этим возникла насущная необходимость в издании руководства и методических указаний по этому вопросу. В отечественной литературе до настоящего времени не было обобщающих работ, в которых бы на современном уровне освещались методы лучевого лечения рака мочевого пузыря с оценкой отдаленных результатов. Все эти вопросы рассмотрены в данной книге.

Мы надеемся, что монография И. А. Переслегина и Ю. Х. Саркисяна принесет большую помощь хирургам, урологам, радиологам и онкологам и будет способствовать более широкому и квалифицированному использованию разных методов лучевой терапии рака мочевого пузыря.

Член-корреспондент АМН СССР  
заслуженный деятель науки РСФСР  
проф. А. Я. Пытель



## КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРВИЧНЫХ ЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ

Эпителиальные опухоли мочевого пузыря, по данным И. Н. Шапиро (1950) и Л. Н. Погожевой (1961), занимают пятое место (3,4%) среди других злокачественных опухолей, встречаются преимущественно у мужчин (М. М. Аликишибеков, 1946; Я. Г. Готлиб, 1948; Е. М. Давыдова, 1949; Milner, 1946) и наблюдаются чаще в возрасте от 40 до 70 лет (В. А. Гораш, 1914; Б. Н. Хольцов, 1930; Р. М. Фронштейн, 1934; И. Н. Шапиро, 1954, и др.).

### 1. Факторы, влияющие на развитие опухолей мочевого пузыря

Одной из причин возникновения опухолей мочевого пузыря многие авторы считают раздражение его слизистой оболочки такими химическими веществами, как анилин, бензидин, фуксин,  $\alpha$ - и  $\beta$ -нафталин и др. (Б. Н. Хольцов, 1930; Я. Г. Готлиб, 1948; И. С. Темкин, 1948; Р. М. Фронштейн, 1934; И. Н. Шапиро, 1954). В результате многолетних исследований И. С. Темкин (1948) выявил возможность развития рака мочевого пузыря под влиянием канцерогенных аминосоединений. Наибольшая канцерогенная активность свойственна соединениям, состоящим из 6 бензольных колец, гидроксильной и аминогрупп.

Однако среди больных раком мочевого пузыря, поступающих для обследования и лечения в лечебные учреждения нашей страны, число больных с так называемым профессиональным раком не превышает 0,85—1,0% (И. С. Темкин, 1948; Л. М. Шабад, 1949; И. А. Нейман с соавторами 1954; А. П. Фрумкин, 1954). Дальнейшее изучение этиологии рака мочевого пузыря показало, что канцерогенные химические соединения могут возникать в организме чело-

века в результате метаболизма триптофана (Harris, 1954; Boland, 1957).

В литературе придается большое значение хроническим воспалительным процессам в развитии злокачественных опухолей разных локализаций. Роль хронических воспалительных процессов в этиологии рака мочевого пузыря также хорошо известна. Длительно протекающие хронические циститы нередко являются предрасполагающим фактором в развитии рака мочевого пузыря. В этом отношении заслуживают внимания данные И. Н. Шапиро (1954), который установил наличие предшествующего и сопутствующего цистита у 9,3% больных с типичными папиллярными фиброэпителиомами, у 5% — с атипичными, у 41,8% — при папиллярном и у 50% — при солидном раке мочевого пузыря. В более редких случаях такими факторами могут быть камни, язва, лейкоплакия, рубцы мочевого пузыря (А. И. Абрикосов, 1939; Р. М. Фронштейн, 1934; А. М. Гаспарян, 1954; И. С. Темкин, 1954; З. В. Файнштейн, 1963).

Типичные и атипичные папиллярные фиброэпителиомы мочевого пузыря, по мнению А. Я. Пытеля (1965), можно рассматривать как разные стадии одного и того же закономерного прогрессирующего пролиферативного процесса, который заканчивается злокачественным ростом.

Типичная папиллярная фиброэпителиома — ворсинчатое новообразование на тонкой ножке, покрытое многослойным переходноклеточным эпителием, ограниченное пределами слизистой оболочки, при этом характерны правильная форма клеток, одинаковые их размеры; в строме слабо выраженная круглоклеточная инфильтрация. Митозы могут встречаться на всей глубине эпителия, но в малом количестве.

Атипичная папиллярная эпителиома (часто множественная) представляет собой также ворсинчатое образование, но на короткой и плотной ножке. Вокруг опухоли нередко наблюдается воспалительная реакция. При патоморфологическом исследовании обнаруживается атипизм клеток покровного эпителия с большим количеством атипичных митозов и нарушенным расположением клеточных рядов. Однако деструктивный рост отсутствует, опухоль ограничена только слизистой мочевого пузыря. Круглоклеточная инфильтрация в строме более интенсивная, особенно выражена вокруг сосудов и преимущественно состоит из плазматических клеток. Типичные папиллярные фибро-

Эпителиомы в различные сроки претерпевают озлокачествление.

А. Я. Пытель (1964) считает, что фиброэпителиомы быстрее озлокачествляются при неоднократных электрокоагуляциях. После такого рода хирургического удаления папиллярной опухоли в 10—20 % случаев наблюдается не только обсеменение операционного рубца и стенки мочевого пузыря, но и инфильтрирующий рост в зоне рецидива с прорастанием на большом протяжении в мышечный слой, а иногда и с метастазами в лимфатические узлы.

Папиллярный рак — наиболее частая форма злокачественных опухолей мочевого пузыря. Опухоль имеет ворсинчатое строение и находится на широком основании. Короткие ворсинки склонны к некрозу и изъязвлению, чего не наблюдается при типичных и атипичных фиброэпителиомах. Структура опухоли альвеолярная с выраженным деструктивным ростом. Эпителий характеризуется атипизмом и полиморфизмом клеток. Нередко отмечаются жировая дегенерация и некрозы. Клеточная инфильтрация выражена интенсивно с преобладанием полиморфноядерных лейкоцитов.

Взаимоотношения между этими тремя типами опухолей определяются и характером рецидивов после их оперативного лечения. По своему клеточному строению и типу роста рецидивирующая опухоль более атипична и более злокачественна, чем первичная опухоль. Рецидив типичной папилломы чаще представляет собой атипичную папиллярную папиллому, а рецидив атипичной папилломы оказывается нередко раком (И. Н. Шапиро и Р. М. Фронштейн, 1952).

При разрастании папиллярного рака может происходить обсеменение слизистой мочевого пузыря с образованием множественных опухолей. Диссеминированные опухолевые клетки могут прививаться и разрастаться в опухоли как на интактной, так и на поврежденной слизистой, длительно подвергающейся действию мочи. Разрастание опухолевых клеток может быть и в тканевых культурах, предварительно обработанных мочой (Wallace, 1959).

## 2. Классификация рака мочевого пузыря

Наиболее частая форма рака мочевого пузыря — папиллярный рак. Р. М. Фронштейн (1934), И. Н. Шапиро и Р. М. Фронштейн (1952), И. М. Эпштейн (1959), Willi-

ams и Horwitz (1956) указывают, что папиллярный рак наблюдается в 3 раза чаще, чем другие формы. Среди опухолей этого типа различают дифференцированную папиллярную карциному и анапластическую форму рака. Первая менее склонна к инфильтрации и развитию метастазов, вторая, напротив, рано метастазирует и быстро инфильтрирует стенку мочевого пузыря.

Солидные формы рака мочевого пузыря встречаются сравнительно редко (И. Н. Шапиро и Р. М. Фронштейн, 1952). Опухоль представляет собой один или несколько узлов, выступающих в полость мочевого пузыря и покрытых утолщенной слизистой, которая может изъязвляться. Среди этих опухолей выделяют солидный дифференцированный переходноклеточный рак, представляющий собой хорошо ограниченную опухоль с нерезко выраженным атипизмом клеток, меньшей склонностью к инфильтрации и метастазированию, и солидный анапластический переходноклеточный рак, который склонен к инфильтрации, инвазии кровеносных и лимфатических сосудов мышечной стенки пузыря, нередко на большом расстоянии от видимых границ опухоли.

При гистологическом исследовании опухолей первой формы выявляется картина мозговидного рака: строма опухоли очень скудная, эпителий в состоянии выраженной анаплазии, местами переходноклеточный. Большая часть препарата обычно занята недифференцированными клетками с резким полиморфизмом.

Гистологическая картина инфильтрирующей формы солидного рака характеризуется развитием большого количества стромы. Рост опухоли распространяется вглубь, по направлению к мышечному слою. Метаплазированный эпителий мочевого пузыря обуславливает появление ороговевающего и неороговевающего плоскоклеточного рака.

Частота появления метастазов при раке мочевого пузыря связана как со степенью инфильтрации, так и с гистологическим строением опухоли. При поражении только слизистой, особенно при папиллярном дифференцированном раке, метастазы в регионарные и отдаленные лимфатические узлы наблюдаются редко.

При инфильтрации подслизистой и тем более мышечного слоя метастазы в регионарных узлах встречаются чаще: при папиллярном раке в 33% случаев, при плоскоклеточном — в 67% и при недифференцированных формах солидного или папиллярного рака — в 83% случаев

(Р. М. Фронштейн, 1934; И. Н. Шапиро, 1950, и др.). Отдаленные метастазы в легкие, печень, кости бывают главным образом в поздних стадиях заболевания (Р. М. Фронштейн, 1934, и др.).

В основу классификации рака мочевого пузыря положено анатомическое распространение опухолевого процесса. Многие зарубежные авторы (Wallace, 1959; Trial и Rose, 1960, и др.) считают это недостаточным и полагают, что более полная характеристика может быть получена, если одновременно учитываются как анатомическое распространение, так и гистологические особенности опухоли, в частности степень дифференциации ее клеток. Недифференцированные опухоли имеют более быстрое и злокачественное течение, чем дифференцированные. При одном и том же анатомическом распространении недифференцированная опухоль метастазирует широко и в ранние сроки.

Точное определение стадии заболевания возможно только при гистологическом исследовании. Даже при оперативном лечении не всегда удается точно определить степень распространения опухолевого процесса. В тех случаях, когда больные не оперируются, определение стадии заболевания еще более затруднительно; оно основано на данных клинического исследования и биопсии.

Биопсия трудно выполнима вследствие малой емкости мочевого пузыря. Ее результаты нередко могут не говорить о настоящем характере опухоли, когда кусочек берется с ее поверхности. Отказываться от биопсии в сомнительных случаях не следует, так как она может облегчить решение вопроса о злокачественности опухоли, хотя ее отрицательные результаты и не исключают наличия злокачественного процесса. Правильное определение стадии заболевания, проверенное хирургическим путем, наблюдается не чаще чем в 79% — 81% случаев (Wallace, 1959; Marshall, 1964).

Трудности при определении распространения опухолевого процесса обусловлены недоступностью ближайших лимфатических узлов при клиническом исследовании, а также отсутствием возможности выявления распространения опухоли по лимфатическим сосудам мышечной стенки пузыря. Becker (1956), изучая распространение рака мочевого пузыря в ранних стадиях заболевания, обнаружил инвазию опухолевых клеток в лимфатические сосуды мышечного слоя стенки пузыря у  $\frac{2}{5}$  оперированных. Инвазия лимфатических сосудов была обнаружена только при ги-

стологическом исследовании. Клиническое исследование и ревизия лимфатических узлов во время операции не дали каких-либо оснований, чтобы подозревать широкое распространение ракового процесса. Эти наблюдения могут в определенной мере объяснить рецидивы рака после электрокоагуляции опухоли или резекции мочевого пузыря.

В связи с многообразием ракового процесса появился ряд клинических классификаций рака мочевого пузыря. Клиническая классификация строится на основании данных всех методов диагностики. В СССР с 1956 г. применяется классификация, согласно которой различают 4 стадии рака мочевого пузыря:

Стадия I — небольшая отграниченная опухоль, не инфильтрирующая мышечный слой мочевого пузыря;

Стадия II — распространенная опухоль с инфильтрацией мышечного слоя;

Стадия III — опухоль занимает половину мочевого пузыря, прорастает его стенку и спаяна с соседними органами. Устья мочеточников остаются свободными. Наличие метастазов в лимфатических узлах.

Стадия IV — опухоль распространяется также на устья мочеточников, прорастая соседние ткани и органы. Имеются обширные местные и отдаленные метастазы.

В настоящее время в Советском Союзе используется классификация рака мочевого пузыря, рекомендованная Международным противораковым союзом с января 1963 г. Эта классификация основана на использовании заглавных букв: Т — опухоль, N — лимфатические узлы, М — метастазы. Подкомитет предложил следующую международную классификацию рака мочевого пузыря.

#### Первичная опухоль — Т

Стадия I — Т<sub>1</sub> — опухоль с инфильтрацией субэпителиальной соединительной ткани, без инфильтрации мышечного слоя. Эта стадия устанавливается биопсией и бимануальным исследованием.

Стадия II — Т<sub>2</sub> — опухоль с инфильтрацией поверхностного мышечного слоя. При бимануальном исследовании можно прощупать уплотнение стенки мочевого пузыря. Бимануальное исследование может дополняться данными биопсии.



Стадия III — T<sub>3</sub> — опухоль с инфильтрацией глубокого мышечного слоя. Биопсия указывает на малигнизацию с глубокой инфильтрацией мышечной стенки. При бимануальном исследовании определяется плотная грубая инфильтрация стенки мочевого пузыря.

Стадия IV — T<sub>4</sub> — опухоль фиксирована или прорастает в соседние органы. Биопсия подтверждает злокачественную природу опухоли. При бимануальном исследовании опухоль фиксирована, прорастает в окружающую клетчатку, стенки таза. Нередко в опухолевый процесс вовлекаются предстательная железа, влагалище и даже брюшная стенка.

#### Лимфатические узлы — N

Шифр для определения поражения лимфатических узлов, обозначенный буквой N, устанавливается независимо от группы первичной опухоли. Разграничивается поражение регионарных лимфатических узлов от парааортальных, которые относятся к метастазам в отдаленные органы. Регионарные узлы отмечаются в IV стадии T<sub>4</sub> N, а парааортальные в этой стадии — T<sub>4</sub> M.

Так как метастазы в лимфатические узлы, несмотря на данные, полученные при лимфографии, определить нередко трудно, то после их удаления во время операции результаты гистологического исследования рекомендуется отмечать: N<sup>-</sup> — метастазов нет и N<sup>+</sup> — метастаз выявлен. Буквой M обозначаются метастазы в отдаленные органы: отсутствие M<sup>-</sup>, наличие M<sup>+</sup>.

### 3. Диагностика рака мочевого пузыря

Клиническое обследование больных с опухолью мочевого пузыря должно включать исследование крови (общий анализ, содержание мочевины сыворотки крови и т. д.), мочи, цитологическое исследование мочи, бимануальное исследование, рентгенологическое исследование органов грудной клетки, включая рентгенографию легких, цистоскопию, экскреторную урографию, цистографию, биопсию, лимфографию, флебографию и тазовую ангиографию.

В связи с тем что настоящее пособие предназначено для врачей различных специальностей, прежде всего радиологов и онкологов, недостаточно знакомых с урологическими методами исследования, мы считаем возможным более подробно остановиться на методах, которые чаще других применяются на практике.

Изменения в крови у больных со злокачественными новообразованиями не имеют специфического характера и являются осложнениями опухолевого процесса. При длительной гематурии развивается гипохромная анемия разной степени, имеющая вторичный характер. Ускорение реакции оседания эритроцитов (РОЭ) указывает на распад опухолевых клеток или присоединение воспалительного процесса.

Одним из ценных методов комплексного обследования больных раком мочевого пузыря является цитологическая диагностика. Изучение осадков мочи при всех видах микроскопии позволяет выявить элементы опухоли в 85,6% случаев. В осадках промывных вод раковые клетки удается обнаружить в 93,2% случаев. После урологических исследований создаются условия для отторжения отдельных клеток, пластов и кусочков опухоли. В пунктатах опухолевые клетки выявляются в 94,4% случаев (Л. К. Бондарец, 1965). Рентгенологическое исследование органов грудной клетки (рентгеноскопия, рентгенография) необходимо для выявления возможных метастазов в легкие.

Бимануальное исследование, которое рекомендуется производить под наркозом, позволяет установить наличие инфильтратов в паравезикальной клетчатке, их размеры, консистенцию и подвижность.

Основной метод диагностики заболеваний мочевого пузыря — цистоскопия. При цистоскопии больного укладывают на гинекологическое кресло. Наружное отверстие уретры дезинфицируют тампоном с раствором сулемы (1:1000); в уретру вводят 15—20 мл 1—2% раствора новокаина. Больным, плохо переносящим цистоскопию, за 10—15 минут до исследования внутримышечно вводят атропин (1 мл — 0,1%) с промедолом (1 мл — 2%) или пантопоном (1 мл — 2%). Такая подготовка, как правило, позволяет без неприятных ощущений для больного вводить цистоскоп в мочевой пузырь. Для наполнения пузыря жидкостью используется обыкновенная кипяченая вода с 2—3% раствором борной кислоты. При обильных кровотечениях мочевой пузырь промывают горячим физиологиче-

ским раствором ( $40^{\circ}$ ) с добавлением к нему нескольких капель адреналина. Количество вводимой жидкости зависит от емкости мочевого пузыря, но для его осмотра должно быть не менее 75—100 мл. Осмотр мочевого пузыря начинают с передней его стенки. Затем цистоскоп поворачивают на  $90^{\circ}$  вправо и влево, осматривая поочередно боковые стенки мочевого пузыря, а затем — заднюю стенку и дно.

Если в мочевой пузырь условно вписать часовой циферблат, то пузырек воздуха овальной формы будет соответствовать цифре 12, середина левой боковой стенки пузыря — цифре 3, середина правой — цифре 9. Мочеточниковые устья соответствуют: правое — цифре 7, левое — цифре 5. Обнаружив пузырек воздуха, цистоскоп выводят из мочевого пузыря на 1—1,5 см и поворачивают на  $180^{\circ}$  так, чтобы пуговка окуляра была обращена книзу и соответствовала цифре 6. После этого становится видимой межмочеточниковая связка. Поворачивая цистоскоп по продольной оси влево соответственно цифре 7, находят устье правого мочеточника; при вращении цистоскопа вправо соответственно цифре 5 отыскивают устье левого мочеточника. Область дна необходимо осматривать особенно тщательно, так как здесь часто локализуются опухоли мочевого пузыря.

Наибольшие трудности возникают при осмотре задней и особенно передней стенки, что вызвано невозможностью приблизить инструмент к исследуемым областям. Для достижения лучшей видимости необходимо или выпустить часть жидкости из мочевого пузыря, или во время осмотра надавить рукой на надлобковую область. Для осмотра шейки цистоскоп медленно, под контролем зрения, выводят из мочевого пузыря, пока поле зрения не разделится на две части: на одной — обычная слизистая оболочка, на другой — темно-красное полулуние (сфинктер пузыря), которое по мере выдвижения инструмента будет увеличиваться. Цистоскопия позволяет установить локализацию, количество образований (одиночные, множественные), форму, размеры, характер роста, состояние устьев мочеточников и слизистой мочевого пузыря.

Во время цистоскопии при показаниях можно выполнить биопсию, однако, по мнению многих авторов, производство ее с помощью катетеризационного или операционного цистоскопа не во всех случаях надежно, так как браншами специальных щипцов не всегда удается «откусить» необходимую для исследования часть опухоли.

Другой недостаток биопсии — невозможность раскрытия всей разновидности патологических изменений в биопсийном материале, а в мочевом пузыре, как известно, одновременно могут сосуществовать типичные, атипичные фиброэпителиомы и папиллярный рак. Однако, несмотря на указанный недостаток, мы согласны с теми авторами (А. П. Фрумкин, 1954; Г. А. Рихтер, 1959, и др.), которые считают, что биопсию нужно производить, если она технически доступна.

Экскреторная урография является необходимой частью при диагностике рака мочевого пузыря, так как она позволяет выяснить функциональное и морфологическое состояние почек, верхних мочевых путей и мочевого пузыря. Кроме того, ekskреторная урография по отклонению мочеточника от позвоночника в латеральную сторону дает возможность выявить метастазы в парааортальных лимфатических узлах.

Большую диагностическую ценность у больных раком мочевого пузыря имеет цистография, с помощью которой удастся обнаружить опухоль, установить ее величину, локализацию и степень инфильтрации пузырной стенки.

Нисходящая цистограмма выполняется как составная часть ekskреторной урографии и производится через 30—60 минут после внутривенного введения рентгеноконтрастного вещества. К этому времени в мочевом пузыре накапливается достаточное количество контрастного вещества, что позволяет на серийных рентгенограммах одновременно получить изображение почечных лоханок, мочеточников и мочевого пузыря (рис. 1).

Нисходящая цистография особенно показана, когда невозможно ввести в мочевой пузырь катетер и выполнить восходящую цистографию (при стриктурах уретры, аденоме простаты, острых воспалительных процессах уретры, мочевого пузыря и др.). Более четкое изображение мочевого пузыря можно получить с помощью восходящей (ретроградной) цистографии, которая производится жидкими и газообразными (пневмоцистография) контрастными веществами. В последние годы в диагностике опухолей мочевого пузыря широко применяется осадочная цистография, предложенная в 1936 г. И. Л. Тагером и М. С. Сантоцким и внедренная в урологическую практику Л. М. Берманом (1954).

Техника осадочной цистографии такова: 10 или 15% бариевую эмульсию вводят в мочевой пузырь, и большой

в течение 20—30 минут поочередно принимает различные положения лежа на спине, животе, на боку. Затем мочевой пузырь опорожняют, промывают, наполняют кислородом (150—200 мл) и производят рентгенографию. При наличии новообразования на фоне тени газа виден дефект наполнения по форме опухоли, импрегнированной частями бария (рис. 2). Классический признак опухоли на цистограмме — асимметрия тени пузыря на стороне локализации новообразования и дефект наполнения с неровными, изъеденными контурами (А. Я. Пытель и Ю. А. Пытель, 1966).

Дефект наполнения, вызванный опухолью, можно выявить также при сочетании экскреторной урографии с кислородной цистографией по А. Я. Пытелю (1953). Предложенная в 1956 г. Temeliesco полицистография позволяет определить мобильность стенок мочевого пузыря. Указанный метод заключается в производстве серии рентгенограмм при различной степени наполнения мочевого пузыря контрастным веществом. При инфильтрации опухолевым процессом какого-либо отдела пузыря отмечается ограничение мобильности стенки пузыря.

Весьма ценной в диагностике и выборе тактики лечения при опухолях мочевого пузыря является комбинация пневмоцистографии с пневмоперицистографией путем введения кислорода в паравезикальную клетчатку. Такое сочетание дает представление о степени опухолевой инфильтрации и ригидности стенок мочевого пузыря, так как на пневмоперицистограмме виден внутренний и наружный контур мочевого пузыря. Контур стенок нормального мочевого пузыря представляются в виде тонкой ровной полоски. При наличии опухоли, инфильтрирующей стенку мочевого пузыря, на пневмоперицистограмме отмечается утолщение пузырной стенки, неровность ее контуров и т. д. (А. Я. Пытель и Ю. А. Пытель, 1966). И. Л. Тагер и В. М. Перельман (1960) считают более целесообразным при диагностике рака мочевого пузыря комбинировать пневмоперицистографию с осадочной цистографией.

В последние годы в диагностике рака мочевого пузыря для выявления метастазов широко используются методы непосредственного обнаружения лимфатических узлов таза и забрюшинного пространства путем прямой лимфангиографии.

Основным и прямым признаком метастатического поражения является дефект наполнения неправильной фор-

мы, расположенный преимущественно по периферии и создающий нечеткость, размытость, изъеденность контуров лимфатического узла (рис. 3).

При метастатическом поражении лимфатические узлы могут быть почти полностью замещены опухолью и тогда на лимфангиограммах лишь по периферии узлов отмечается тень контрастного вещества. При частичном поражении лимфатического узла опухолью наблюдается симптом «мышинного укуса», т. е. краевой дефект наполнения. При опухолях изменяется характер тени лимфатических узлов, они теряют свою гомогенность, приобретая пенистость в виде пчелиных сот (А. Я. Пытель и Ю. А. Пытель, 1966).

В качестве контрастного вещества для лимфографии применяются иодолипол, мнидил, сверхжидкий липоидол и липоидол с хлорофиллом. Последний окрашивает лимфатические сосуды и узлы в зеленый цвет, что дает возможность определять их визуально на операции.

Особое место в диагностике рака мочевого пузыря занимают тазовая артериография и внутрикостная тазовая флебография. Методом выбора для тазовой артериографии является трансфemorальная чрескожная ангиография по Сельдингеру: катетер-зонд вводят до уровня бифуркации аорты (что контролируется обзорным рентгеновским снимком), а затем по нему вводят — 20 мл 70% двух- или трехатомного йодистого рентгеноконтрастного вещества. Мочевой пузырь заполняют 100—150 см<sup>3</sup> кислорода либо артериографию производят в сочетании с осадочной цистографией.

На нормальной тазовой артериограмме хорошо определяются бифуркация аорты, общие наружные и внутренние подвздошные артерии, париетальные и висцеральные ветви а. hypogastrica. Первая ветвь висцеральной части а. hypogastrica — а. vesicalis superior, которая снабжает верхушку и верхние отделы боковых стенок мочевого пузыря. Нижние отделы боковых стенок и дно мочевого пузыря снабжает а. vesicalis inferior, являющаяся непосредственным продолжением а. hypogastrica. В ранних стадиях рака мочевого пузыря, когда опухолевый процесс не проникает в мышечный слой, на артериограмме изменение не определяется. При инфильтрации мышечного слоя на артериограмме имеется смещение и деформация висцеральных ветвей а. hypogastrica. При прорастании опухоли в мышечный слой и окружающие ткани на ангиограммах обнаруживается большое количество вновь образованных



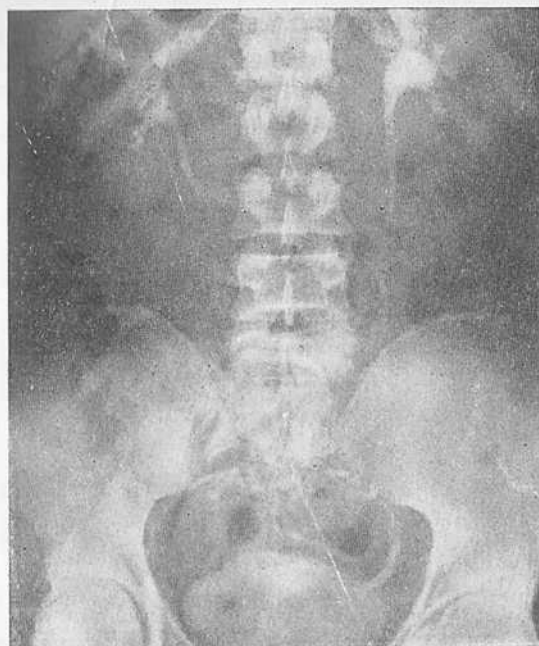


Рис. 1. Экскреторная урограмма и осадочная цистограмма.

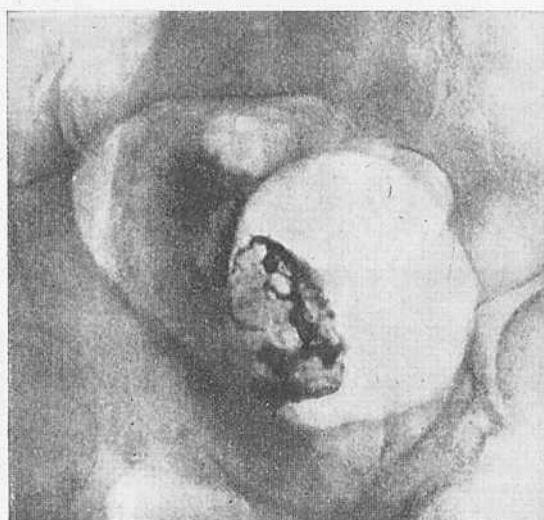


Рис. 2. Осадочная пневмоцистограмма (по Тагеру — Сантоцкому — Берману). Опухоль мочевого пузыря (снимок заимствован у А. Я. Пытеля).

ADTI  
AXB-RESURS MARKAZI  
INV № 20/5

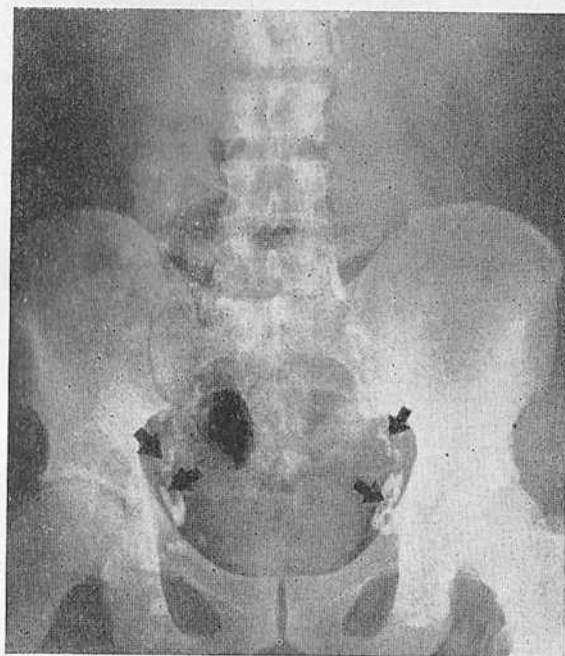


Рис. 3. Лимфангиограмма. Двусторонние метастазы рака мочевого пузыря в подвздошные лимфатические узлы (указаны стрелкой).

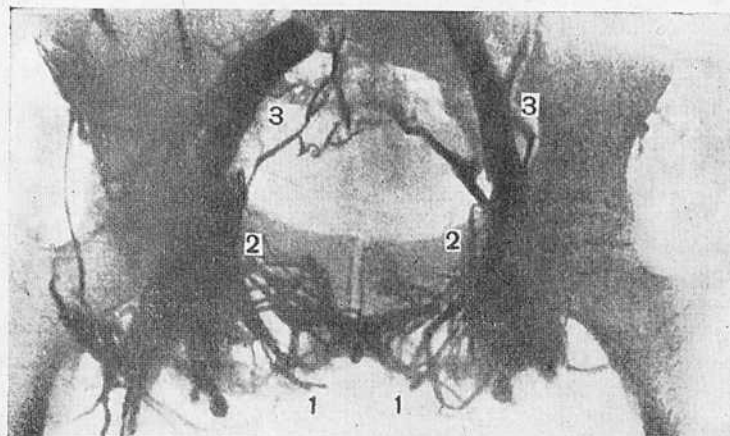


Рис. 4. Нормальная тазовая флебограмма. Контрастное вещество введено в оба седалищных бугра (снимок заимствован у А. Я. Пытеля и Ю. А. Пытеля).  
1 — plexus Santorini; 2 — v. obturatoria; 3 — v. iliaca communis.

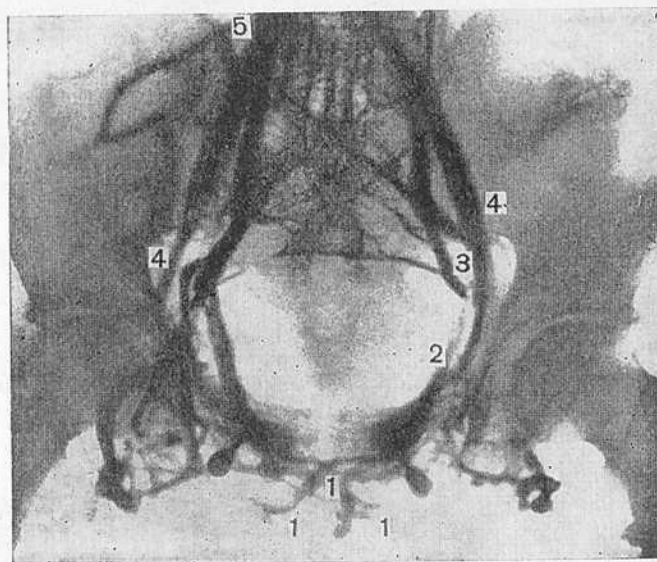


Рис. 5. Нормальная тазовая флебограмма. Контрастное вещество введено в обе лобковые кости (снимок заимствован у А. Я. Пытеля и Ю. А. Пытеля).

1 — plexus Santorini; 2 — v. obturatoria; 3 — v. hypogastrica;  
4 — v. iliaca externa; 5 — v. iliaca communis.

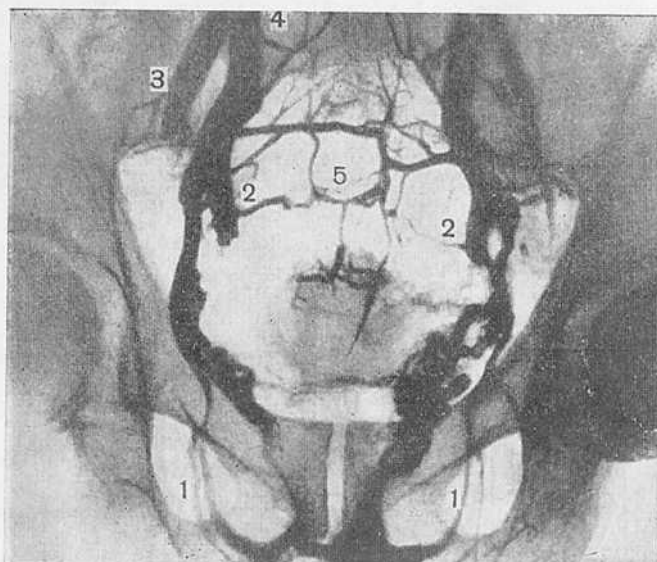


Рис. 6. Нормальная тазовая флебограмма. Контрастное вещество введено в кавернозное тело полового члена (снимок заимствован у А. Я. Пытеля и Ю. А. Пытеля).  
 1 — v. obturatoria, 2 — v. hypogastrica; 3 — v. iliaca externa;  
 4 — v. iliaca communis; 5 — plexus presacralis.

патологических сосудов в виде мельчайших аневризм. В далеко зашедших стадиях и при метастазировании в пределах таза имеются дефекты наполнения либо полная закупорка отдельных ветвей или крупных артерий таза.

Нарушение венозной ангиоархитектоники при раке мочевого пузыря может быть выявлено с помощью тазовой флебографии. При этом контрастное вещество в количестве 20—30 мл вводят в оба седалищных бугра (рис. 4), лобковые кости (рис. 5) или в глубокую тыльную вену полового члена (рис. 6).

Внутрикостный метод по сравнению с внутривенным технически прост и доступен, при нем отсутствуют какие-либо осложнения. Кроме того, благодаря двустороннему введению контрастного вещества в лобковые и седалищные кости получается более интенсивное и равномерное заполнение, а следовательно, и лучшее изображение венозных сплетений таза. При инфильтрирующих опухолях мочевого пузыря определяется слабое наполнение венозной сети соответственно области опухоли, сдавление вен и развите в окружности опухоли мелкой венозной сети. Отмечается значительная венозная асимметрия.

На флебограммах вдавления, дефекты наполнения по ходу венозных стволов, деформация сосудов санторијева сплетения свидетельствуют о наличии метастазов в лимфатические узлы и нарушении венозного оттока в результате сдавления опухолью.

Преимущество тазовой флебографии перед другими рентгенодиагностическими методами в том, что она в значительной степени помогает уточнить характер операции и установить ее радикальность при раке мочевого пузыря. Тазовая флебография весьма желательна при лучевой терапии рака мочевого пузыря, когда необходимо уточнить локализацию метастатических лимфатических узлов.

Battezzati с соавторами (1963) предложили сочетанную лимфофлебографию. При этом в лимфатические сосуды тыла полового члена вводят 8—10 мл маслянистого рентгеноконтрастного вещества. Затем в лобковую кость вводят водорастворимое контрастное вещество (50—70%) в количестве 15—20 мл в течение 10—15 секунд. К концу инъекции производится два снимка в течение 15 секунд. Во избежание возможной аллергической реакции перед производством флебографии и артериографии необходимо произвести пробу на чувствительность больного к применяемому рентгеноконтрастному йодистому препарату.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ЛЕЧЕНИИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ

### А. ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Основным методом лечения больных с опухолями мочевого пузыря до сих пор остается хирургический, включающий электрохирургическое вмешательство, резекцию или удаление всего органа.

Выбор метода лечения определяется локализацией опухоли, ее гистологическим строением и распространением опухолевого процесса. При типичных и атипичных, одиночных или немногочисленных фиброэпителиомах мочевого пузыря методом выбора является электрокоагуляция опухоли (В. И. Добровольский, 1928; А. П. Фрумкин, 1954; А. Я. Пытель, 1964).

После электрокоагуляции опухолей мочевого пузыря часто появляются рецидивы, что требует повторного вмешательства. По данным различных авторов, частота рецидивов при папилломах мочевого пузыря колеблется от 34 до 73% (А. П. Цулукидзе, 1951; И. С. Темкин, 1948; И. К. Еремин, 1961; Б. А. Полонский, 1963; А. Я. Пытель, 1964, и др.). Нередко больных с папилломами мочевого пузыря на протяжении 3—5 лет подвергают электрокоагуляции более 100 раз, причем с течением времени сроки выявления рецидивов становятся все более короткими. Безрецидивное течение папиллом мочевого пузыря после электрокоагуляции не превышает 20—30% всех наблюдений. Поэтому большинство отечественных и зарубежных авторов считает целесообразным применять эндовезикальную электрокоагуляцию только в ранних стадиях заболевания без инфильтрирующего роста опухоли.

Более широкие показания к эндовезикальной электрокоагуляции ставил И. С. Темкин (1948). Он так же, как Mostofi с соавторами (1956), считал, что последняя с успе-



хом может применяться не только при клинически доброкачественных процессах, но и при злокачественных опухолях I стадии. Иного мнения придерживаются И. Н. Шапиро (1954) и А. Я. Пытель (1964), которые уверены, что электрокоагуляция не должна применяться при злокачественных опухолях мочевого пузыря, в какой бы стадии ни находился бластоматозный процесс.

Таким образом, электрокоагуляция не оправдала возлагавшихся на нее надежд вследствие большого процента рецидивов, появляющихся в первый год жизни после лечения. Объективных данных, указывающих на радикальность операции, к сожалению, не существует. Литературные данные и опыт большинства авторов свидетельствуют о том, что электрокоагуляция дает сравнительно удовлетворительные результаты только у больных с одиночными папиллярными фиброэпителиомами, т. е. имеет очень ограниченные показания. Последнее побуждает урологов широко применять резекцию мочевого пузыря. В первые годы развития техники резекции мочевого пузыря наблюдалась большая смертность, достигавшая 18—33%. Совершенствование техники оперативного вмешательства и внедрение антибиотиков привели к тому, что в настоящее время послеоперационная летальность не превышает в среднем 8% (А. Я. Пытель, 1965). Лучшие результаты получены у больных с ограниченными опухолями, не прорастающими мышечного слоя, расположенных на смещаемых участках мочевого пузыря. Резекция инфильтрирующих опухолей мочевого пузыря, локализующихся в фиксированных отделах (дно, шейка), сопровождается еще высокой смертностью (А. П. Фрумкин, 1954).

Недостаток этого метода лечения — появление рецидивов заболевания. Число рецидивов находится в прямой зависимости от стадии заболевания, локализации опухоли и абластичности оперативного вмешательства. По данным А. Я. Пытеля (1965), рецидивы после резекции мочевого пузыря наблюдались у 23% оперированных. По материалам Б. А. Полонского (1963), после резекции мочевого пузыря живы 5 лет и более и не имеют рецидива 50% больных, по данным Olănescu — 55%, Hradec — 66% (А. Я. Пытель, 1965).

Все изложенное выше свидетельствует о том, что резекция мочевого пузыря может быть осуществлена с надеждой на удовлетворительные результаты только у больных с опухолями небольших размеров, локализующихся в

нефиксированных отделах, рост которых ограничен стенкой мочевого пузыря. При расположении опухоли вблизи устья мочеточников, шейки и пузырного треугольника резекция мочевого пузыря представляет большие технические трудности и не всегда дает удовлетворительные отдаленные результаты (относительно высок процент летальности). Если опухоль локализуется на расстоянии не больше 2 см от устья мочеточника или захватывает его, то, как правило, выполняется радикальная операция — резекция мочевого пузыря с уретероцистонеостомией.

Второй радикальный метод лечения рака мочевого пузыря — своевременно проведенная тотальная цистэктомия. Показаниями к ней являются огромные размеры опухоли, не позволяющие выполнить классическую резекцию, локализация опухоли в области шейки и треугольника, диффузный папилломатоз и множественные опухоли мочевого пузыря с поражением устьев обоих мочеточников.

В этих случаях только своевременно произведенная экстирпация мочевого пузыря признается достаточно радикальным средством лечения (Б. Л. Полонский, 1963; А. Я. Пытель, 1965; Warson и Burkell, 1959; Thompson, 1960). По данным А. Я. Пытеля (1965), после тотальной цистэктомии 28% больных живут 5 лет и более без рецидивов и метастазов, по материалам Bischoff и Giselman (1964) — 27%; В. С. Комаровой (1963) — 35%; Bow — Les и Cordonnier (1963) — 41% (А. Я. Пытель, 1965). Однако цистэктомия, произведенная у больных с распространенным опухолевым процессом, не увеличивает продолжительность жизни. А. П. Цулукидзе (1951) сообщает, что из 36 больных после цистэктомии 13 умерли в течение первого года, причем у 9 из них обнаружено дальнейшее прогрессирование процесса. В настоящее время летальность после цистэктомии значительно снизилась и составляет 20% (А. Я. Пытель, 1965). Смерть наступает не только из-за прогрессирования заболевания, но и от пиелонефрита и развития почечной недостаточности, возникающих в результате затруднения отведения мочи после цистэктомии (А. Я. Пытель, 1965).

Некоторые урологи сообщали о сравнительно низкой операбельности больных раком мочевого пузыря. По данным Д. Е. Леванта (1960) и И. К. Еремина (1961), И. М. Милославского, М. И. Школьника и Е. А. Файна (1961), она колеблется в пределах 28—47%. Достижения анестезиологии, хирургии и реаниматологии позволили

резко повысить процент оперируемых больных раком мочевого пузыря, но даже в ведущих клиниках Советского Союза он составляет 71% (А. Я. Пытель, 1965).

Из приведенных данных видно, что около трети больных раком мочевого пузыря не подлежит хирургическому лечению. Кроме того, хирургическое лечение рака мочевого пузыря до сих пор сопровождается высокой летальностью. Как сообщают Д. Е. Левант (1960), Б. Л. Полонский (1963) и А. Я. Пытель (1965), послеоперационная летальность при оперативном лечении рака мочевого пузыря составляет от 5,4 до 20%. Большой диапазон колебаний летальности объясняется различными показаниями к хирургическому лечению, видом и методикой самой операции.

Таким образом, если еще недавно результаты резекции мочевого пузыря были малоутешительными, то за последние 10 лет они заметно улучшились (табл. 1). Что касается цистэктомии, то ее отдаленные результаты оставляют желать много лучшего (табл. 2).

Приведенные данные свидетельствуют о недостаточной эффективности при раке мочевого пузыря одного хирургического метода лечения, что заставляет изыскивать новые пути и возможности лечения больных со злокачественными опухолями мочевого пузыря. Таким методом лечения этих больных является лучевая терапия, которая может применяться как самостоятельно, так и в сочетании с хирургическим вмешательством.

ТАБЛИЦА 1

Результаты резекций мочевого пузыря по поводу рака (данные А. Я. Пытеля, 1965)

| Авторы                 | Число оперированных | Послеоперационная летальность | Процент живущих без рецидивов 5 лет и более |
|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|
| Michon (1955)          | 32                  | 9,5                           | 31                                          |
| Rummelhard (1955)      | 63                  | 8,0                           | 31                                          |
| Riches (1960)          | 98                  | 6,7                           | 36                                          |
| Magri (1962)           | 104                 | 9,6                           | 41                                          |
| Б. Л. Полонский (1963) | 652                 | 4,0                           | 50                                          |
| В. М. Близинок (1963)  | 58                  | 0,0                           | 67,2                                        |
| Schimatzek (1963)      | 63                  | 0,0                           | 47,6                                        |
| А. Я. Пытель (1965)    | 269                 | 7,0                           | 51                                          |

ТАБЛИЦА 2

Результаты цистэктомии по поводу рака мочевого пузыря  
(данные А. Я. Пытеля, 1965)

| Авторы                     | Число<br>больных | Послеопера-<br>ционная<br>летальность<br>% | Процент<br>живущих<br>5 лет и более |
|----------------------------|------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|
| Brice (1956)               | 180              | 0,0                                        | 36,8                                |
| Riches (1960)              | 82               | 12,5                                       | 20,7                                |
| Б. Л. Полонский (1960)     | 119              | 15,9                                       | 15,2                                |
| Heise (1962)               | 35               | 20,0                                       | 14,0                                |
| Whitmore, Marchall (1962)  | 236              | 14,0                                       | 21,0                                |
| Higgins (1962)             | 139              | 6,4                                        | 45,5                                |
| Bowles и Cordonnier (1963) | 73               | —                                          | 41,2                                |
| В. С. Комарова (1963)      | 28               | —                                          | 35,0                                |
| А. Я. Пытель (1965)        | 52               | 10,0                                       | 28,0                                |

#### Б. ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ

Длительное время лучевая терапия при раке мочевого пузыря применялась только с паллиативной целью. Это объясняется тем, что большинство лечебных учреждений оснащалось рентгенотерапевтическими установками, на которых можно было проводить только наружное облучение при напряжении генерирования 180—200 кв. Высокая радиорезистентность опухолей мочевого пузыря и отсутствие возможности при рентгенотерапии осуществлять облучение в достаточно большой дозе были причиной малого терапевтического эффекта и негативного отношения к лучевой терапии.

С открытием искусственной радиоактивности появилась возможность пользоваться разными источниками излучения, применение которых позволило создавать более благоприятные условия облучения и повысить эффективность лучевой терапии.

Одним из основных условий успешной лучевой терапии является одновременное облучение опухоли и путей регионарного лимфооттока в дозе, достаточной для их разрушения без повреждения окружающих нормальных тканей. Это может быть обеспечено путем сохранения высокого интервала в дозах, поглощенных в опухоли и здоровых тканях. Несоблюдение этих условий значительно снижает

эффективность лучевой терапии или положительные результаты достигаются ценой тяжелых осложнений.

Большая терапевтическая эффективность от облучения достигается при соблюдении всех перечисленных условий и применением различных методов лучевой терапии, среди которых основное место занимают наружные дистанционные, внутриполостной и интратканевый методы лучевой терапии. Каждый из этих методов может применяться самостоятельно или в сочетании с другим в зависимости от показаний.

### 1. Дистанционные методы лучевой терапии

При дистанционном облучении, как и при других методах лучевой терапии, успех во многом зависит от характера распределения энергии излучения в облучаемом объеме и получаемой дозы во времени. Наиболее важными физико-техническими факторами, определяющими распределение дозы излучения в облучаемом объеме, являются величина энергии излучения, дистанция от источника до опухоли, от источника до кожи, размеры и расположение полей облучения. Известно, что с увеличением энергии излучения увеличивается и глубинная доза, а дозовый максимум смещается в глубину. В связи с этим при облучении опухоли, расположенной на большей глубине, преимущества имеют источники высокой энергии.

Для иллюстрации сказанного приведем следующие сопоставления в дозах. Чтобы облучить опухоль мочевого пузыря на рентгенотерапевтической установке, генерирующей напряжение 200 кВ, дозой 6000 рад, необходимо выбрать 6 полей и на каждое из них дать экспозиционную дозу 5000 р, тогда как для получения поглощенной дозы в очаге 6000 рад на дистанционной гамма-установке достаточно облучать опухоль мочевого пузыря с 4 полей с общей экспозиционной дозой на каждое из них 3500—4000 р. Естественно, что кожа ни при каких условиях не выдержит такой высокой общей экспозиционной дозы (5000 р), поэтому поглощенная доза при статической рентгенотерапии всегда будет значительно ниже той, при которой можно было бы ожидать положительных результатов. Поэтому на первых этапах развития лучевой терапии опухолей мочевого пузыря большинство исследователей не получало удовлетворительных даже непосредственных результатов.

Это и целый ряд других причин, преимущественно технического характера, привели к тому, что статическую рентгенотерапию при опухолях мочевого пузыря большинство отечественных и зарубежных ученых оставило. Однако мы считаем своим долгом хотя бы кратко осветить эти вопросы в историческом аспекте, так как именно рентгенотерапии, на наш взгляд, принадлежала ведущая роль в развитии лучевой терапии опухолей мочевого пузыря.

### *Рентгенотерапия*

Известно, что в первые годы развития лучевой терапии опухолей мочевого пузыря применялась статическая рентгенотерапия. Для рентгенотерапии использовали разной конструкции установки с неодинаковой величиной энергии (от 120 до 280 кв) и при разных других физико-технических условиях. Некоторые авторы облучали с 2—3, другие с 6 полей разными разовыми и суммарными экспозиционными дозами — на поле от 1000 до 3000 р. Лучевую терапию проводили без предварительных дозиметрических исследований, эскизов поперечных срезов и определения точной локализации опухоли. Применяемые очаговые поглощенные дозы чаще всего были недостаточными для полного разрушения опухоли мочевого пузыря. Такое лечение было малоэффективно, что и послужило причиной отрицательного отношения к рентгенотерапии при опухолях этой локализации (Р. М. Фронштейн, 1934; И. Н. Шапиро, 1954). Кроме того, после лучевой терапии довольно часто развивались тяжелые осложнения в виде лучевых повреждений слизистой оболочки мочевого пузыря с явлениями резко выраженного цистита, а в дальнейшем и сморщиванием мочевого пузыря. В некоторых случаях наблюдалось кровотечение в прямую кишку и повреждение кожи в области полей облучения. Однако в умелых руках и этот метод лучевой терапии позволял получить хорошие результаты, причем не только ближайшие, но и отдаленные.

Применяя обычную рентгенотерапию 300 больным раком мочевого пузыря, Marschall еще в 1932—1938 гг. добился пятилетнего выздоровления у 17% больных, а у 6% — полного излечения. Правда, автор указывает на развитие у этих больных тяжелых лучевых повреждений. Только улучшение технического оснащения позволило разработать новые методики облучения и несколько повысило эффективность рентгенотерапии. Для увеличения оча-



говой поглощенной дозы впоследствии стали применять контактную рентгенотерапию на вскрытом мочевом пузыре после электроэксцизии опухоли. Разовая доза составляла 7000—8000 р. Через 7—10 дней вновь вскрывали мочевой пузырь и производили повторное облучение. Необходимость последующих облучений определялась размерами опухоли, степенью инфильтрации и индурации слизистой оболочки, характером реактивных явлений и результатами биопсии после второго облучения. Применяя такую методику лечения, Rose (1946) получил сравнительно удовлетворительные результаты.

Контактная рентгенотерапия не вошла в широкую практику, так как небольшая проникающая способность этого вида излучения не позволяет применять его при распространенных инфильтрирующих опухолях. Кроме того, повторные вскрытия мочевого пузыря для увеличения дозы могут способствовать распространению опухолевого процесса.

Одним из основных недостатков статической рентгенотерапии является невозможность создания терапевтического интервала, т. е. существенной разницы в дозе, поглощенной опухолью и окружающими здоровыми тканями. Увеличение числа и размеров облучаемых полей несколько повышает поглощенную дозу в опухоли и улучшает центрацию, однако во много раз увеличивает и интегральную поглощенную дозу. Стремление получить более выгодное распределение дозы в облучаемом объеме тканей, желание сохранить неповрежденной не только кожу, но и окружающие патологический очаг здоровые ткани с их репаратормыми способностями привело к применению рентгенотерапии через свинцовую решетку (Л. М. Гольдштейн, 1959; Bistolfi и Alberti, 1956).

Имеется достаточное число журнальных статей и монографий, освещающих основные принципы и методы рентгенотерапии через свинцовую решетку, а в последние годы эта методика получила и убедительное дозиметрическое обоснование. Поэтому во избежание повторений мы не будем останавливаться на вопросах технического и методического характера применения свинцовых решеток, так как они мало отличаются друг от друга. Заметим только, что преимуществом этой методики рентгенотерапии является возможность увеличивать суммарную экспозиционную дозу на кожу в 5—6 раз по сравнению с классической рентгенотерапией открытыми полями (Pfeifer и Wurdin-

ger, 1962). Однако и эта методика имеет существенные недостатки; равномерность облучения тканей наступает только на глубине 15—19 см, вследствие чего более поверхностно расположенные ткани опухоли из-за недостаточно интенсивного облучения могут сохранять жизнеспособность.

В дальнейшем для создания более равномерного и интенсивного облучения опухоли и повышения очаговой поглощенной дозы при минимальном повреждении кожи и окружающих здоровых тканей стали применяться подвижные методы рентгеновского облучения, среди которых находит применение ротационная и конвергентная рентгенотерапия. Одновременно с разработкой новых методов рентгенотерапии продолжались изыскания других способов лучевой терапии. В связи с открытием новых радиоактивных изотопов с большой энергией излучения и внедрением их в клиническую практику в виде дистанционной гамматерапии значительно упростилась методика и расширились показания к лучевой терапии у больных с опухолями мочевого пузыря.

#### *Дистанционная гамматерапия*

Успешное развитие ядерной физики и техники позволило применить для лучевой терапии излучения высоких энергий, под которыми подразумевают облучение разными видами проникающего излучения с энергией квантов и частиц от 1000 Кэв до 25 Мэв и выше. Среди последних наиболее широко распространены  $\gamma$ -излучение от радиоактивных препаратов (чаще  $\text{Co}^{60}$ ), тормозное рентгеновское излучение от рентгеновских трубок и ускорителей и пучки электронов высоких энергий, получаемых с помощью ускорителей (линейные ускорители, бетатроны) и др.

Сейчас ни у кого не вызывают сомнения преимущества лучевой терапии с помощью излучений высоких энергий, заключающиеся в значительной разнице поглощения излучения различными тканями и в увеличении глубинной дозы.

В онкологической клинике наиболее широко используется излучение радиоактивного кобальта, который применяется в дистанционных гамма-установках. Многие онкологические клиники нашей страны оснащены установками типа ГУТ-Со-400 выпуска 1953 г. Эти установки имеют заряд радиоактивного кобальта 400 г-экв. радия, укомплектованы набором тубусов с расстоянием источник —

кожа от 35 до 60 см и различные по площади поля облучения.

Облучение осуществляется на гамма-установке, к штативу которой подвешен защитный кожух с источником излучения, затвором и диафрагмой. Защитный кожух допускает необходимые движения источника излучения для облучения очагов разной локализации в наиболее удобном для больного положении.

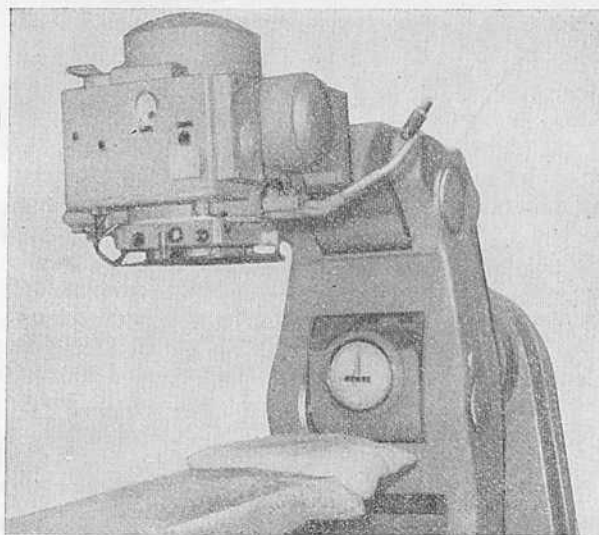


Рис. 7. Дистанционная гамма-установка «Рокус».

В настоящее время наша промышленность выпускает гамма-установки новейшего образца типа «Луч», «Рад», «Рокус», где источником излучения также является радиоактивный кобальт в количестве 4000 кюри (рис. 7 и 8).

Гамма-установки последних образцов не имеют тубусов. Облучаемые поля на этих аппаратах ограничиваются системой диафрагм и световым указателем. Диафрагма позволяет создать поле любых размеров и формы и обеспечивает защиту от облучения кожи вокруг облучаемого поля. Расстояние от источника до кожи и очага контролируется с помощью линейки, укрепленной на диафрагме. При необходимости создать компрессию применяют специальный компрессионный тубус, имеющий открытый внизу

корпус, размеры которого соответствуют наибольшему полю облучения.

После разметки полей облучения на основании цистогрaмм с сеткой осуществляется центрация пучка излучения на поле, подлежащее облучению. Больной и источник излучения в течение всего времени облучения находятся в неподвижном состоянии, а при ротационной гамматерапии вокруг больного вращается источник излучения.

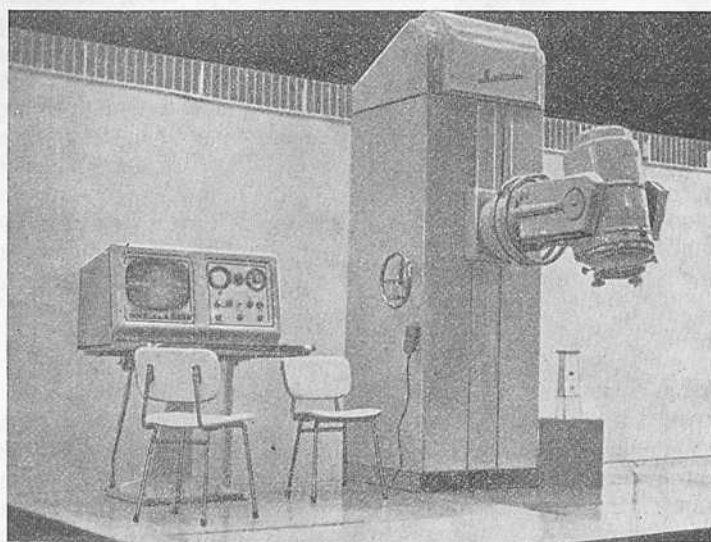


Рис. 8. Дистанционная гамма-установка «Луч».

Исследования последних лет показывают физические и клинические преимущества излучений высоких энергий перед рентгенотерапией в диапазоне 180—200 кВ. Как известно,  $\gamma$ -лучи радиоактивного кобальта обладают значительно большей проникающей способностью, чем рентгеновы лучи. В связи с этим и глубинная доза от этих источников излучения больше, чем при рентгеновском излучении, а интегральная поглощенная доза в 3—4 раза меньше. При дистанционной гамматерапии дозный максимум находится на глубине 5—6 мм от поверхности кожи, благодаря чему выносимость ее заметно повышается. Физические преимущества дистанционной гамматерапии сказываются

и на результатах лечения опухолей мочевого пузыря. Благодаря применению статической гамматерапии можно проводить облучение 4 наиболее выгодными полями, расположение которых дает возможность избежать облучения больших объемов нормальных тканей и особенно рядом расположенной прямой кишки. Это позволяет значительно снизить интегральную дозу, которая оказывает меньше влияния на общее состояние больных, что дает возможность в короткие сроки без перерыва проводить более интенсивное облучение.

При облучении меньших объемов здоровых тканей реже развиваются и легче протекают послелучевые реакции в органах малого таза и общая реакция организма на облучение.

Применение статической гамматерапии расширяет показания к лучевой терапии опухолей мочевого пузыря и позволяет в некоторых случаях при сравнительно удовлетворительном состоянии осуществлять ее у больных с III и даже IV стадией заболевания.

Применение дистанционной гамматерапии при лечении больных с опухолями мочевого пузыря в нашей стране началось в 1952 г. (А. В. Кантин с соавторами, 1955). Авторы применяли 3- и 4-польное облучение экспозиционной разовой дозой 200—300 р. Очаговая поглощенная доза составляла 6000—7000 рад. Полученные ими непосредственные и отдаленные результаты лечения оказались лучшими, чем при рентгенотерапии.

Применяя дистанционную гамматерапию с такой же очаговой дозой (7000 рад), А. С. Павлов (1959) добился менее удовлетворительных результатов и считает, что излечение достигается лишь в редких случаях. А. В. Козлова (1951) указывает, что даже при распространенных инфильтрирующих опухолях мочевого пузыря дистанционная гамматерапия может вызвать не только уменьшение, но и полное разрушение опухоли. Такого же мнения придерживается Е. М. Шварценберг (1958), которая применяла дистанционную лучевую терапию 186 больным и у 46 отметила уменьшение, а у 7 полное исчезновение опухоли. У остальных больных автор наблюдал значительное клиническое улучшение.

Имеются указания и других авторов на достаточно высокую эффективность этого метода лечения при опухолях мочевого пузыря. В частности Smith и Lott (1958), применяя дистанционную гамматерапию в дозе 6000—

7000 рад, смогли продлить сроки жизни больных от 18 до 62 месяцев.

О таких же результатах лечения сообщают Trial и Rose (1960), которые после дистанционной гамматерапии инфильтрирующих форм рака мочевого пузыря из 51 больного у 15 наблюдали безрецидивное течение от 13 до 35 месяцев.

В целях большего щажения кожи и максимально интенсивного облучения патологического очага применяются подвижные методы гамматерапии. Подвижное облучение заключается в воздействии на опухоль движущимся пучком лучей через большую площадь кожной поверхности. При подвижном облучении достигается более высокая концентрация энергии излучения в патологическом очаге, однако при этом облучению первичным пучком подвергается и значительно больший объем здоровых тканей, чем при статическом облучении. В связи с этим при сопоставлении методов облучения наряду с поглощенной дозой излучения в очаге большое значение приобретает интегральная поглощенная доза. Исходя из этого, клиническое применение подвижного облучения лимитируется не реакцией кожи, а реакцией отдельных внутренних органов и системы крови.

Plank, Grossman и Campanella (1957), Catton (1957), Kutting и Becker (1962) применяли ротационную гамматерапию у больных раком мочевого пузыря. В связи с этим заслуживают внимания результаты лечения ротационным методом, которые приводит Catton (1957) в зависимости от стадии заболевания. Из 17 больных со II стадией у 15 автор наблюдал полное исчезновение опухоли. Из 10 человек с III стадией заболевания опухоль исчезла у 5, а из 10 больных с IV стадией — у 4 человек.

Ротационная гамматерапия при опухолях мочевого пузыря в нашей стране применялась А. В. Козловой и Т. В. Поповой (1964) в Институте рентгено-радиологии и нами в Городской больнице № 57.

Одним из эффективных видов высоковольтной терапии при опухолях мочевого пузыря считается дистанционная гамматерапия с применением свинцовой решетки (Becker, 1962; Kuttig и Becker, 1962).

Этот метод лучевой терапии авторы рекомендуют при большом распространении опухолевого процесса и с целью уменьшения опасности осложнений, особенно повреждения прямой кишки.



Применение решетки позволяет проводить облучение с одного кожного поля относительно высокими дозами (10 000—12 000 p) без опасности развития лучевых повреждений кожи и подлежащих других органов. Вследствие небольших сроков наблюдения авторы не располагают отдаленными результатами, однако они отмечают отчетливое увеличение продолжительности жизни больных, а также субъективное и объективное отсутствие симптомов заболевания в течение длительного времени.

#### *Терапия тормозным излучением высоких энергий*

Создание таких ускорителей электронов, как бетатроны и линейные ускорители, позволило получить тормозное излучение, имеющее в сотни раз меньшую длину волны, чем  $\gamma$ -излучение.

Тормозное излучение обладает большой проникающей способностью и позволяет создать заметный максимум поглощенной дозы излучения на глубине нескольких сантиметров, причем чем выше энергия излучения, тем на большей глубине располагается максимум дозы. Объясняется это тем, что при высокой энергии тормозного излучения вторичные электроны, возникающие при взаимодействии его с веществом, летят преимущественно в направлении первичного пучка и, получая от него высокую энергию, обладают большими пробегами в веществе. Благодаря этому можно получить наибольшую плотность ионизации, а следовательно, и наибольшую поглощенную дозу излучения на большей глубине.

Появившаяся возможность применять при лечении опухолей мочевого пузыря такие установки, как бетатроны и линейные ускорители, позволяющие генерировать излучение с энергией порядка нескольких десятков миллионов вольт, обусловило их преимущество, связанное с физическими свойствами и особенностями распределения энергии излучения в облучаемых тканях. Использование этих аппаратов имеет большое практическое значение, особенно при глубоко расположенных опухолях, когда представляется возможность создать в области опухоли необходимую лечебную дозу без повреждения кожных покровов. Облучение на установках, генерирующих излучение высоких энергий, упрощается в связи с тем, что необходимую лечебную дозу можно подвести с меньшего числа наиболее выгодных кожных полей, меньшее боковое рассеяние

излучения высоких энергий обуславливает и меньшую общую интегральную дозу (А. Н. Кронгауз с соавторами, 1953).

Лечение больных раком мочевого пузыря на бетатронах и других аппаратах, генерирующих излучение высоких энергий, применялось Buschke (1957), Schinz (1957), Watson и Burkell (1959), Morrison (1960) и др.

По мнению Watson и Burkell (1959), Wallace (1959), Browne и Ogden (1960), применение источников высокой энергии особенно показано при лечении больных с инфильтрирующими формами и далеко зашедшими опухолями мочевого пузыря. Облучение рака мочевого пузыря может быть проведено с 2—3 полей (смежные — надлобковые и крестцовое), как предлагают Uhlman (1951), Higbee (1955), и с 4 полей (2 передних и 2 задних), как это делают Williams и Horwitz (1956), Schinz (1957), Watson и Burkell (1959) и др. Размеры полей облучения варьируют от  $6 \times 8$  до  $10 \times 15$  см в зависимости от размеров и степени распространения опухолевого процесса.

Терапевтическая доза 6000—8000 рад в опухоли достигается в течение 6—7 недель. При показаниях (остаточная опухоль, рецидив) через 3—4 месяца может быть проведен второй курс облучения с очаговой дозой 4000—6000 рад. Терапия с паллиативной целью (для прекращения болей, гематурий) проводится при тех же условиях с очаговой дозой 3000—4000 рад в течение 3—4 недель.

Wallace (1959), Rubin и Buran (1959), Friedman (1959) и др., применяли ротационную супервольтную терапию, которая позволяет увеличивать очаговую дозу до 8000—10 000 рад. Авторы считают, что более целесообразна ротация вокруг короткой оси тела, проходящей через центр опухоли. Поле на оси ротации  $8 \times 8$  см. При распространенных процессах поле может быть увеличено до  $10 \times 15$  см. Глубина расположения зоны высокой дозы зависит от угла наклона пучка и радиуса ротации.

При супервольтной терапии и ротации вокруг длинной оси тела промежность, мошонка и вульва исключаются из поля облучения. В основном при терапии рака мочевого пузыря облучение ведется через переднюю брюшную стенку; к этому может быть добавлено заднее поле. Для большего щажения прямой кишки облучение проводится при угле  $180^\circ$ .

Wallace (1959), Friedman (1959), Rubin и Buran (1959) считают, что при лечении больных со злокачествен-

ными опухолями мочевого пузыря для первичного облучения необходимы дозы от 7000 до 10 000 рад в течение 5—9 недель. Авторы отмечают, что при дозе менее 6000 рад даже в ранних стадиях излечения не наступает.

Из данных литературы следует, что супервольтная терапия при раке мочевого пузыря способствует значительному продлению жизни больных или на какой-то период времени освобождает их от основных симптомов заболевания.

Если учесть, что большинство больных, подвергшихся супервольтной терапии, имело распространенные большие опухоли, которые трактовались как неоперабельные, или рецидивы рака после неоднократного оперативного лечения, то получаемые результаты лечения необходимо признать вполне удовлетворительными.

Browne и Ogden (1960) на основании своего материала считают, что длительность жизни больных во всех группах после супервольтной терапии больше, чем после хирургического лечения.

Сравнение данных разных авторов из-за неодинакового исходного состояния больных и различия в методах облучения невозможно.

Из 45 больных раком мочевого пузыря, леченных высокими энергиями, Watson и Burkell (1959) наблюдали трехлетнюю продолжительность жизни после облучения у 22%, а пятилетнюю — у 20%; 1 больной прожил более 7 лет. По материалам Friedman (1959), после ротационного облучения тормозным излучением 2 Мэв 80 больных раком мочевого пузыря свыше 3 лет прожили 22% и более 5 лет — 13%. У больных с запущенными формами заболевания автор также отмечал увеличение продолжительности жизни после лучевой терапии. Из 25 больных, которым облучение проводилось первично, трехлетняя продолжительность жизни была у 10. У остальных 15 больных возникали рецидивы после хирургического или радиологического лечения. Несмотря на тяжелое исходное состояние, в течение 5 лет после облучения жили 13% больных.

Из 103 больных, которых облучал Рорре (1959) на бетатроне 31 Мэв, у 49% получены благоприятные как субъективные, так и объективные результаты, а у 51% больных улучшения не наступило. Продолжительность жизни у этой группы больных составила: 3 года — у 13,3%, 2 года — у 43% и 1 год — у 63,5% больных.

Таким образом, большинство авторов считает, что при использовании супервольтных методов статического и ротационного облучения мочевого пузыря пятилетние сроки жизни наблюдаются у 17—37% больных.

Сравнивая результаты оперативного лечения и лучевой терапии тормозным излучением, авторы отмечают, что процент выживших в течение 1—2 лет одинаков при этих способах лечения (Rubin и Buran, 1959; Watson и Burkell, 1959; и др.).

По данным сводной статистики, составленной Hellriegel, Schwartz и Lott (1962), при мегавольтной терапии рака мочевого пузыря продолжительность жизни больше 1 года наблюдалась у 55%, более 2 лет — у 44%, более 3 лет — у 29%, более 4 лет — у 23% и более 5 лет — у 13%.

Общая реакция при супервольтной терапии выражена слабо и не требует специального лечения. Однако реакция со стороны мочевого пузыря и прямой кишки наблюдается чаще и протекает более остро (дизурия, диарея) продолжительностью не менее месяца после лечения.

Многие авторы (Rubin и Burran, 1959; Wallace, 1959, и др.) указывают, что применение источников высокой энергии в больших дозах может вызвать необратимые повреждения стенок мочевого пузыря и прямой кишки как в ближайшие, так и в отдаленные сроки после облучения. При интенсивном облучении в короткие сроки значительно раньше возникают и остро развиваются изменения со стороны слизистой мочевого пузыря вплоть до отека ее со сдавлением одного или двух мочеточников и развитием в дальнейшем гидронефроза, пиелонефрита, а в некоторых случаях и пионефроза.

Поздние осложнения при супервольтной терапии наблюдаются реже, чем при внутриполостном облучении, однако под влиянием интенсивного облучения развивается атрофия слизистой, склероз мочеточников и склероз подслизистой мочевого пузыря с аналогичными изменениями в сосудах, что приводит к повышенной ранимости их и периодическим или постоянным кровотечениям.

Перфорации и свищи после лучевой терапии чаще всего возникают у больных, которым раньше применялось оперативное лечение или контактная лучевая терапия. В связи с этим Rubin и Burran (1959) связывают развитие такого рода осложнений с непосредственным действием наружного облучения.

## 2. Внутриполостной метод лучевой терапии

При лечении опухолей мочевого пузыря и других полостных органов широко применяется внутриполостной метод облучения (А. С. Павлов, 1959; Е. П. Иванецкая, М. М. Хрущев и И. Б. Кочаровская, 1961; А. В. Козлова, 1962; Becker и Scheer, 1953; Ellis и Oliver, 1955; Mayor, 1955; Muller, 1958; Kunkler, Rains и Livingstone, 1959; Friedman, 1959; Wallace, 1959).

Для этих целей используются различные радиоактивные изотопы, перечень которых и их физическая характеристика приведены в табл. 3.

ТАБЛИЦА 3

Радиоактивные изотопы, применяемые для внутриполостного облучения

| Радиоактивные изотопы | Период полураспада (Т) | Максимальная энергия $\beta$ -частиц (Мэв) | Максимальная энергия гамма-квантов (Мэв) | Гамма-постоянная изотопа К <sup>1</sup> |
|-----------------------|------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Ra                    | 1 620 лет              | 3,15                                       | 1,4                                      | 8,3                                     |
| Cs <sup>137</sup>     | 33 года                | 0,5                                        | 0,75                                     | —                                       |
| Co <sup>60</sup>      | 5,3 »                  | 0,31                                       | 1,25                                     | 13,5                                    |
| Br <sup>82</sup>      | 35,7 дня               | 0,46                                       | 2,0                                      | 15,0                                    |
| Au <sup>198</sup>     | 2,7 »                  | 0,9                                        | 0,41                                     | 2,4                                     |
| I <sup>90</sup>       | 65 часов               | 2,2                                        | —                                        | —                                       |
| Na <sup>24</sup>      | 14,9 часа              | 1,39                                       | 2,0                                      | 18,85                                   |
| P <sup>32</sup>       | 14,3 дня               | 1,7                                        | 1,9                                      | —                                       |

<sup>1</sup> К — доза в 1 час на расстоянии 1 см от точечного источника активностью 1 мкюри.

Радиоактивные изотопы для внутриполостного облучения могут применяться в виде трубочек, различных по длине и содержанию радия, радия-мезотория, цезия, кобальта. Применяются шаровидные источники Co<sup>60</sup> (бусы) диаметром 3—6 мм или 2 мм, а также макросуспензии в желеобразной массе, истинные (Na<sup>24</sup>, Br<sup>82</sup>, Co<sup>60</sup>) и коллоидные растворы (Au<sup>198</sup>, P<sup>32</sup>, Y<sup>90</sup>).

Внутриполостное облучение можно проводить контактным методом (для чего используются линейные или объемные источники излучения в резиновом баллоне, заполненном радиоактивными растворами, макросуспензией или бусами), а также создавая расстояния между источником

излучения и стенками полостного органа. Методика внутриполостного облучения также предполагает использование резинового зонда с баллоном. Зонд с радиоактивными  $\gamma$ -излучающими препаратами и баллон вводят в мочевой пузырь, после чего в баллон нагнетают воздух, который оттесняет стенки мочевого пузыря от источника излучения.

При внутриполостном облучении особое значение приобретает предшествующая и последующая обработка мочевого пузыря, а также лечение сопутствующего воспаления, так как известно, что всякое интенсивное облучение вызывает более раннюю и острую реакцию, которая всегда протекает тяжелее при наличии воспалительного процесса слизистой оболочки пузыря.

При показаниях еще до начала лучевой терапии проводят ежедневные промывания мочевого пузыря для удаления некротических тканей и противовоспалительную терапию. Такая обработка мочевого пузыря предохраняет от лучевых циститов.

Внутриполостной метод лечения может быть применен как самостоятельно, так и в сочетании с наружным облучением или хирургическим вмешательством. Как самостоятельный метод внутриполостное облучение используется при диффузном папилломатозе мочевого пузыря, рецидивах папилломатоза, папиллярном раке, распространяющемся только по слизистой оболочке мочевого пузыря без инфильтрации мышечной стенки (А. В. Козлова, 1960; А. С. Павлов, 1959; Wallace, 1959; Kunkler и Rains, 1959; Dutreix, 1961).

Внутриполостной метод показан также как первый этап лечения перед тотальной цистэктомией, резекцией мочевого пузыря или после электрокоагуляции папиллом (Wallace, 1959). При распространенных процессах внутриполостное облучение сочетают с наружным облучением (Е. П. Иваницкая, А. В. Козлова, 1962; М. М. Хрущов и И. Б. Кочаровская, 1960; Becker и Scheer, 1953, и др.).

Наружное облучение, дистанционная гамматерапия, глубокая рентгенотерапия в сочетании с внутриполостным методом (аппликации  $\text{Co}^{60}$ ) позволяют увеличивать дозу в опухоли до 11 000—12 000 рад.

Единого мнения о ритме и времени начала внутриполостного облучения нет. Лечение при сочетанном методе может проводиться одновременно с наружным облучением или в той или другой последовательности.



По мнению А. В. Козловой (1962), результаты лечения внутриполостным методом в сочетании с наружным облучением зависят от времени его применения. Наиболее выраженный терапевтический эффект можно получить при одновременном использовании наружного и внутриполостного методов. Если к внутриполостному облучению прибегают до дистанционной терапии или после нее, то биологическое действие излучения понижается из-за большей противленности облучения во времени. Применение внутриполостного облучения после наружного облучения лимитируется развитием реактивных явлений.

При раке мочевого пузыря применяются разные варианты внутриполостного облучения.

Центрально расположенный источник излучения. Этот метод внутриполостного облучения впервые предложен Ридом (Redd, 1955).

В качестве источника излучения применяется радий с активностью 25—30 мг в капсуле, фильтрованной 0,5 мм Pt с активной длиной 1 см, наружным диаметром 2,3 мм, или радиоактивный кобальт в виде трубочки диаметром 1,6 мм, активностью 20 мкюри, в стальном фильтре, один конец которого заострен, а другой имеет ушко для проведения нити.

Вторым видом источника излучения может быть кобальтовый шарик с активностью 20 мкюри, диаметром 0,6 см.

Friedman и Lewis (1958), применяя эту методику, пользовались катетером Фолей разного диаметра — от 18 до 24 F, с баллонами вместимостью от 30 до 100 см<sup>3</sup> воздуха. Если больному предварительно была произведена цистостомия, то применялся двухканальный баллон-катетер (большой канал которого служит для введения источника излучения, а маленький — для раствора или воздуха). Моча в этом случае дренируется через надлобковый свищ. Больным без цистостомии применяется трехканальный баллон-катетер, третий канал которого дренирует мочу.

Источник излучения внутри и в центре баллона-катетера фиксируется шелком. Однако в тех случаях, когда опухоль расположена эксцентрично, источник излучения смещается до одного уровня с опухолью, как видно на рис. 9.

Если опухоль расположена близко к шейке или инфильтрирует предстательную железу, источник фиксируется в нижней части баллона.

Несмотря на то что баллон-катетер с источником излучения можно вводить через уретру, Friedman и Lewis (1958) считают целесообразным вскрывать мочевой пузырь, чтобы более точно расположить радиоактивный препарат по отношению к опухоли.

После того как баллон-катетер с источником излучения введен через уретру в мочевой пузырь и установлен в

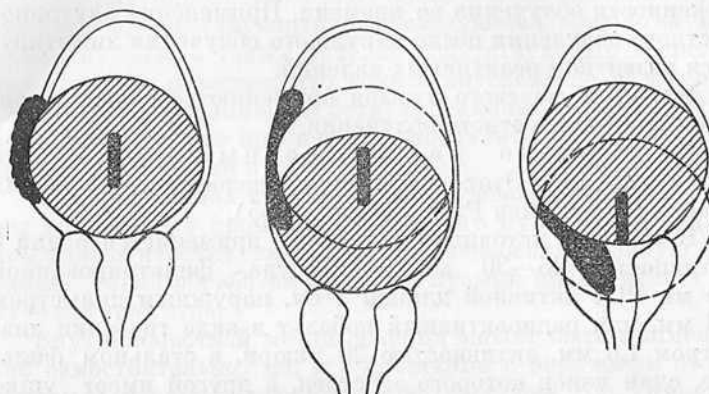


Рис. 9. Схема расположения источника излучения внутри баллона-катетера в зависимости от локализации опухоли (Friedman).

нужном положении, проксимальный конец его прошивают длинной нитью, которую выводят через цистостому и закрепляют на брюшной стенке. Шприцем в баллон вводят необходимое количество 0,5% стерильного раствора йодистого натрия для контрастирования пузыря и 1 мл раствора метиленовой сини для контроля за герметичностью баллона. Рану зашивают, а дренаж для отведения мочи подшивают к передней стенке живота (рис. 10).

По окончании лечения и удалении баллона-катетера дистальный конец нити не менее 6 см выводят через уретру наружу, а проксимальный конец остается на брюшной стенке.

При повторном введении баллона-катетера кончик его прикрепляют к дистальному концу нити и потягиванием за конец, лежащий на брюшной стенке, снова вводят его в мочевой пузырь.

По мнению Friedman и Lewis (1958), такая методика обеспечивает правильное расположение источника излуче-

ния и хорошее отведение мочи. Кроме того, значительная часть мочевого пузыря подтянута к передней брюшной стенке, т. е. удалена от излучателя и меньше подвергается облучению, что предотвращает развитие побочных реакций.

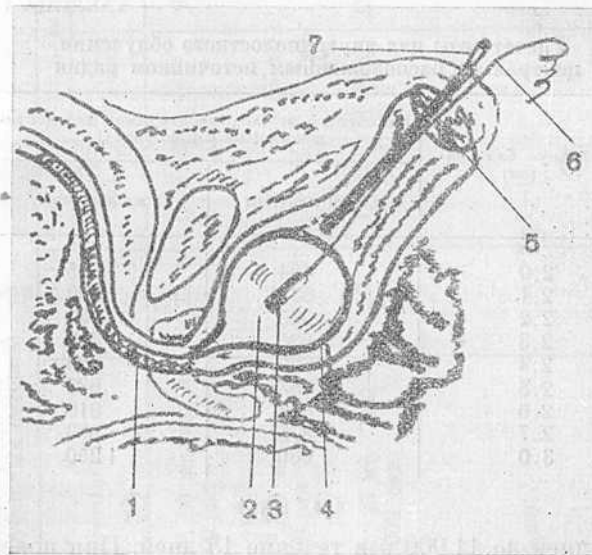


Рис. 10. Баллон-катетер с центрально расположенным источником излучения в мочевом пузыре.

1 — уретра; 2 — баллон-катетер; 3 — источник излучения; 4 — полость мочевого пузыря; 5 — цистостома; 6 — нить, пропущенная через проксимальный конец баллона-катетера и выведенная в цистостому; 7 — дренажная трубка для отведения мочи.

При больших экзофитно растущих опухолях авторы методики рекомендуют применять электрокоагуляцию с последующим облучением через несколько недель. Небольшие опухоли подлежат облучению без предварительной электрокоагуляции.

При инфильтрирующих опухолях облучение проводят после секторальной резекции.

Внутриполостное облучение центрально расположенным источником проводят дважды в течение 4 дней с перерывом между облучениями от 5 до 12 дней.

Для расчета дозы Friedman и Lewis (1958) предложили пользоваться специальной таблицей (табл. 4).

По данным Schulte, Hinman и Bertman (1952), Friedman и Lewis (1958), величина оптимальной дозы для опухолей мочевого пузыря варьирует от 7000 р в течение

ТАБЛИЦА 4

**Расчет дозы для внутриполостного облучения  
центрально расположенным источником радия**

| Радиус баллона<br>(см) | Количество мг/час., необходимое для достижения 1000 р при фильтре |              |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|
|                        | 0,5 мм платины                                                    | 1 мм платины |
| 2,0                    | 484                                                               | 535          |
| 2,1                    | 530                                                               | 490          |
| 2,2                    | 585                                                               | 650          |
| 2,3                    | 635                                                               | 712          |
| 2,4                    | 690                                                               | 780          |
| 2,5                    | 753                                                               | 835          |
| 2,6                    | 812                                                               | 910          |
| 2,7                    | 875                                                               | 983          |
| 3,0                    | 1 080                                                             | 1 200        |

10—17 дней до 11 000 р в течение 15 дней. При поверхностно расположенных опухолях достаточно эффективной является доза 6500—7500 р, полученная в течение 6—7 дней. В зависимости от диаметра баллона доза в подлежащих тканях на глубине 0,5 см составляет 60—70%.

В табл. 5 приведены данные некоторых иностранных авторов о результатах лечения больных с опухолями мочевого пузыря по описанной выше методике.

Из табл. 5 видно, что процент пятилетнего безрецидивного течения после лечения внутриполостным облучением центрально расположенным источником излучения с эндовезикальной электрокоагуляцией или резекцией пузыря значительно выше (56), чем после одного внутриполостного облучения.

**Объемный источник излучения.** Объемными источниками излучения являются радиоактивные растворы, бусы  $\text{Co}^{60}$ , макросуспензия. В клинической радиологии используются истинные и коллоидные радиоактивные растворы.

ТАБЛИЦА 3  
Результаты лечения больных раком мочевого пузыря centrally располо-  
женным источником (данные зарубежных авторов)

| Авторы                           | Метод лечения                                                                           | Источники и доза                          | Число больных | Стадия заболевания | Живы без рецидива |          |          |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------|--------------------|-------------------|----------|----------|
|                                  |                                                                                         |                                           |               |                    | 2 года            | 4 года   | 5 лет    |
| Schulke, Hinman и Bertram (1952) | Центрально расположенный источник                                                       | Co <sup>60</sup> , 90 мг-экв. Ra 8000 рад | 25            | I—II               | —                 | 9 (36%)  | —        |
| Bretherton (1955)                | То же                                                                                   | Co <sup>60</sup> , 80 мг-экв. Ra 6000 рад | 16            | I                  | 8 (50%)           | —        | —        |
| Friedman и Lewis (1958)          | Резекция, электрокоагуляция в сочетании с облучением centrally расположенным источником | Ra, 25 мг 7000—11 000 рад                 | 50            | I—III              | 31 (62%)          | 22 (44%) | 19 (38%) |
| Friedman и Lewis (1958)          | То же                                                                                   | То же                                     | 34            | I—II               | —                 | —        | 20 (56%) |
| Redd (1959)                      | То же                                                                                   | Ra 25 мг 6000—8000 рад                    | 56            | I—III              | —                 | —        | 31 (56%) |

Истинные радиоактивные растворы  $\text{Na}^{24}$ ,  $\text{Br}^{82}$ ,  $\text{Co}^{60}$ , как правило, всасываются слизистой оболочкой и поэтому вводятся в мочевой пузырь только в баллонах-катетерах.

Коллоидные растворы  $\text{Au}^{198}$  и  $\text{Y}^{90}$  не адсорбируются слизистой мочевого пузыря и вводятся без баллонов непосредственно в мочевой пузырь. По мнению большинства авторов, радиоактивные растворы могут применяться при диффузном доброкачественном папилломатозе; рецидивирующем локализованном папилломатозе; злокачественных папилломах и поверхностных карциномах мочевого пузыря и как послеоперационное облучение после резекции мочевого пузыря.

Некоторые авторы считают эндовезикальное облучение методом выбора при локализации опухоли в области дна мочевого пузыря. При наличии инфильтрирующего рака с прорастанием всей толщи стенки мочевого пузыря одно внутриполостное облучение недостаточно эффективно (Muller, 1958; Wildbolz и Poretti, 1958, и др.). Радиоактивный раствор  $\text{Y}^{90}$  является чистым  $\beta$ -излучателем. Излучение  $\text{Au}^{198}$  на 95% также состоит из  $\beta$ -частиц, проникающая способность которых очень незначительна. Малая проникающая способность, к сожалению, ограничивает показания к применению этих изотопов. Использование радиоактивного золота дает хорошие результаты при множественном папилломатозе и нередко избавляет больных от такой операции, как удаление мочевого пузыря.

При появлении рецидива опухоли не исключается возможность повторного введения препарата, так как толерантность тканей сохраняется. Противопоказанием к внутриполостному применению  $\text{Au}^{198}$  считаются раковые опухоли, прорастающие в мышечную стенку мочевого пузыря (Smithers, 1953; Wallace, 1959).

Коллоидное радиоактивное золото вводят в мочевой пузырь с помощью защитного шприца и системы трубок. После дву-, трехкратного введения золота на 3—4 часа с перерывами 4—5 дней доза на поверхности слизистой оболочки мочевого пузыря достигает 7000—8000 р. Спустя 10—14 дней после последнего облучения у больных могут появляться легкие дизурические явления, проходящие через 1—2 недели.

Для расчета дозы при непосредственном введении в мочевой пузырь радиоактивного раствора  $\text{Au}^{198}$  мы пользовались формулой Walter de Gruyter (1961):



$$\frac{3,7 \times 10^7 p E \cdot 1,6 \cdot 10^{-6}}{100} \cdot \frac{3600}{62} \text{ рад/час},$$

где:  $p$  — удельная активность  $\text{Au}^{198}$ ;

$E$  — средняя энергия  $\beta$ -частиц  $\text{Au}^{198}$ , равная 0,35 Мэв.

Доза  $\gamma$ -излучения высчитывается по формуле:

$$2\pi k \cdot p \cdot \alpha \cdot A \cdot y \cdot 0,93 \text{ рад/час}.$$

Например, для шара объемом  $150 \text{ см}^3$  с 300 мкюри  $\text{Au}^{198}$  доза на поверхности слизистой от  $\gamma$ -излучения равна 86 рад/час, от  $\beta$ -излучения — 740 рад/час.

Радиоактивные растворы  $\text{Na}^{24}$ ,  $\text{Br}^{82}$  и  $\text{Co}^{60}$  в основном являются  $\gamma$ -излучателями с энергией 1,25—2 Мэв.

Радиоактивный раствор  $\text{Na}^{24}$  применяют в виде  $\text{NaJ}$  и  $\text{NaCl}$ . Эти соли хорошо растворимы в воде, а йод задерживает рентгеновы лучи и позволяет производить контрольные снимки в процессе лечения. Активность радиоактивного натрия может измеряться как по  $\gamma$ -излучению, так и по  $\beta$ -излучению. Мощность дозы, создаваемая 1 мкюри изотопа на расстоянии 1 см, равна 19,1 р/час. Мощность дозы от 1 мкюри  $\text{Br}^{82}$  на расстоянии 1 см равна 15 р/час. Радиоактивный кобальт применяют в виде раствора в соляной кислоте с добавлением 23% раствора йодистого натрия ( $\text{NaJ}$ ) для контрастирования при рентгенологическом контроле во время облучения. Применение радиоактивных растворов, по мнению Müller (1958), Wildbolz и Poretти (1958) и др., показано при диффузном доброкачественном папиломатозе; рецидивирующем локализованном папиломатозе; злокачественных папилломах и поверхностных карциномах пузыря и в качестве послеоперационного облучения после резекции мочевого пузыря.

При локализации опухоли на дне пузыря (что делает невозможным хирургическое вмешательство) эндовезикальное облучение авторы считают методом выбора. В случаях инфильтрирующего рака с поражением всей толщи пузырной стенки одно внутриполостное облучение недостаточно.

Радиоактивные растворы  $\text{Na}^{24}$ ,  $\text{Br}^{82}$  и  $\text{Co}^{60}$  при внутрипузырном облучении применяются в специальных двухканальных баллонах-катетерах (один канал предназначен для отведения мочи, другой соединен с полостью баллона и служит для введения радиоактивного раствора).

Двухканальный баллон-катетер вводят по уретре после местной анестезии; у некоторых мужчин применяется перинеальная уретростомия.

После введения баллона-катетера в мочевой пузырь при помощи защитного шприца, соединенного с баллоном-катетером, пагнетается тот или иной радиоактивный раствор.

При ограниченных поражениях мочевого пузыря и локализации опухоли на одной из стенок вместе с радиоактивным раствором в мочевой пузырь вводят парафин, который, не смешиваясь с раствором, занимает верхнее положение, благодаря чему значительно снижается доза в этой области (при введении парафина больной всегда ложится на пораженную сторону).

Один из существенных недостатков этой методики — возможность разрыва баллона и попадания радиоактивного раствора на слизистую мочевого пузыря, кожу больного, а также загрязнение лаборатории. Такой разрыв особенно опасен при введении изотопа с большим периодом полураспада, как  $\text{Co}^{60}$  (период полураспада  $\text{Co}^{60}$  5,3 года). Поэтому, прежде чем вводить радиоактивный раствор, проверяют целостность баллона метиленовой синью. Если моча не подкрашивается, то в баллон вводят радиоактивный раствор.

При использовании радиоактивного натрия применяют активность не более 80—100 мкюри; изотоп растворяют в 60 мл физиологического раствора. При этой активности доза на слизистой пузыря за 4—6 часов достигает 2000 р. После троекратного введения излучателя с промежутками 7—10 дней суммарная доза на слизистой достигает 6000 р.

Радиоактивный  $\text{Br}^{82}$  применяют с активностью 30, 50 и 150 мкюри в объеме 100 мл физиологического раствора. Первоначальная мощность дозы на слизистой мочевого пузыря при активности 30 мкюри составляет 70 р/час  $\gamma$ -радиации. Через 48 часов мощность дозы снижается до 48 р/час. Поэтому спустя этот срок в баллон вводят 100 мл нового раствора радиоактивного брома активностью 30 мкюри. Через 96 часов баллон с изотопом удаляют. Если баллон введен путем уретростомии, то рану на промежности не зашивают в течение 8 дней (Kunkler и Rains, Livingstone, 1959; Wallace, 1959). При использовании 150 мкюри изотопа облучение проводят однократно.

Активность применяемого раствора радиоактивного кобальта не должна превышать 15—45 мкюри. Введение такого раствора на 8—10 дней позволяет получить дозу на слизистой пузыря не менее 10 000—12 000 р (800—1900 р за 24 часа).

Wildbolz и Poretти (1958) считают, что на расстоянии 1 см от поверхности баллона доза излучения составляет 25% дозы на слизистой.

Для расчета доз при внутриполостном облучении разными радиоактивными растворами в баллонах мы пользовались формулой Walter de Gruyter (1961), с помощью которой можно определить дозу  $\gamma$ -излучения на поверхности баллона с радиоактивным бромом, натрием или кобальтом:

$$D_{\gamma} = 2\pi K \cdot Q \cdot a \cdot A^{\gamma} \cdot (Rh),$$

где:  $A^{\gamma}$  — фактор самоадсорбции (для  $\text{Br}^{82}$  0,93);

$a$  — радиус баллона (см);

$Q$  — удельная активность раствора в 1 мл (мкюри);

$K$  — мощность дозы (часы) на расстоянии 1 см от источника.

Для определения мощности дозы при использовании сферических источников (баллоны с радиоактивными растворами  $\text{Na}^{24}$ ,  $\text{Au}^{198}$ ,  $\text{Br}^{82}$ ,  $\text{Co}^{60}$  в мочевом пузыре) Souttar (1958) предлагает такую формулу:

$$P_{\gamma} = \frac{3}{4} \frac{KA}{R^3} \left[ 2R + \frac{R^2 - d^2}{d} \log \left( \frac{R+d}{1R-d} \right) \right] \text{p/час},$$

где:  $P_{\gamma}$  — мощность дозы (p/час);

$d$  — расстояние от центра сферы (см);

$R$  — радиус (см);

$A$  — активность (мкюри);

$K$  — гамма-постоянная изотопа.

Авторы отмечают, что быстрый спад мощности вблизи поверхности сферы (при  $R=d$ ) показывает, что можно создать требуемые значения дозы на поверхности баллона при наличии сравнительно малых глубинных доз.

Для вычисления дозы на поверхности баллона (с изотопами  $\text{Na}^{24}$ ,  $\text{Au}^{138}$ ,  $\text{Br}^{82}$  и  $\text{Co}^{60}$ ) Dutreix (1961) предлагает другую формулу:

$$Db = 2\pi K C a \left[ \left( 1 - \frac{s^2 - a^2}{2sa} \log \frac{a+s}{a-s} \right) - \frac{2a}{3s} ma + \frac{1}{3}(ma)^2 \right],$$

где:  $Db$  — доза на расстоянии ( $b$ ) от центра баллона до его поверхности;

$K$  — гамма-постоянная изотопа;

$C$  — концентрация элемента в баллоне;

$a$  — энергия излучения.

Доза от радиоактивного раствора определяется величиной энергии излучения, объемом раствора и временем облучения.

Дозиметрические исследования Friedman (1958) показали, что процентная глубинная доза от  $\text{Co}^{60}$  при центральном расположении источника выше, чем от растворов радиоактивного кобальта. На расстоянии 1 см от поверхности баллона доза от центрального источника на 33% боль-

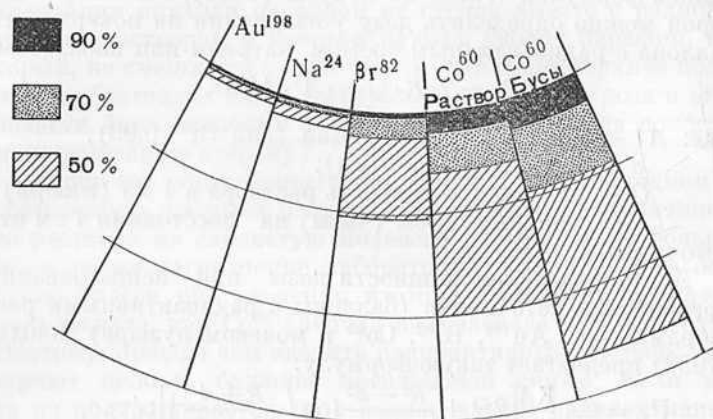


Рис. 11. Процентная глубинная доза в стенке мочевого пузыря от разных источников излучения.

ше, чем от жидкого  $\text{Co}^{60}$ . На рис. 11 показано процентное распределение глубинной дозы при внутриполостном использовании радиоактивных растворов  $\text{Au}^{198}$ ,  $\text{Na}^{24}$ ,  $\text{Br}^{82}$ ,  $\text{Co}^{60}$  и центрально расположенного источника  $\text{Co}^{60}$  (по Friedman, 1958). Wallace, Walton и Sinclair (1949) приводят номограмму доз для сферического источника объемом 100 мл, содержащего 200 мкюри  $\text{Na}^{24}$ .

| Часы | Доза на поверхности объема |
|------|----------------------------|
| 2    | 1 060                      |
| 3    | 1 500                      |
| 6    | 2 800                      |
| 10   | 4 270                      |

Указаны дозы для  $\gamma$ -излучения. Для  $\beta$ -радиации доза приблизительно такая же, но она поглощается в слое, не превышающем 5—6 мм.

До настоящего времени нет единого мнения в отношении наибольшей целесообразности применения того или иного радиоактивного изотопа. Нет единодушия и в отношении величин ежедневных и общих доз. А. В. Козлова (1962) считает, что при использовании  $\text{Na}^{24}$ , помимо риска радиоактивного загрязнения, недостатком является также большая энергия  $\gamma$ -излучения изотопа, требующая применения тяжелых защитных средств. Кроме того, короткий период полураспада  $\text{Na}^{24}$  вынуждает применять изотоп большой активности с высокой мощностью дозы излучения, которая в течение ближайших часов резко падает. Таким образом, облучение опухоли оказывается неравномерным, что снижает эффективность терапии.

При внутриполостном методе облучения необходимая доза может быть подведена однократно в течение нескольких часов или нескольких суток, и фракционно с большим дроблением дозы или облучением в большой дозе через большие промежутки времени. Выбор оптимальной дозы и ее распределение во времени зависят от того, проводится ли внутриполостное облучение самостоятельно или в сочетании с наружным облучением, и кроме того, определяется гистологической структурой опухоли и доступностью введения препарата в мочевого пузырь (А. В. Козлова, 1968).

За рубежом применяют высокие общие и однократные дозы в короткий промежуток времени (за 4—5 часов до 3000—5000 рад), что нередко ведет к очень резким, трудно поддающимся лечению радиационным циститам. Это подтверждают материалы Hinman, Schulte, Low-Beer (1955), которые применяли радиоактивный кобальт в качестве центрально расположенного источника в двух вариантах: препарат активностью 20 мкюри укладывали на 100 часов и активностью 80—90 мкюри на 8—10 часов. Авторы отмечают, что при использовании источника меньшей активности реакция со стороны слизистой мочевого пузыря была выражена намного слабее.

При лечении  $\text{Co}^{60}$  наблюдаются более тяжелые осложнения в виде длительных циститов, проктитов, сморщивания мочевого пузыря, периуретеритов со стриктурой, прекращения менструаций и т. д. (Mayor, 1954; Müller, 1958; Wildbolz и Poretti, 1958; Dutreix, 1961, и др.). Wallace (1959) у 25% леченых больных наблюдал на почве фиброза сморщивание мочевого пузыря. Аналогичные осложнения бывают и при облучении дозой меньшей мощности.

Поэтому в литературе существует мнение, что, помимо величины очаговой дозы, лучевые циститы в значительной степени объясняются индивидуальной чувствительностью и присоединившейся вторичной инфекцией.

В заключение этого раздела приводим результаты лечения больных с опухолями мочевого пузыря радиоактивными растворами по данным зарубежной литературы (табл. 6).

Из табл. 6 видно, что эндовезикальное облучение радиоактивными растворами кобальта, натрия, брома и золота позволяет получить непосредственное улучшение и безрецидивное течение от 2 до 4 лет не менее чем у 60% больных не только с доброкачественными небольшими размерами поверхностно растущими папилломами, но и у больных раком мочевого пузыря с инфильтрацией не только слизистой, но и подслизистого его слоя. Применение этой методики лучевой терапии избавляет значительный процент больных от повторных эндовезикальных электрокоагуляций.

**Применение шаровидных источников излучения (бусы и макросуспензии  $\text{Co}^{60}$ ).** Учитывая благоприятное распределение энергии излучения при внутриполостном применении радиоактивных растворов, исследователи начали поиски метода, при котором можно было бы избежать риска радиоактивного загрязнения и в то же время сохранить высокую эффективность методики (равномерное и однородное распределение энергии излучения). В 1951 г. Becker и Scheer предложили методику внутриполостного облучения с использованием радиоактивных бус диаметром от 4 до 7 мм из  $\text{Co}^{60}$  активностью 1, 2, 3, 5, 7 мкюри и макросуспензии, состоящей из желеобразной массы и мелких (диаметром до 2 мм) кобальтовых шариков. Эти шаровидные источники излучения покрыты тонким слоем платины или золота для поглощения мягкого  $\beta$ -излучения.

Такие радиоактивные препараты применяют для внутриполостного облучения при опухолях мочевого пузыря, матки, прямой кишки и пищевода. Обладающие свойством равномерно заполнять всю полость органа, эти препараты рассматриваются как единый объемный источник. Кобальтовые бусы вводят с помощью специального инструментария, который изготавливается с учетом противолучевой защиты.

При напызывании бус на пилить чередование радиоактивных препаратов с неактивными бусами дает возмож-



ТАБЛИЦА 6

Результаты лечения опухолей мочевого пузыря радиоактивными растворами  
(данные зарубежных авторов)

| Авторы                            | Источник<br>и доза (р)                         | Число<br>больных | Стадия<br>заболева-<br>ния | Характер<br>опухоли           | Результаты             |            |          |
|-----------------------------------|------------------------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------|------------|----------|
|                                   |                                                |                  |                            |                               | первичное<br>излечение | 2—4 года   | 5 лет    |
|                                   |                                                |                  |                            |                               |                        |            |          |
| Wallace, Walton и Sinclair (1949) | Na <sup>24</sup> , 3 000                       | 10               | I                          | —                             | 7 (70%)                | —          | —        |
| Smithers (1953)                   | Br <sup>82</sup> 6 000                         | 23               | I                          | —                             | —                      | 11 (50%)   | —        |
| Müller (1954)                     | Co <sup>60</sup> (75),<br>7 000—9 000          | 96               | I                          | Папилляр-<br>ный рак<br>То же | —                      | 39 (41%)   | —        |
| Mayor (1954)                      | Co <sup>60</sup> ,<br>10 000—12 000            | 21               | I                          | »                             | —                      | 6 (28%)    | —        |
| Mackay (1956)                     | Na <sup>24</sup> и Br <sup>82</sup> ,<br>6 000 | 77               | I                          | »                             | —                      | 38 (50%)   | —        |
| Schinz (1957)                     | Co <sup>60</sup> ,<br>10 000—12 000            | 65               | I                          | »                             | —                      | —          | 28 (43%) |
| Schinz (1957)                     | Co <sup>60</sup> ,<br>10 000—12 000            | 17               | I                          | —                             | —                      | —          | 9 (50%)  |
| Wildbolz и Poretti (1958)         | Co <sup>60</sup> ,<br>7 000—9 000              | 42               | I                          | Папилляр-<br>ный рак          | —                      | 6 (14,3%)  | —        |
| Wallace (1959)                    | Na <sup>24</sup> , 3 000                       | 11               | I                          | —                             | —                      | 14,3%      | —        |
| Wallace (1959)                    | Br <sup>82</sup> , 6 000                       | 45               | I                          | —                             | 17 (40%)               | —          | —        |
| Wallace (1959)                    | Au <sup>198</sup> ,<br>7 000—8 000             | 40               | I                          | Папилло-<br>матоз             | —                      | 8 (20%)    | —        |
| Dickson и Lang (1960)             | Au <sup>198</sup> ,<br>7 000—8 000             | 21               | I                          | —                             | —                      | 14 (66,6%) | —        |

ность в нужном направлении изменять как активность применяемого изотопа, так и объем излучателя.

При небольших поверхностно расположенных опухолях мочевого пузыря Becker и Scheer (1953) применяют локальное облучение очага, используя для этой цели способность кобальта к намагничиванию. Введенные в мочевой пузырь радиоактивные бусы с помощью сильного электромагнита, установленного снаружи, фиксируются на определенном уровне в течение всего времени облучения. Авторы считают, что этот принцип фиксации препаратов может быть использован и при облучении других полых органов.

Введение шаровидных источников производится под местной анестезией. У некоторых мужчин мочеиспускательный канал предварительно дилатируется расширителями Гегара.

Для определения дозы при облучении шаровидными источниками излучения Becker и Scheer (1953) предложили таблицу. В ней указано время, необходимое для получения дозы, выраженной в рентгенах (табл. 7).

ТАБЛИЦА 7

Таблица определения дозы при лечении шаровидными источниками (бусы  $\text{Co}^{60}$ ) активностью 2,5 мкюри

| Доза  | Число активных источников |                   |                   |
|-------|---------------------------|-------------------|-------------------|
|       | 10                        | 20                | 30                |
| 1 000 | 2 часа 34 минуты          | 2 часа 16 минут   | 2 часа 05 минут   |
| 2 000 | 5 часов 08 минут          | 4 часа 32 минуты  | 4 часа 10 минут   |
| 3 000 | 7 часов 42 минуты         | 6 часов 48 минут  | 6 часов 15 минут  |
| 4 000 | 10 часов 16 минут         | 9 часов 04 минуты | 8 часов 20 минут  |
| 5 000 | 12 часов 50 минут         | 11 часов 40 минут | 10 часов 25 минут |
| 6 000 | 15 часов 24 минуты        | 13 часов 40 минут | 12 часов 30 минут |

Неактивные бусы, расположенные между активными, не учитываются.

Шаровидные источники излучения в виде внутриполостных аппликаций можно применять в комбинации с хирургическим лечением. Внутриполостное введение бус через уретру Нягу, Дуван, Ругендорф (1961) и др. рекомендуют делать через 20—30 дней после резекции мочевого пузыря или иссечения опухоли. Эти авторы считают,

что при больших опухолях мочевого пузыря вместо тотальной цистэктомии лучше применить внутриполостное облучение только после пересадки мочеточников в сигму или их выведения на брюшную стенку. Выключенный мочевой пузырь подвергается интенсивному облучению 10—12 источниками излучения. Облучение применяют дважды с перерывом на 15—20 дней до общей дозы на поверхности слизистой 12 000—15 000 р. Только по окончании курса лучевой терапии больному делают цистэктомию. При гистологическом исследовании удаленных препаратов определился диффузный склероз всех тканей без опухолевых элементов. При иноперабельном раке мочевого пузыря или наличии сопутствующих заболеваний, препятствующих операции, шаровидные источники излучения применяются как паллиативный метод лучевой терапии. Облучают этих больных трижды с перерывом между аппликациями по 2—3 недели до общей дозы на поверхности слизистой 10 000—12 000 р.

Противопоказаниями к применению радиоактивных бус  $\text{Co}^{60}$  являются двусторонняя почечная недостаточность, кахексия, сердечно-сосудистая недостаточность, распространение опухолевого процесса в паравезикальную клетчатку, уретру, предстательную железу, а также метастазы в регионарные и отдаленные лимфатические узлы.

В 1955 г. Becker и Scheer предложили другой метод внутрипузырного контактного облучения с применением макросуспензии из  $\text{Co}^{60}$ . Макросуспензия представляет собой взвесь шаровидных источников из  $\text{Co}^{60}$  диаметром 2 мм в жидкости. Высокий удельный вес жидкости позволяет постоянно удерживать кобальтовые шарики во взвешенном состоянии. Для уменьшения мощности дозы излучения часть активных шариков может быть заменена неактивными.

Макросуспензию готовят *ex tempore* и вводят в полость мочевого пузыря в резиновом баллоне. Введение ее производится из экранированного сосуда и управляется давлением воздуха на расстоянии 2 м.

С 1951 по 1957 г. авторы методики лечили 1500 больных с различными опухолевыми процессами, в том числе 245 больных раком мочевого пузыря. Макросуспензию активностью от 40 до 80 мкюри вводили 2 раза с перерывом в 6—7 дней до общей очаговой дозы 8000—10 000 р.

Авторы внутриполостных методов лучевой терапии отдают предпочтение введению макросуспензии, которая бо-

ТАБЛИЦА 8

Результаты лечения больных раком мочевого пузыря с использованием объемных источников излучения (макросуспензия и бусы  $\text{Co}^{60}$ ) (по данным зарубежных авторов)

| Авторы                         | Методы лечения                                                                                              | Число больных | Стадия заболевания | Живы без рецидива |           |           |           | Живы с клиническим улучшением |        |        |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------|--------|--------|
|                                |                                                                                                             |               |                    | 1 год             | 2 года    | 3 года    | 5 лет     | 1 год                         | 2 года | 3 года |
| Becker и Scheer (1953)         | Внутриполостное облучение — макросуспензия                                                                  | 245           | I—III              | —                 | —         | 54 (22 %) | 32 (13 %) | —                             | —      | —      |
|                                | Внутриполостное облучение — макросуспензия, бусы $\text{Co}^{60}$                                           | 300           | I—III              | —                 | 54 (18 %) | 51 (17 %) | —         | —                             | —      | —      |
| Нягу, Дуван и Ругендорф (1961) | Резекция мочевого пузыря и внутриполостное облучение — бусы $\text{Co}^{60}$                                | 22            | I                  | 19 (86 %)         | —         | —         | —         | —                             | —      | —      |
|                                | Электророагуляция и внутриполостное облучение — бусы ( $\text{Co}^{60}$ )                                   | 33            | I                  | 24 (72 %)         | —         | —         | —         | —                             | —      | —      |
|                                | Интенсивное внутриполостное облучение выключенного пузыря дозами 12 000—15 000 р с последующей цистэктомией | 7             | III                | 4                 | —         | —         | —         | —                             | —      | —      |
|                                | Паллиативное внутриполостное облучение                                                                      | 36            | IV                 | —                 | —         | —         | —         | —                             | 7      | 4      |

лее равномерно заполняет полость, чем бусы. Кроме того, объемом вводимой макросуспензии может быть больше, чем при лечении бусами.

Полученные Becker и Scheer (1953), Schick (1956), Нягу, Дуваном и Ругендорфом (1961) результаты свидетельствуют о достаточно высокой эффективности внутрисполостных методов лечения, когда применяются радиоактивные бусы или макросуспензии, при папиллярных раках, инфильтрирующих только слизистую оболочку и подслизистый слой мочевого пузыря. Это подтверждают данные табл. 8, в которой приводятся результаты лечения больных раком мочевого пузыря некоторыми зарубежными авторами.

В запущенных стадиях заболевания, а также при локализации опухоли в области лъетодиева треугольника или шейки мочевого пузыря Rose (1946), Hoffman (1955) и другие авторы вместо тотальной экстирпации мочевого пузыря с пересадкой мочеточников рекомендуют применять близкофокусную рентгенотерапию. Облучение проводится на вскрытом мочевом пузыре при напряжении 50 кв, силе тока 2 ма, дистанции 2,5 см, фильтре 1 мм Al. Мощность дозы 1278 р/мин. Разовая доза 6000—7000 р. Через 10 дней применяется повторное облучение. Необходимость третьего сеанса близкофокусной рентгенотерапии определяют гистологическим исследованием кусочка опухолевой ткани после второго облучения, начальными размерами опухоли, степенью инфильтрации и индукции слизистой оболочки, а также характером реактивных явлений.

Rose (1946) применял близкофокусную рентгенотерапию на вскрытом пузыре у 40 больных. Первая группа больных получала однократное облучение с общей дозой 6000 р, после чего рану послойно зашивали. Развитие осложнений при такой методике лечения заставило изменить условия облучения.

В дальнейшем суммарная доза 3600 р давалась только за два сеанса (1800 р разовая) с перерывом между облучениями по 10—15 дней (при этой методике больных дважды оперировали).

Выраженный эффект был получен только у 25 % больных при локализации опухоли на задней и боковых стенках. При расположении опухоли в области шейки мочевого пузыря положительных результатов не наблюдалось.

### 3. Внутритканевый метод лучевой терапии

Внутритканевый метод заключается во введении радиоактивных препаратов непосредственно в опухоль. Радиоактивные препараты могут иметь форму игл, трубочек, шариков (радий, радий-мезоторий,  $\text{Co}^{60}$ ,  $\text{Cs}^{137}$ ). Некоторые из них применяются в виде отрезков проволоки или зерен (радиоактивный иттрий,  $\text{Au}^{198}$ ). Используются и коллоидные растворы радиоактивных препаратов, таких, как  $\text{Au}^{198}$  и  $\text{P}^{32}$ . Внутритканевый метод показан при ограниченных опухолях, размеры которых можно определить с большой точностью. Этот метод лучевой терапии широко применяется при лечении опухолей смещаемых органов, каким является и мочевого пузыря. Как известно, при внутритканевом методе даже при использовании гамма-излучателя осуществляется облучение только тех тканей опухоли, которые непосредственно соприкасаются с препаратами, или тех объемов тканей, в которые введены радиоактивные вещества.

На расстоянии 5 мм от  $\gamma$ -излучающего препарата и на расстоянии 2—3 мм от  $\beta$ -излучающего препарата мощность дозы падает наполовину, а при расстоянии 1 см доза так мала, что не вызывает существенных изменений в тканях.

При внутритканевом методе лечения распределение дозы в облучаемом объеме всегда неравномерно, даже при идеально правильном расположении препаратов. Непосредственно около препарата мощность дозы очень велика, по мере прохождения излучения через ткани она быстро уменьшается. Для создания достаточно равномерного дозного поля и получения эффекта лечения  $\gamma$ -излучающие препараты располагаются один от другого на расстоянии не больше чем 1 см, однако и при этих условиях колебания в дозе достигают 50—100%.

В связи с таким распределением дозного поля внутритканевый метод показан при лечении ограниченных, небольшого объема опухолей, при отсутствии распространения по лимфатическим путям, т. е. в ранних стадиях заболевания, при опухолях, не имеющих инфильтрирующего роста. Только некоторые авторы применяют внутритканевый метод при обширных, глубоко инфильтрирующих стенках мочевого пузыря опухолях (Mathews, 1931; Gibson, 1950; Flocks, 1951; Wilson, 1957, и др.). Чаще всего внутритканевый метод может сочетаться с хирургическим ле-



чением, когда опухоль удаляется путем электрокоагуляции или иссечения в пределах нормальных тканей, а в ее ложе и окружающие нормальные ткани вводят радиоактивные препараты. В этих случаях метод лечения называется радиохирургическим.

Радиохирургический метод применяют при одиночных, диаметром не больше 3—4 см раковых опухолях мочевого пузыря, даже с инфильтрацией слизистой оболочки и подслизистого слоя, а также при солитарных рецидивирующих атипичных фиброэпителиомах и значительно реже при распространенных формах опухолей.

При лечении опухоли мочевого пузыря внутритканевый и радиохирургический методы могут быть применены трансуретрально или на вскрытом мочевом пузыре (М. И. Гойдберг, 1954; Б. Л. Полонский, 1958; А. С. Павлов, 1963; Nelson, 1955; Maksfield и Wermooten, 1956; Blomfield, 1959; Dutreix, 1961; Hliniak, 1962).

Для внутритканевого метода в настоящее время могут быть применены радиевые иглы, иглы, содержащие  $\text{Co}^{60}$ , гранулы из  $\text{Au}^{198}$ , радиоактивная танталовая проволока, зерна с радоном, коллоидный раствор радиоактивного золота или фосфора. Техника применения радоновых зерен следующая: после вскрытия мочевого пузыря и иссечения опухоли электроножом или удаления ее путем электрокоагуляции в ложе опухоли вводят радоновые зерна (по 0,6 мкюри Ra на одном зерне) в одной плоскости, которые здесь остаются навсегда, так как мочевой пузырь закрывают наглухо. Число радоновых зерен обычно бывает таким, чтобы в небольших опухолях создавалась доза 6500 рад, а в опухолях больших размеров, да еще с инфильтрирующим ростом — не ниже 7000—7500 рад (А. В. Кантин, 1953; Nelson, 1955; Wilson, 1957; Blomfield, 1959).

Оставшиеся в мочевом пузыре радоновые зерна могут вызвать фиброзные изменения, которые впоследствии при цистоскопии трудно отличить от рецидива опухоли.

Данные о сроках жизни больных после удаления опухоли с последующим введением радоновых зерен представлены в табл. 9.

На основании полученных результатов авторы приходят к заключению, что при лечении открытым хирургическим способом в комбинации с радоном сроки жизни больных папиллярным или инфильтрирующим раком мочевого пузыря в ранних стадиях заболевания увеличиваются. Из

ТАБЛИЦА 9

Результаты лечения больных с опухолями мочевого пузыря  
комбинированным методом (данные зарубежных авторов)

| Авторы                              | Число<br>больных | Процент<br>не имеющих<br>рецидивов<br>в течение<br>5 лет |
|-------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------|
| Ham (1937—1952)                     | 86               | 25—29,5                                                  |
| Milner (1946)                       | 15               | 9—60                                                     |
| Emmet и Winterringer (1955)         | 118              | 34—29                                                    |
| Kunkler, Rains и Livingstone (1959) | 94               | 49—52                                                    |
|                                     | 127              | 30—23,6                                                  |
| Nelson (1955)                       | 26               | 13—50                                                    |
| Wallace (1958)                      | 46               | 22—46                                                    |

табл. 9 видно, что в течение 5 лет после лечения живут от 23 до 52% больных.

Smithers (1953), Wallace (1959), Walter de Gruyter (1961), Hliniak (1962) и др. вместо радоновых зерен при тех же заболеваниях применяют гранулы из радиоактивного золота ( $Au^{198}$ ,  $T=2,7$  дня). Эти препараты могут вводиться через цистоскоп после предварительной электрокоагуляции опухоли или без этого. Однако наиболее удобно вводить их на вскрытом пузыре. Золотые гранулы активностью 1—10 мкюри покрыты платиновым фильтром для поглощения  $\beta$ -излучения, поэтому используется только  $\gamma$ -излучение энергией 0,4 Мэв. Величина гранул  $0,8 \times 2,5$  мм.

Гранулы золота  $Au^{198}$  лучше вводить с помощью специального пистолета через решетку, благодаря которой гранулы располагаются в строго определенном порядке. После введения производятся рентгеновские снимки в двух проекциях для контроля за распределением источников и подсчета дозы.

Цистоскопия в течение 2—3 недель фиксирует местную реакцию с поверхностным некрозом, которая заканчивается образованием рубца на месте опухоли.

Кроме металлического  $Au^{198}$  в виде гранул, радиоактивное золото может применяться в виде коллоидного раствора, который вводят по общепринятым правилам под основание и в ложе иссеченной или электрокоагулированной опухоли или в неудаленную опухоль. Общая активность введенного раствора достигает 20—70 мкюри в

зависимости от размеров опухоли. Раствор коллоидного золота вводят как на вскрытом мочевом пузыре, так и при цистоскопии с помощью специального тонкого катетера, снабженного иглой (Nelson и Williams, 1955).

Применяя метод имплантации гранул радиоактивного золота (Wallace, 1959; Dutreix, 1961; Hliniak, 1962), а также коллоидный раствор радиоактивного золота  $Au^{198}$  (Nelson и Williams, 1955; В. Б. Фриц, 1957, и др.), авторы приходят к выводу, что эффективность лечения во многом зависит от равномерности импрегнации изотопа в опухоли.

Соблюдая основные принципы методики введения радиоактивного золота, Moore, Gamble и Goodwin (1955) применяли коллоидный раствор фосфата хрома, в котором излучателем является фосфор  $P^{32}$  ( $T=14,3$  дня). Средняя энергия его  $\beta$ -частиц 0,69 Мэв. Авторы указывают, что этот препарат оказывает на опухоль большее разрушающее действие без заметных осложнений.

Кроме радоновых и золотых зерен или гранул, при интерстициальной терапии применяется радиоактивная танталовая проволока (Wallace, 1959; Walter de Gruyter, 1961, и др.). Период полураспада тантала 117 дней. Энергия  $\beta$ -излучения 0,51 Мэв, энергия  $\gamma$ -частиц 1,13—1,22 Мэв.

Wallace, Stapleton и Turner (1957) применяли радиоактивную танталовую проволоку диаметром 0,22 мм с платиновым покрытием 0,1 мм для поглощения  $\beta$ -излучения. Таким образом, вся игла имела диаметр 0,3 мм.

По своему излучению 1,35 мкюри  $Ta^{182}$  эквивалентно 1 мг радия. Доза от точечного источника 1 мкюри  $Ta^{182}$  на расстоянии 1 см равна 6,13 р за 1 час. Для лечебных целей применяется тантал с активностью 0,45 мг-экв. радия, от которого на расстоянии 0,5 см за 6—7 дней достигается доза 6000 р.

Танталовая проволока может быть введена трансуретрально и на вскрытом пузыре (Wallace, 1959). Вводят ее изготовленную в виде головной шпильки после удаления опухоли в мышечный слой на расстояние 2—3 см так, что только головка шпильки видна на слизистой. Расстояние между шпильками 1 см. Область облучения должна быть по крайней мере на 1 см шире, чем основание опухоли.

Курс лечения от 5 до 8 дней. За это время доза на расстоянии 0,5 см от проволоки достигает 5500—6500 р.

Преимущество  $Ta^{182}$  — возможность более равномерного распределения источника излучения и одинакового облучения во времени, так как мощность дозы во время облучения очень мало меняется.

Кроме танталовой проволоки, для внутритканевой терапии применяют нейлоновые трубки, заполненные гранулами  $Co^{60}$ ,  $Cs^{137}$  или иридия. Maksfield и Vermooten (1956) считают, что по своей физической характеристике  $Co^{60}$  — наиболее подходящий изотоп для внутритканевого метода в виде гибких нейлоновых трубок, заполненных стерженьками радиоактивного препарата.

Подсчет дозы ведется по таблицам Патерсона и Паркера. А. С. Павлов (1963), Maksfield и Vermooten (1956) полагают, что толщина нейлоновой оболочки 0,25 мм достаточна для поглощения 93%  $\beta$ -радиации. Воздействие на опухоль осуществляется только  $\gamma$ -излучением. Нейлоновыми трубками опухоль прошивается параллельными рядами на расстоянии 1 см. При опухолях больших размеров авторы рекомендуют удалять ее всю экзофитно растущую часть, чтобы оставшееся основание опухоли в стенке мочевого пузыря имело толщину не более 1 см.

Vermooten (1955) указывает, что применение игл или нейлоновых трубок с  $Co^{60}$  является методом выбора только при плоских поверхностно расположенных изъязвляющихся раковых опухолях. Инфильтрация опухолью всей стенки мочевого пузыря обязывает проводить обширную сегментарную резекцию мочевого пузыря с последующим введением радиоактивных препаратов.

В лечебных учреждениях нашей страны опухоли мочевого пузыря небольших размеров (рак I и II стадии или атипичные рецидивирующие папилломы) лечат внутритканевым или радиохирургическим методом с применением радиевых или кобальтовых игл, радоновых зерен или коллоидного радиоактивного золота (Ф. С. Гросман, 1937; А. В. Кантин, 1953; А. В. Козлова, 1955; И. К. Репкина, 1958; А. С. Павлов, 1963, и др.).

Чаще всего делают высокое сечение мочевого пузыря (sectio alta) путем электроэксцизии или электрокоагуляции; удаляется основная масса опухоли, а в основание ее вводят радиоактивные препараты. При введении радиевых или кобальтовых игл мощность дозы составляла 50—80 р/час, общая доза достигала 6000—7000 р в течение 5—7 дней. Дополнительно проводилась дистанционная гамматерапия.

За рубежом радиохирургическое лечение широко применяют при опухолях мочевого пузыря не только в начальных стадиях, но и в далеко зашедших. Многие авторы считают, что эффективность при этом методе значительно выше, чем при одном хирургическом лечении.

ТАБЛИЦА 10

Результаты лечения рака мочевого пузыря радиохирургическим методом (данные зарубежных авторов)

| Авторы                   | Число больных | Процент клинически излеченных до 5 лет |
|--------------------------|---------------|----------------------------------------|
| Scott и Kay (1927)       | 30            | 17                                     |
| Milner (1946)            | 117           | 45                                     |
| Lenz с соавторами (1947) | 41            | 77,2                                   |
| Marchall (1947)          | 300           | 17                                     |
| Kely и Felsted (1951)    | 91            | 27                                     |
| Vermooten (1955)         | 22            | 73                                     |
| Jacobs (1959)            | 110           | 33,6                                   |
| Patersson (1960)         | 184           | 19                                     |

В табл. 10 приведены данные некоторых зарубежных авторов о результатах лечения опухолей мочевого пузыря этим методом.

#### 4. Комбинированные методы лечения

В предыдущих разделах, освещающих проблему лечения опухолей мочевого пузыря, мы касались возможностей применения не только сочетанных лучевых, но частично и комбинированных — хирургического и лучевого — методов лечения.

Эта необходимость была вызвана общим прогрессом в лечении онкологических больных, особенно в последние годы. Совершенствование и развитие методов хирургического и лучевого лечения этого страдания привело к содружеству хирургов и радиологов, основным принципом которого является все возрастающее стремление своевременно и более радикально оказать помощь онкологическому больному. Поэтому большинство современных работ не только зарубежных, но и отечественных авторов посвящено комбинированным методам лечения злокачественных опухолей.

Мы считаем необходимым выделить комбинированные методы лечения рака мочевого пузыря в самостоятельный раздел. Это вызвано еще тем, что комбинированные методы наиболее эффективны и перспективны при лечении онкологических больных.

К сожалению, еще и в настоящее время некоторые авторы (особенно хирурги) считают, что лучевая терапия может применяться только при IV, в крайнем случае при III стадии заболевания, и что она осложняет технику оперативного вмешательства, оказывая отрицательное влияние на заживление раны. В противовес этой точке зрения, по мнению большинства отечественных и зарубежных авторов, лучевая терапия должна все более широко применяться в плане комбинированного метода лечения опухолей мочевого пузыря (Б. Л. Полонский, 1963; А. Я. Пытель, 1965). Полученные результаты свидетельствуют о том, что лучевая терапия и хирургическое лечение при ранних стадиях заболевания увеличивают продолжительность жизни у этих больных. В вопросах комбинированного лечения рака мочевого пузыря невозможно дать рецепт на все случаи жизни, всегда должен быть сугубо индивидуальный подход к каждому больному. Поэтому мы коснемся общих принципиальных вопросов комбинированного лечения рака мочевого пузыря.

При опухолях мочевого пузыря лучевая терапия может применяться в различных комбинациях наружного, внутриполостного и внутритканевого облучения с эндовезикальной или трансвезикальной электрокоагуляцией, резекцией или экстирпацией мочевого пузыря.

Последовательность применения этих методов прежде всего зависит от общего состояния больного, стадии заболевания, клинической формы опухоли и локализации процесса.

Различают предоперационную наружную и внутриполостную лучевую терапию, которая преследует цель уменьшить размеры опухоли или приостановить ее дальнейший рост, что способствует уменьшению болей, тенезмов, дизурии, гематурии.

Все изложенное выше создает более благоприятные условия для предстоящей операции, увеличивает возможность ее радикализма. В предоперационной лучевой терапии большое значение имеет выбор наиболее целесообразных условий облучения, позволяющих сосредоточить в опухоли максимальную дозу излучения при хорошей за-



щите окружающих здоровых тканей. При выполнении этих условий можно ожидать успешного оперативного вмешательства и неосложненного заживления раны. Однако облучение должно обеспечивать подведение достаточной дозы излучения к первичной опухоли, а при дистанционных методах и к путям лимфатического оттока. Методика предоперационной дистанционной и внутрисполостной лучевой терапии опухолей мочевого пузыря такая же, как и в случаях, когда операция не предполагается.

Очаговая доза определяется стадией заболевания, обычно она варьирует в пределах 4000—5000, а иногда и 6000 рад. Операция производится через 3—4 (иногда 5) недель после окончания лучевой терапии, т. е. в сроки, когда стихают воспалительные явления и наступает полный эффект от облучения.

У больных с одиночными папилломами и папиллярным раком I и II стадии лучевая терапия проводится в сочетании с эндовезикальной или трансвезикальной электрокоагуляцией.

В результате облучения опухоль уменьшается, а последующая электрокоагуляция становится более безопасной в отношении диссеминации опухолевых клеток. В подтверждение этого сошлемся на ряд материалов, свидетельствующих об эффективности предоперационного облучения.

М. Н. Жукова и И. К. Репкина (1957) применяли дистанционную гамматерапию с последующей эндовезикальной или трансвезикальной электрокоагуляцией 22 больным с папилломами и папиллярным раком I и II стадии. Из них в течение 2 лет рецидивы появились только у 2 больных в связи с недостаточной дозой, которым проведен второй курс облучения с хорошим результатом.

Для сравнения эти авторы приводят результаты электрокоагуляции опухоли без облучения у 15 больных. Из этой группы больных только у 3 не было рецидива в ближайшие 3—5 месяцев.

Е. М. Нихамкина (1960) сообщает о 19 больных, которым после наружного облучения даже с инфильтрирующей опухолью мочевого пузыря была проведена успешная электрокоагуляция.

Имеются и другие работы, указывающие на хорошие результаты предоперационного облучения опухолей мочевого пузыря (М. Г. Мамиконов, 1958; А. П. Фрумкин, 1958; Д. Е. Левант, 1960; Б. Л. Полонский, 1963; Л. И. Ду-

наевский и Н. В. Григорьева, 1965; Floks, 1951, Dean с соавторами, 1954; Trial и Rose, 1960).

В плане комбинированного лечения лучевая терапия может применяться и после удаления опухоли мочевого пузыря для закрепления эффекта оперативного вмешательства.

Послеоперационная лучевая терапия преследует цель разрушения опухоли, оставшейся после не-радикальной операции, т. е. предотвращения возможности появления рецидивов, разрушения метастазов в регионарных лимфатических узлах, не доступных оперативному удалению, или же оставшихся незамеченными во время операции. Кроме наружного дистанционного облучения, в качестве послеоперационной лучевой терапии может применяться внутрисполостной и внутритканевый метод облучения, который может осуществляться во время операции. Чтобы ограничить объем облучаемых тканей, некоторые авторы инфильтрируют ткани на месте удаленной опухоли истинными или коллоидными растворами радиоактивных веществ или же имплантируют в ложе удаленной опухоли и окружающие ткани радионесные иглы.

Применяя комбинированное лечение больным раком мочевого пузыря, И. М. Милославский, М. И. Школьник и Е. А. Файн (1961) у 64% добились безрецидивного течения со средним сроком жизни до 5 лет.

Эффективность послеоперационной лучевой терапии подтверждают материалы И. К. Еремина, который после комбинированного лечения наблюдал возникновение рецидивов только у 12% больных, тогда как после одного оперативного лечения рецидивы появляются у 33% больных.

Послеоперационная лучевая терапия — общепризнанный метод. Анализируя результаты послеоперационной рентгенотерапии и облучения на бетатроне 31 Мэв, Wallace (1959) пришел к заключению о их выраженной эффективности. При первом методе лечения из 220 больных через 3 года были живы 24,7%, через 5 лет — 18%. При послеоперационной терапии на бетатроне 31 Мэв более года жили 63% и более 3 лет — 43% больных. Хорошие непосредственные результаты получены у 49% больных.

Сторонниками комбинированного метода лечения рака мочевого пузыря являются М. И. Гойдберг (1954), Anderson (1958), Wasilewski, Malinowski и Jasinski (1962). Эти

авторы считают, что лучшие результаты лечения наблюдаются при сочетании дистанционных методов облучения с электрокоагуляцией или резекцией опухоли мочевого пузыря.

Методика послеоперационной терапии заключается в облучении области мочевого пузыря и регионарных лимфатических узлов с 4—5 полей суммарной очаговой дозой 5000—6000 рад. Лечение проводится с учетом общего состояния больного, стадии заболевания, локализации и послеоперационного течения.

По мнению В. И. Хрущева (1961), Н. В. Григорьевой (1965), Gibson (1950), Browne и Ogden (1960), Trial и Rose (1960), длительность жизни больных с опухолями мочевого пузыря, подвергшихся операции с последующим облучением, значительно больше, чем у больных, которым проведено только хирургическое или лучевое лечение. Авторы отмечают, что средняя продолжительность жизни (у группы больных с IV стадией) от первых симптомов до смерти больных, получавших комбинированное лечение, составила 27 месяцев, в то время как, по данным Floks (1951), Mostoti (1956), средняя продолжительность жизни больных без облучения равна 17,2 месяца.

Результаты комбинированного лечения больных опухолями мочевого пузыря, по данным некоторых отечественных и зарубежных авторов, приведены в табл. 11.

Наиболее солидным опытом комбинированного лечения опухолей мочевого пузыря из отечественных авторов располагает Н. В. Григорьева (1965), которая применяла дистанционную гамматерапию в сочетании с эндовезикальной или трансвезикальной электрокоагуляцией, а также резекцией мочевого пузыря у 76 больных, 52 из которых было отказано в оперативном лечении из-за распространенности опухолевого процесса.

После дистанционной гамматерапии эндовезикальная электрокоагуляция была применена у 40 из 52 человек, трансвезикальная — у 6. Остальным 6 больным сделана резекция стенки мочевого пузыря. У других 24 человек, наоборот, дистанционная гамматерапия явилась завершающим этапом в лечении рака мочевого пузыря. Наблюдения Н. В. Григорьевой (1965) лишь раз подтверждают высказанное нами мнение, что резекцию мочевого пузыря даже после одного курса лучевой терапии урологи делают очень ограниченному числу больных из-за опасности осложнений в послеоперационном периоде.

Результаты комбинированного лечения больных раком мочевого пузыря (данные отечественных и зарубежных авторов)

| Авторы               | Методика лечения                                                            | Число больных | Стадия заболевания | Очаговая доза при дистанционной гамматерапии (р) | Живы без рецидива |        | Уменьшение опухоли | Без эффекта |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------------------------------------|-------------------|--------|--------------------|-------------|
|                      |                                                                             |               |                    |                                                  | 2 года            | 3 года |                    |             |
| И. К. Репкина (1957) | Эндовезикальная электрокоагуляция с последующей дистанционной гамматерапией | 22            | I                  | 6 000                                            | 20                | —      | —                  | —           |
| Triel Pose (1960)    | Иссечение опухоли с последующей дистанционной гамматерапией                 | 44            | I—II               | 6 500—7 000                                      | —                 | 16     | 13                 | 15          |
| Browne Ogden (1960)  | Иссечение опухоли с последующей дистанционной гамматерапией                 | 18            | I—II               | 6 000                                            | 9                 | —      | —                  | —           |

к стр. 69

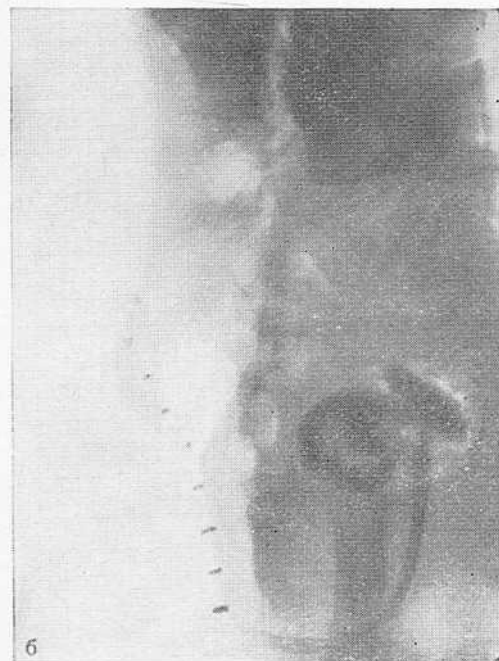
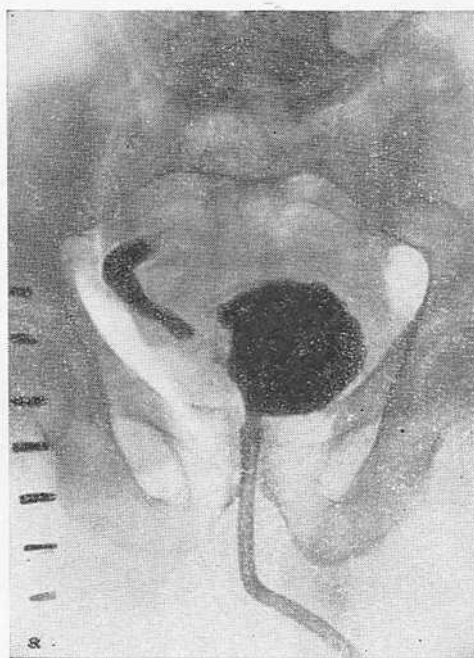


Рис. 12. Цистогаммы в двух взаимно перпендикулярных проекциях.  
а — снимок в прямом положении; б — снимок в боковом положении.

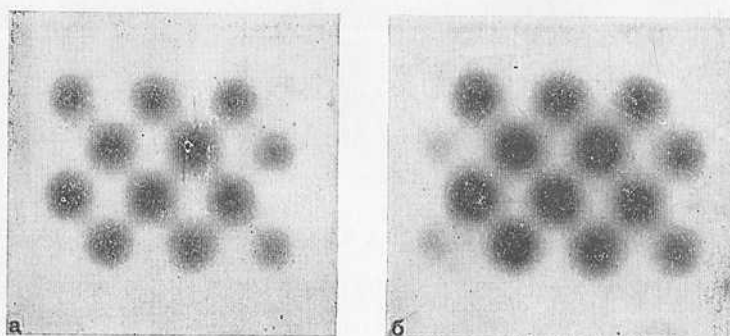


Рис. 37. Фотограмма пленки, находящейся при облучении фантома на поверхности (а); на глубине 1 см (разная степень затемнения) (б).

Такая осторожность, по мнению Н. В. Григорьевой (1965), необоснованна.

Из приведенных таблиц видно, насколько эффективней комбинированные методы лечения, чем одна лучевая терапия. Из 52 больных, получавших комбинированное лечение, от 1 года до 5 лет живет 46 человек, умерло только 2 на протяжении 2 лет, тогда как из 100 больных с одинаковой стадией заболевания после одной дистанционной гамматерапии в течение 2 лет умерло 42 больных, от 1 года до 5 лет живет лишь 31 человек.

Таким образом, литературные данные и личный опыт позволяют заключить, что за последнее десятилетие результаты лечения рака мочевого пузыря значительно улучшились. Этим мы обязаны прежде всего прогрессу в области хирургической урологии, ядерной физики и техники, благодаря чему появились новые более эффективные радиоактивные излучатели и лучшее техническое оснащение, позволяющее целенаправленнее применять эти препараты.

Благодаря внедрению в клиническую практику новых высокоэнергетических установок можно в более сжатые сроки облучать опухоль и пути регионарного лимфооттока наиболее рациональными дозами с меньшей вредностью для всего организма больного. Открытие большого числа радиоактивных изотопов с разным периодом полураспада, разной величиной энергии излучения и отличающихся качеством излучения позволяет применять их как в виде самостоятельных методик (внутриполостная), так и в сочетании с дистанционными методами облучения и оперативным вмешательством. Такой широкий диапазон применения разных по качеству источников излучения значительно расширяет терапевтические возможности и показания при лечении рака мочевого пузыря. Все это расширяет возможности индивидуального подхода к больному при выборе метода или способа лечения (хирургическое, лучевое, комбинированное) в зависимости от общего состояния, формы опухоли, стадии и характера распространения процесса. Только индивидуализация и возможность широкого выбора необходимого метода лечения способствуют лучшему радикализму и, естественно, улучшению отдаленных результатов. Однако, несмотря на все изложенное выше и значительные достижения в этой области, результаты лечения опухоли мочевого пузыря, особенно в запущенных стадиях заболевания, все еще оставляют желать много луч-



шего. Поэтому дальнейшая разработка и совершенствование методов лечения опухолей мочевого пузыря являются неотложной задачей всех специалистов, имеющих отношение к онкологическому больному.

Известно, что при лечении опухолей мочевого пузыря в последние годы широко применяется химиотерапия. В 1967 г. Л. С. Ерухимов подробно изложил вопросы показаний методики, дозировок, особенностей течения и результаты лечения, полученные после применения химиотерапевтических препаратов у больных раком мочевого пузыря.

### ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ. ПОДГОТОВКА БОЛЬНЫХ К ОБЛУЧЕНИЮ

Известно, что в онкологической практике лучевая терапия может применяться как с радикальной, так и с паллиативной целью.

При определении показаний к лучевой терапии необходимо иметь в виду следующие моменты:

1. Форма, локализация и степень распространения опухолевого процесса.
2. Гистологическое строение опухоли (если можно установить).
3. Наличие и характер осложнений (сопутствующий воспалительный процесс, сдавление мочеточников, пиелонефрит, распад опухоли).
4. Общее состояние больного (функциональное состояние почек, сердечно-сосудистой и нервной системы).

Общими показаниями к радикальной лучевой терапии являются:

1. Операбельные опухоли любой локализации у больных, которым по общему состоянию оперативное лечение не показано, или у больных, отказавшихся от операции.
2. Неоперабельные опухоли при сравнительно удовлетворительном общем состоянии больных. У некоторых больных этой группы лучевая терапия может явиться предоперационным облучением в плане комбинированного лечения.
3. Отсутствие полной уверенности в радикализме или абластичности операции для воздействия на послеоперационный рубец или пути регионарного лимфооттока.

Радикальная лучевая терапия применяется больным, находящимся еще в хорошем и удовлетворительном общем состоянии, при наличии сравнительно небольших опухолей без прорастания в соседние органы и метастазов

в регионарные лимфатические узлы и другие органы и системы.

Паллиативная лучевая терапия может применяться у больных с большим распространением процесса (III—IV стадия) при инфильтрации всех стенок мочевого пузыря, иногда и околопузырной клетчатки, а также при наличии метастазов в регионарные лимфатические узлы, а в некоторых случаях и отдаленные, только солитарные. Этот метод лучевой терапии на неопределенное время позволяет улучшить общее состояние больных, уменьшить или полностью ликвидировать такие симптомы, как гематурия, дизурия, боли, нормализовать температуру, уменьшить или ликвидировать воспалительный процесс, что может устранить сдавление мочеточника и в некоторой степени восстановить функцию почки. Лучевая терапия с паллиативной целью может быть применена больным, которые не могут перенести больших доз облучения по общему состоянию или из-за опасности распада с образованием свища при прорастании опухоли в соседние органы.

При небольших опухолях (до 1 см) можно ограничиться только внутриполостным методом лечения  $\beta$ -излучающими источниками с дозами 5000—6000 рад. При инфильтрации всей слизистой оболочки или стенок мочевого пузыря целесообразно применять сочетанную лучевую терапию по описанной нами методике до общей очаговой дозы 7500—8000 рад и, наконец, при большом распространении процесса в качестве паллиативного облучения можно ограничиться только дистанционной гамматерапией.

Противопоказанием к лучевой терапии являются тяжелое общее состояние, вызванное обширным опухолевым процессом с прорастанием в клетчатку малого таза и окружающие органы, выраженные явления интоксикации при длительной изнуряющей температуре, кахексия, азотемия, а также диссеминация ракового процесса.

Лучевая терапия противопоказана также при резкой и стойкой анемии, которая очень часто сопутствует раку мочевого пузыря, при лейкопении (менее 3000 лейкоцитов в  $1\text{ мм}^3$ ), лимфопении (когда абсолютное число лимфоцитов менее 300), не проходящих под воздействием гемостимулирующих средств и переливания крови.

Как противопоказание следует считать также большой распад обширной опухоли, так как облучение таких опухолей вызывает усиление распада, увеличивает интоксикацию, ухудшает общее состояние, а в некоторых случаях

следствием такого распада могут быть свищи или смертельное кровотечение. Противопоказанием к лучевой терапии являются активные формы туберкулеза легких, особенно с склонностью к распаду, стенокардия, хроническая коронарная недостаточность, инфаркт миокарда или другие виды выраженной сердечно-сосудистой и легочной недостаточности. Бесперспективна лучевая терапия при наличии отдаленных и тем более множественных метастазов.

#### **1. Определение локализации опухоли, методика изготовления поперечного среза и дозного поля на уровне опухоли**

При дистанционной гамматерапии выбор условий облучения осуществляется с помощью поперечного среза на уровне опухоли. При изготовлении поперечного среза необходимо знать глубину залегания мочевого пузыря, расположение и размеры опухоли. Для этого производится цистография в двух взаимно перпендикулярных проекциях с обязательным захватом на снимках мягких тканей (рис. 12, а, б). Во время производства цистограмм на переднюю стенку живота накладывают линейку с металлическими метками через 1 см. Во избежание смещения концы ее закрепляют на коже живота липким пластырем. Рентгенограммы в двух проекциях с ориентировочной линейкой дают возможность определить локализацию опухоли в мочевом пузыре и установить ее проекцию на коже. Затем в горизонтальном положении больного с помощью двух узких полосок свинца определяют наружные контуры тела на уровне опухоли. Свинцовые полоски, отображающие контуры тела, накладывают на лист толстого картона и на нем зарисовывают контуры (рис. 13).

По рентгенограммам больного внутри контура эскиза поперечного среза наносится проекция мочевого пузыря и других органов малого таза (2, 5 и 14).

Локализацию опухоли по отношению к средней линии определяют по прямым снимкам. В дальнейшем наносят топографию органов и опухоли на эскизе поперечного среза, после чего устанавливают размеры полей облучения и углы наклона пучка излучения (3, 8 и 11). После этого через центр нанесенного на эскиз поперечного среза полей проводят линии, пересекающиеся в центре опухоли, которые указывают направление центрального луча (4, 7 и 12).

Для вычисления и построения изодозных кривых внутреннюю часть эскиза поперечного среза делят горизонтальными и вертикальными линиями, расположенными на расстоянии 1 см друг от друга, точки пересечения этих линий нумеруют (13). По ходу центрального пучка каждого

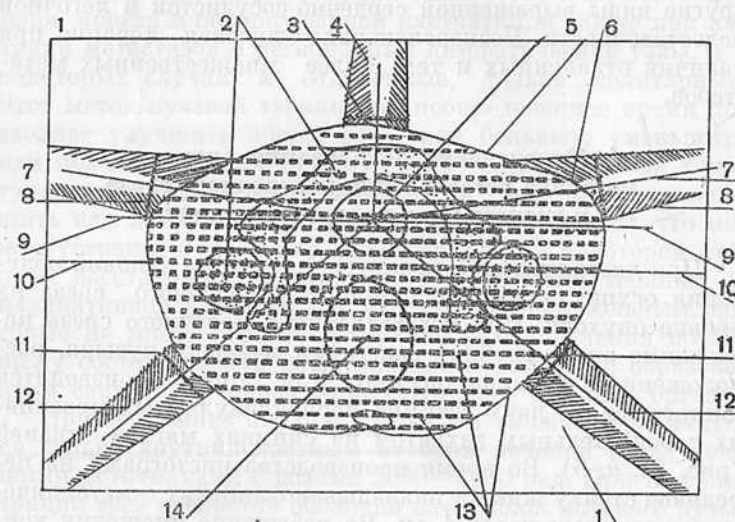


Рис. 13. Эскиз поперечного среза и трафарет для центрации пучка излучения.

1 — трафарет для центрации; 2 — кости малого таза; 3 — надлобковое поле облучения; 4 — центральный луч надлобкового поля ( $90^\circ$  к горизонтальной плоскости); 5 — мочевого пузыря; 6 — контуры таза; 7 — центральный луч передне-боковых полей облучения; 8 — передне-боковые поля облучения с углами наклона  $10^\circ$  к горизонтальной плоскости; 9 — горизонтальная ось, проведенная через центр мочевого пузыря; 10 — линия разреза трафарета; 11 — задние поля облучения с углами наклона пучка  $40^\circ$  к горизонтальной плоскости; 12 — центральный луч задних полей облучения; 13 — точки для вычисления процентных глубинных доз; 14 — область прямой кишки.

поля облучения накладывают шаблон изодозных кривых, показывающий значение процентных глубинных доз от каждого поля. Для каждой точки на эскизе записывают значение процентной глубинной дозы. Эти значения суммируют и наносят на эскиз поперечного среза соответственно каждой точке. Если принять максимальное значение суммированных процентных доз за 100, то строят изодозные кривые соответственно 90, 80, 70 и 60% и т. д. После этого внутреннюю часть эскиза вырезают по наружному контуру. Наружную часть эскиза поперечного среза

разрезают по горизонтальной оси, обе ее части (передняя и задняя) являются трафаретом для центрации пучка излучения во время лучевой терапии для данного больного.

## **2. Центрация пучка излучения при дистанционной гамматерапии опухолей мочевого пузыря**

Для успешного проведения лучевой терапии необходима хорошая центрация пучка излучения на патологический очаг. Центрирование лучистой энергии при лечении поверхностно расположенных опухолей не вызывает затруднений, чего нельзя сказать о глубоко лежащих опухолях (рак легкого, пищевода, мочевого пузыря).

Предложенные методы центрации при глубоко расположенных опухолях делятся на визуальные, инструментальные и оптические. Мы не будем останавливаться на этих методах центрации, так как они подробно изложены во многих работах. Кроме того, они мало что дают при лучевой терапии опухолей мочевого пузыря. Поэтому мы предлагаем другой, наиболее простой метод центрации пучка излучения с помощью трафарета — составной части индивидуального поперечного среза, карты дозного поля.

Центрацию при статической гамматерапии опухолей мочевого пузыря производят следующим образом: больного укладывают на процедурный стол; на его тело на уровне патологического очага накладывают соответствующую половину трафарета (переднюю или заднюю), где имеются линии, показывающие направление центральных лучей и размеры полей облучения. По ходу этих линий и направляют (центрируют) пучок излучения (рис. 14).

Как известно, злокачественные опухоли мочевого пузыря у разных больных локализируются на разной глубине. Проведенные нами рентгенологические исследования больных в двух взаимно перпендикулярных проекциях показали, что мочевой пузырь расположен на расстоянии 5,5—10 см от кожи передней брюшной стенки. Таким образом, возникая на передней, боковых и задней стенках мочевого пузыря, опухоль может находиться на глубине от 6 до 10 см. Дозиметрические расчеты производят с учетом глу-



бины расположения опухоли индивидуально у каждого больного.

Наводка пучка излучения на очаг при ротационной гамматерапии. Гамматерапевтические установки «Рокус», «Рад», «Гамматрон-2» снабжены оптическими средствами центрации. Световой пучок, исходящий из источника света (низковольтная лампочка), отражается от зеркала, вмонтированного в диафрагму, и пока-

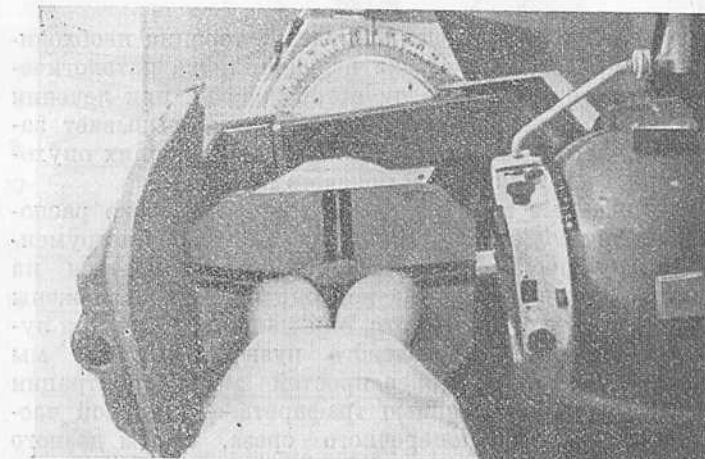


Рис. 14. Центрация пучка излучения на опухоль мочевого пузыря с применением трафарета.

зывает направление центрального луча от источника излучения и границы кожного поля. На этих аппаратах имеются и поперечные световые центраторы, которые крепятся к головке гамма-установки и показывают положение оси ротации. Если больному раком мочевого пузыря предполагается проводить ротационную гамматерапию, то на коже передней брюшной стенки, крестца, правой и левой половины туловища устанавливают координатные точки, соответствующие проекции опухоли. Центрацию пучка излучения производят так: больного укладывают на процедурный столик; световой пучок, воспроизводящий границы кожного поля, направляют на координатную точку передней брюшной стенки; одновременно поперечные световые указатели совмещают с координатными точками, находящи-

мися на боковых поверхностях тела больного. Таким образом, ось ротации совмещают с центром опухоли (рис. 15). Во время ротации поперечные световые указатели убирают к головке аппарата.

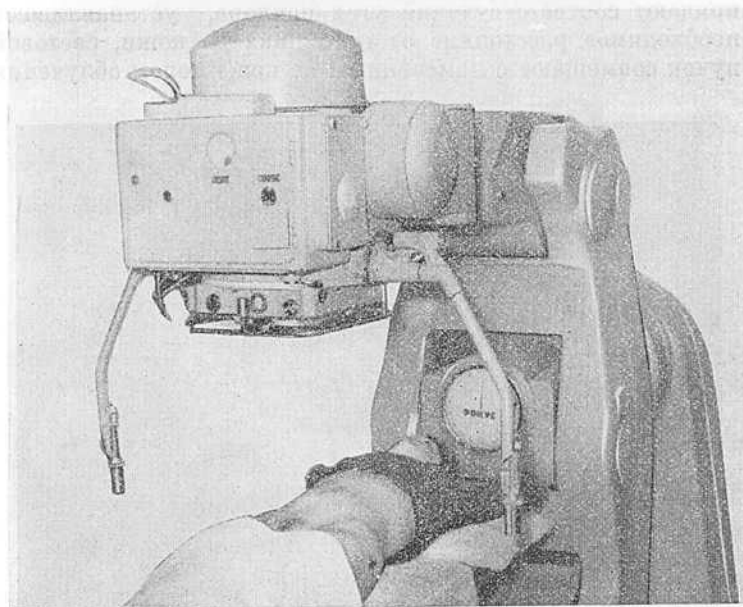


Рис. 15. Центрация пучка излучения при ротационной гамматерапии опухолей мочевого пузыря.

При лучевой терапии через свинцовую решетку центрацию необходимо производить так, чтобы отдельные пучки излучения, проходящие через отверстия решетки, попадали на одни и те же участки кожи больного. Мы осуществляли это следующим образом. Пластиину, служащую ложем и механической защитой решетки, сделали из прозрачного органического стекла, которая не мешает вмонтированному в коллиматор гамма-установки источнику света геометрически точно воспроизводить пучок  $\gamma$ -излучения и создавать под решеткой на коже больного световые кольца. Последние совмещаются с метками на коже надлобковой области, которые соответствуют проекции опухоли мочевого пузыря (рис. 16).

При дистанционной гамматерапии опухолей мочевого пузыря через свинцовый клиновидный фильтр центрацию производят так же, как и при обычном статическом варианте, т. е. на тело больного ставят трафарет, головке гамма-установки придают соответствующий угол наклона, устанавливают необходимое расстояние от источника до кожи, световой пучок совмещают с намеченным на коже полем облучения

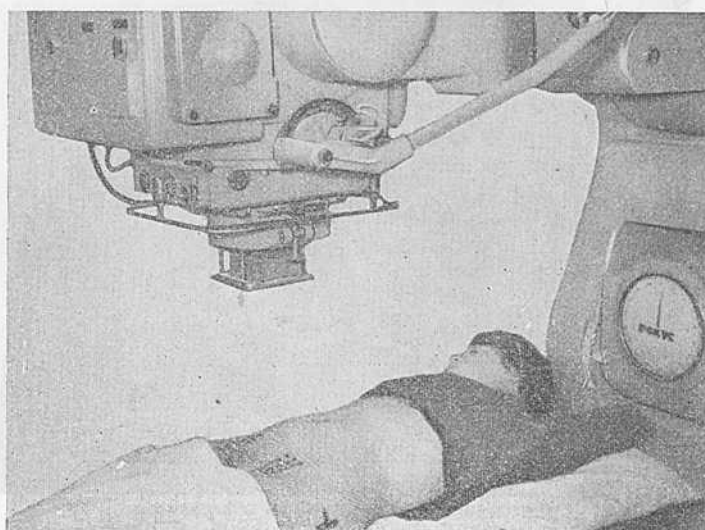


Рис. 16. Центрация пучка излучения при лечении опухолей мочевого пузыря через свинцовую решетку.

и только после этого в специальное устройство, находящееся на расстоянии 15—16 см от облучаемого объекта, вводят свинцовый клиновидный фильтр (рис. 17).

### 3. Влияние формы тела больного на изодозное поле<sup>1</sup>

В процессе дистанционной гамматерапии пучок излучения проходит через поверхность кожи, имеющую подчас сложную форму. При многопольном облучении осевой луч

<sup>1</sup> Раздел составлен по материалам Международного агентства по атомной энергии. Серия технических докладов, № 43. Клиническая дозиметрия. Вена, 1965.

составляет тот или другой угол к горизонтальной плоскости. Отсюда вытекает следующее:

1. Некоторые точки на поверхности окажутся на большем, другие на меньшем расстоянии от источника излуче-

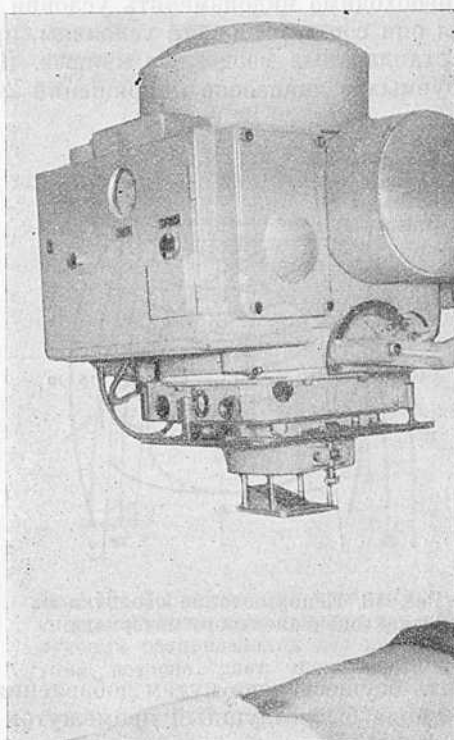


Рис. 17. Центрация пучка излучения при дистанционной гамматерапии опухолей мочевого пузыря через свинцовый клиновидный фильтр.

ния по сравнению с расстоянием от источника до кожи, измеряемым вдоль осевого луча.

2. Точки, лежащие под поверхностью тела, могут находиться на одинаковом расстоянии от источника, однако толщина поглощающей ткани между этими точками и источником различна.

3. Точки, лежащие на одинаковом расстоянии от источника, могут быть окружены различными толщинами вещества, обуславливающего как боковое, так и обратное рассеяние.

Для устранения ошибок, обусловленных указанными факторами, необходимо видоизменять условия входа пучка так, чтобы они соответствовали условиям, при которых получаются стандартные изодозные кривые. Для излучений, генерируемых в диапазоне напряжений 200—400 кв,

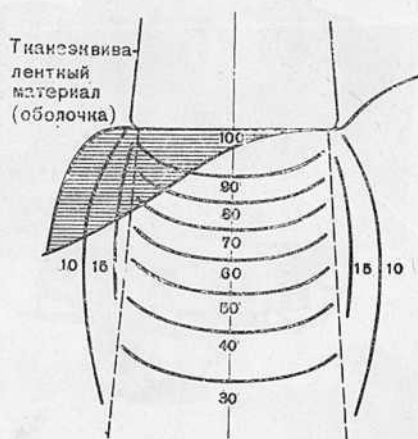


Рис. 18. Использование оболочки из тканезквивалентного материала.

это может быть осуществлено путем добавления оболочки, которая заполнила бы воздушный промежуток между кожей и ограничивающим тубусом, или же применением сжимающего тубуса, заставляющего ткань заполнять этот промежуток (рис. 18).

Для излучений, генерируемых при напряжении выше 1 Мэв, оболочка значительно увеличивает дозу на коже. В этом случае целесообразнее изменять пучок излучения путем использования фильтра, компенсирующего избыток ткани, как показано на рис. 19. Это делается так, чтобы распределение дозы было максимально аппроксимировано к распределению, получаемому на основе стандартных изодозных кривых. При использовании мегавольтных излучений это устройство будет обеспечивать защиту кожи, если компенсирующий фильтр находится на расстоянии не

менее 15 см от поверхности. Иногда пучок, падающий на поверхность под углом, может дать лучшее распределение дозы, чем при использовании оболочки или компенсирующего фильтра. В этих случаях необходимо вычислять поправку к дозе.

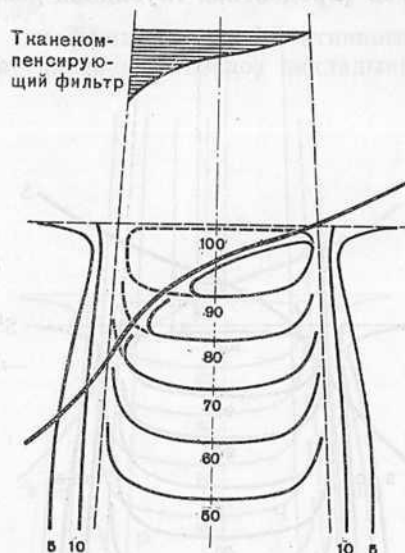


Рис. 19. Использование компенсирующего клиновидного фильтра для получения распределения доз подобно тому, которое дает использование оболочки.

Приводим 3 метода расчета доз, которые являются удовлетворительными при углах наклона пучка до  $45^\circ$  для излучений высокой энергии ( $\gamma$ -лучи от  $\text{Co}^{60}$ , мегавольтные рентгеновы лучи) или при углах наклона пучка до  $30^\circ$  для 200 кв.

1. Метод эффективного расстояния от источника до кожи. Из рис. 20 следует, что значение первичной дозы в точке Р не изменено, если поверхность пациента S заменить поверхностью  $S^1$ , а исследования показали, что это практически верно и для рассеянного излучения, особенно в мегавольтном диапазоне. Таким образом, можно считать, что значение дозы в точке Р не зависит от точного контура



поверхности. Так как значения процентной глубинной дозы лишь незначительно меняются с изменением расстояния от источника до кожи, то соответствующие расстоянию изодозные кривые могут использоваться также при расстоянии  $(f+h)$  при условии, что  $h$  не превышает нескольких сантиметров (процентная глубинная доза на расстоя-

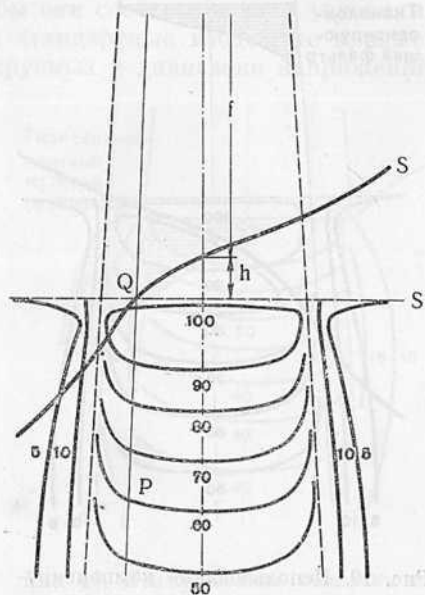


Рис. 20. Метод эффективного расстояния от источника до кожи для оценки дозы в точке Р пучком X-излучения от  $\text{Co}^{60}$  при расстоянии источник — кожа 65 см.

нии 10 см меняется лишь на 0,8% при изменении расстояния от источника до кожи от 65 до 67 см для  $\gamma$ -излучения от  $\text{Co}^{60}$ ). Увеличение расстояния от источника до кожи, взятого до точки Q, уменьшает мощность дозы в этой точке. С последней процентные глубинные дозы связаны по закону обратного квадрата через множитель  $f^2(f+h)^2$ .

Итак, чтобы установить значение дозы в точке Р в указанных нестандартных условиях, следует сместить изодозную кривую на расстояние  $h$ , как показано на рис. 20. После этого определяют значение глубинной дозы в точке

Р, которое затем умножают на коэффициент  $f^2(f+h)^2$ . В приведенном на рисунке 20 примере  $h=1,8$  см и  $f=65$  см. Отсюда истинное значение дозы в точке  $P=60 - \frac{65^2}{(65+1,8)^2} = 57$ .

2. Метод коэффициента эффективного ослабления. В этом случае диаграмму изодоз накладывают на контур

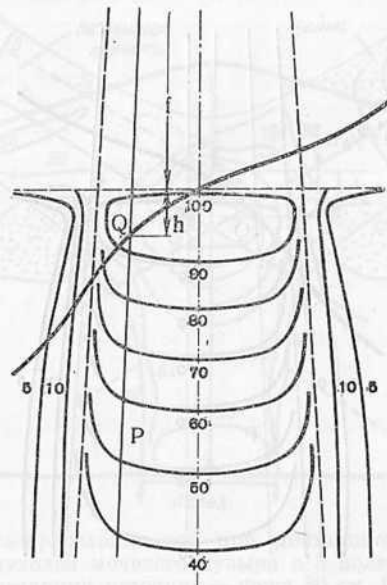


Рис. 21. Метод «ослабления», служащий для корректировки дозы в точке Р в связи с отсутствием слоя ткани толщиной  $h$  над точкой Q. Пучок  $\gamma$ -лучей  $Co^{60}$ .

тела, как показано на рис. 21. Изодозная кривая дает значение глубинной дозы в точке Р, равное 53%. Это значение должно быть умножено на коэффициент, учитывающий отсутствие ткани на протяжении  $h$  сантиметров на прямой PQ. Соответствующие поправочные множители приведены ниже.

Эти множители получены из кривых глубинной дозы путем устранения действия закона обратного квадрата или же с помощью таблиц отношений ткань — воздух.

| Источник          | Вид излучения            |     |
|-------------------|--------------------------|-----|
| $\text{Cs}^{137}$ | $\gamma$ -лучи . . . . . | 6,0 |
| $\text{Co}^{60}$  | $\gamma$ -лучи . . . . . | 4,5 |
| Рентгеновы        | лучи, 4 Мэв . . . . .    | 4,0 |
| »                 | » 25 Мэв . . . . .       | 2,0 |

Используя надлежащие поправки, получаем при  $h=1,8$  см поправку к значению дозы  $1,8 \times 4,5\% = 8,1\%$ .

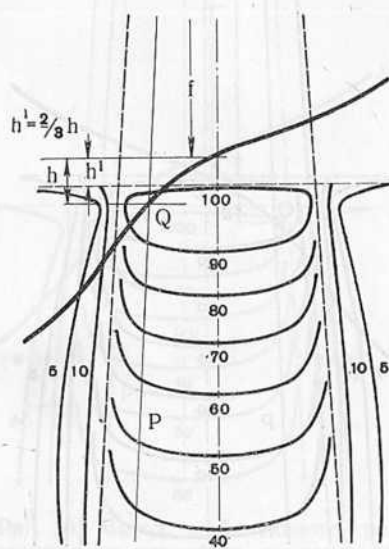


Рис. 22. Метод сдвига изодозных кривых для определения дозы в точке Р. Пучок  $\gamma$ -лучей от  $\text{Co}^{60}$ .

Таким образом, доза в точке Р равна:  $52 + (8,1\% \text{ от } 52) = 56\%$ , что хорошо согласуется с полученным выше значением  $57\%$ .

3. Метод смещения изодозных кривых. В этом методе диаграмма изодоз смещается не на все расстояние  $h$ , а на некоторую долю этого расстояния. Значение процентной глубинной дозы в точке Р находится тогда непосредственно на диаграмме, причем никакой поправки к этому значению больше не требуется. Этот метод впервые применил Боланд для линейного ускорителя с напряжением 4 Мэв, причем было установлено, что смещение должно

быть равно  $\frac{1}{2}$  h. Для установок с  $\text{Co}^{60}$  смещение равно  $\frac{2}{3}$  h.

На рис. 22 показано применение этого метода для пучка  $\gamma$ -излучения  $\text{Co}^{60}$ , который использовался в других примерах. Доза в точке Р, определенная по этому методу, равна 56%, что находится в хорошем согласии со значениями, полученными другими методами. На рис. 23 представ-

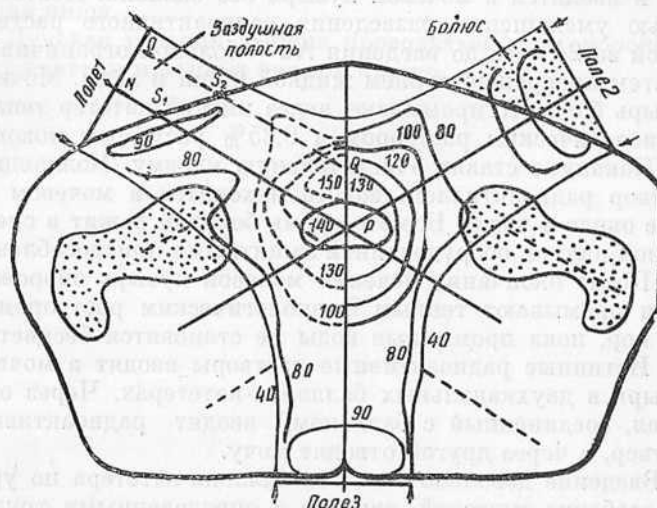


Рис. 23. Распределение доз при дистанционной гамматерапии опухолей мочевого пузыря с 3 полями размерами  $6 \times 6$  см; дистанция источник — кожа 80 см. Правая часть рисунка воспроизводит распределение доз при использовании болусов, левая — распределение доз при облучении без болусов. Пунктиром обозначены изодозы 100, 130, 140 и 150%.

лено распределение изодоз при дистанционной гамматерапии опухолей мочевого пузыря. Правая часть рисунка воспроизводит распределение доз, когда воздушная полость между тубусом и кожей заполнена болусом (тканеэквивалентный материал). В левой части показано распределение доз при облучении без болусов.

Как видно из рис. 23, в точке Q доза возрастает от 130 до 150% первоначальной величины, при этом область высокой дозы сдвинулась в сторону передней поверхности тела.

#### 4. Подготовка больных с опухолями мочевого пузыря к внутриполостному облучению

Внутриполостное облучение осуществляют путем введения в мочевой пузырь радиоактивных растворов, бус  $\text{Co}^{60}$  и макросуспензий. Как известно, коллоидные радиоактивные растворы почти не адсорбируются слизистой оболочкой и вводятся в мочевой пузырь без баллона. Поэтому с целью уменьшения разведения радиоактивного раствора мочой за 24 часа до введения  $\text{Au}^{198}$  больной ограничивает, а затем прекращает прием жидкой пищи и воды. Мочевой пузырь больного промывают через мягкий катетер теплым физиологическим раствором и 0,25% раствором новокаина. Накануне ставят очистительную клизму. Коллоидный раствор радиоактивного золота находится в мочевом пузыре около 4 часов. Все это время больной лежит в специальной палате, оборудованной защитными приспособлениями. После окончания лечения мочевой пузырь опорожняют и промывают теплым физиологическим раствором до тех пор, пока промывные воды не становятся бесцветными. Истинные радиоактивные растворы вводят в мочевой пузырь в двухканальных баллонах-катетерах. Через один канал, соединенный с баллоном, вводят радиоактивный раствор, а через другой отводят мочу.

Введение довольно толстого баллона-катетера по уретре, особенно мужской, связано с определенными трудностями, поэтому предшествующая подготовка больного имеет большое значение. Она заключается в неоднократном промывании мочевого пузыря с целью уменьшения инфекции, в анестезии уретры раствором дикаина 1:3000, во внутримышечной инъекции промедола (1 мл 2% раствора) с атропином (1 мл — 0,1%), пресакральной блокаде 0,25% раствором новокаина 80—100 мл.

После удаления баллона-катетера мочевой пузырь промывают теплым 0,25% раствором новокаина.

Так как бусы  $\text{Co}^{60}$  вводят в мочевой пузырь через металлический катетер диаметром 0,8 см, то предварительно делают анестезию уретры, инъекцию промедола и пресакральную новокаиновую блокаду. После удаления бус из мочевого пузыря последний необходимо промыть теплым раствором 0,25% новокаина, ввести рыбий жир или персиковое масло.

Следует подчеркнуть, что перед лучевой терапией и в процессе ее проводятся мероприятия, направленные на

укрепление общего состояния организма и сердечно-сосудистой системы. Важное значение имеет профилактика инфекции мочевого пузыря и борьба со вторичной инфекцией. Поэтому мочевой пузырь регулярно (1 раз в 3—4 дня) промывают раствором риванола 1 : 10 000 и 2% раствором борной кислоты. Антибиотики, сульфаниламиды и нитрофураны назначают после анализа мочи на флору и получения данных антибиограммы. Рекомендуется обильный прием жидкости, исключается острая, соленая, раздражающая пища.

Лучевая терапия должна проводиться при опорожненных мочевом пузыре и прямой кишке.



## Глава IV

### МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ ОПУХОЛЕЙ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ И ИХ ДОЗИМЕТРИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

#### А. МЕТОДИКА ЛЕЧЕНИЯ И РАСЧЕТ ДОЗ ПРИ ДИСТАНЦИОННОЙ ГАММАТЕРАПИИ

Дистанционная гамматерапия больным, находящимся под нашим наблюдением, проводилась на установках ГУТ-Со-400, «Гамматрон-2» и «Рокус».

Устройство и эксплуатация аппарата ГУТ-Со-400 хорошо известны, поэтому мы не будем на них останавливаться. К тому же эту модель дистанционной гамма-установки в настоящее время отечественная промышленность не выпускает: она заменена более совершенной установкой «Рокус». Эффективность дистанционной гамматерапии зависит не только от общего состояния больного, степени распространения процесса, методики облучения, но и от величины разовой и суммарной доз, а также от характера их распределения в опухоли и нормальных тканях. Эти вопросы приобретают особо важное значение при облучении мочевого пузыря — органа, который во время лечения должен выполнять свою функцию в крайне неблагоприятных физиологических условиях.

Возможность постоянного инфицирования мочевого пузыря осложняет течение опухолевого процесса, поддерживает в нем воспалительную реакцию, которая, как известно, значительно снижает радиочувствительность опухоли и выносимость нормальных тканей мочевого пузыря. Поэтому всем нашим больным перед облучением и в процессе всего курса лучевой терапии производилось промывание мочевого пузыря, давались антибиотики и другие средства, снимающие воспалительную реакцию. Кроме того, мы стремились каждому больному подобрать наиболее эффективную методику облучения. С этой целью проведена большая серия экспериментальных дозиметрических исследо-

ваний, среди которых имеются различные рациональные варианты облучения. Поэтому при дальнейшем изложении дозиметрического обоснования методики дистанционной гамматерапии мы покажем наиболее эффективные и менее выгодные дозные поля. Методика облучения подбиралась на основании предварительно сделанного эскиза поперечного среза у больного на уровне центра опухоли.

При изготовлении поперечного среза определялись индивидуальное анатомическое расположение мочевого пузыря, локализация и размеры опухоли. Способы установления расположения и размеров мочевого пузыря, локализации и размеров опухоли изложены в соответствующих разделах монографии, поэтому перейдем к изложению материала, касающегося дозиметрической характеристики.

### 1. Статическая гамматерапия

В практической работе мы пользовались разными моделями дистанционных гамма-установок, на которых приходилось выбирать не только разные по величине поля, но и разное расстояние от источника до кожи.

С увеличением расстояния источник — кожа увеличивается относительная глубинная доза. В табл. 12, которую мы составили, используя материалы дозиметрических исследований Г. Ф. Невской и Т. Г. Павловой (1959), приведены данные об изменениях процентной глубинной дозы вдоль центральной оси пучка (поля  $6 \times 8$  см и  $8 \times 10$  см) в зависимости от расстояния источника до кожи (35 или 60 см).

Из табл. 12 видно, что при дистанции источник — кожа 35 см и поле  $6 \times 8$  см доза на глубине 6—10 см изменяется и составляет от 65 до 46—49% поверхностной дозы. При использовании расстояния источник — кожа 60 см и тех же размеров поля доза на глубине 6 см увеличивается до 74—75%; с увеличением расстояния источник — кожа до 10 см доза уменьшается до 53—57%.

Таким образом, в области возможной локализации опухоли мочевого пузыря на глубине 6—10 см от облучаемой поверхности процентная глубинная доза в зависимости от изменения расстояния источник — кожа с 35 до 60 см увеличивается на 8%.

Дистанционную гамматерапию опухолей мочевого пузыря чаще всего мы проводили с 4 полей (2 передних и 2 задних) при расстоянии источник — кожа 35, 60 и 75 см.

ТАБЛИЦА 12

Изменение процентной глубинной дозы вдоль центральной оси пучка в зависимости от расстояния источник — кожа

| Глубина<br>(см) | Данные Г. Ф. Невской |         |                    |         | Данные Т. Г. Павловой |         |                    |         |
|-----------------|----------------------|---------|--------------------|---------|-----------------------|---------|--------------------|---------|
|                 | дистанция<br>35 см   |         | дистанция<br>60 см |         | дистанция<br>35 см    |         | дистанция<br>60 см |         |
|                 | поле                 |         | поле               |         | поле                  |         | поле               |         |
|                 | 6×8 см               | 8×10 см | 6×8 см             | 8×10 см | 6×8 см                | 8×10 см | 6×8 см             | 8×10 см |
| 0               | 100                  | 100     | 100                | 100     | 100                   | 100     | 100                | 100     |
| 1               | 95                   | 96      | 97                 | 97,5    | 97                    | 98      | 98                 | 98      |
| 2               | 90                   | 92      | 93                 | 94      | 88                    | 90      | 94                 | 94      |
| 3               | 85                   | 87      | 87                 | 91      | 83                    | 84      | 88                 | 88      |
| 4               | 79                   | 80      | 81,6               | 85      | 77                    | 78      | 84                 | 85      |
| 5               | 70                   | 71      | 77,4               | 78      | 70                    | 73      | 80                 | 80      |
| 6               | 65                   | 66      | 74                 | 75      | 65                    | 67      | 73                 | 75      |
| 7               | 60                   | 60      | 70                 | 71      | 60                    | 63      | 68                 | 70      |
| 8               | 56                   | 55      | 62                 | 68      | 57                    | 58      | 64                 | 65      |
| 9               | 52                   | 50      | 57                 | 62      | 54                    | 55      | 59                 | 60      |
| 10              | 46                   | 47      | 53                 | 56      | 48                    | 50      | 56                 | 57      |
| 11              | 40                   | 43      | 49                 | 54      | 45                    | 47      | 52                 | 54      |
| 12              | 37                   | 40      | 46                 | 49      | 42                    | 44      | 48                 | 49      |
| 13              | 34                   | 37      | 43                 | 47      | 38                    | 41      | 44                 | 47      |
| 14              | 32                   | 35      | 40                 | 43      | 35                    | 38      | 41                 | 48      |
| 15              | 30                   | 32      | 37                 | 39      | 32                    | 34      | 37                 | 39      |
| 17              | 23                   | 26      | 33                 | 35      | 26                    | 28      | 34                 | 34      |
| 20              | 16                   | 19      | 20                 | 27      | 19                    | 21      | 26                 | 24      |

Размеры полей облучения выбирали в зависимости от величины опухоли. Чаще всего они были 6×8 см, 8×10 см. Ежедневно облучали 2 поля с разовой дозой на каждое 200—250 р. Общая доза на коже каждого поля составляла 3500—4000 р. Доза в области опухоли в этом случае достигала 5500—6500 рад. Лечение продолжалось 5—6 недель.

Многочисленные дозиметрические исследования и расчетные данные по эскизам поперечных срезов позволили установить, что при облучении опухолей мочевого пузыря с 4 полей наиболее рациональное распределение энергии излучения в области опухоли и окружающих тканях достигается при углах наклона пучка с передних и задних полей в 40° к горизонтальной плоскости (рис. 24).

Из рис. 24 видно, что максимальная терапевтическая доза 80—100% поглощается в области мочевого пузыря и паравезикальной клетчатке с путями лимфооттока. В области прямой кишки и окружающих тканей доза составля-

ет не более 20 %. При этих условиях облучения с общей экспозиционной дозой на каждое поле 4000 р доза в области опухоли мочевого пузыря будет 6272 рад. При уменьшении расстояния источник — кожа до 35 см с сохранением всех остальных условий и экспозиционной дозы на каждое

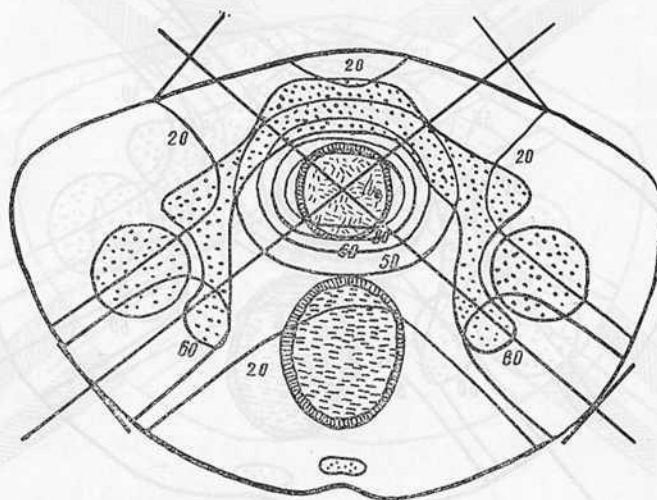


Рис. 24. Дозное поле при четырехпольном облучении опухолей мочевого пузыря. Размеры полей  $6 \times 8$  см, дистанция источник — кожа 60 см. Угол наклона пучка излучения  $40^\circ$  к горизонтальной плоскости.

поле по 4000 р поглощенная доза в опухоли уменьшится до 5400 рад.

Облучая опухоли мочевого пузыря с передних полей при расстоянии источник — кожа 35 см и с задних полей — 60 см с сохранением всех условий предыдущей методики, мы получили еще более благоприятное распределение энергии излучения. Зона 100% дозы в виде шара охватывает всю область мочевого пузыря; 80% доза сохраняет те же границы, что и в предыдущих вариантах, захватывает область паравезикальной клетчатки с путями лимфооттока. На область прямой кишки приходится доза немногим более 20% (рис. 25). При этом варианте облучения с каждого из передних полей доза в опухоли составляет 45%, а от задних — только 30% от дозы на коже. В табл. 13 показано, как меняется доза в опухоли в за-

висимости от расстояния источник — кожа. Расчеты производились при расположении опухоли мочевого пузыря на глубине 7,5 см от кожи передней брюшной стенки.

На рис. 26 приведена карта дозного поля при облучении на «Гамматроне-2», где источником излучения явля-

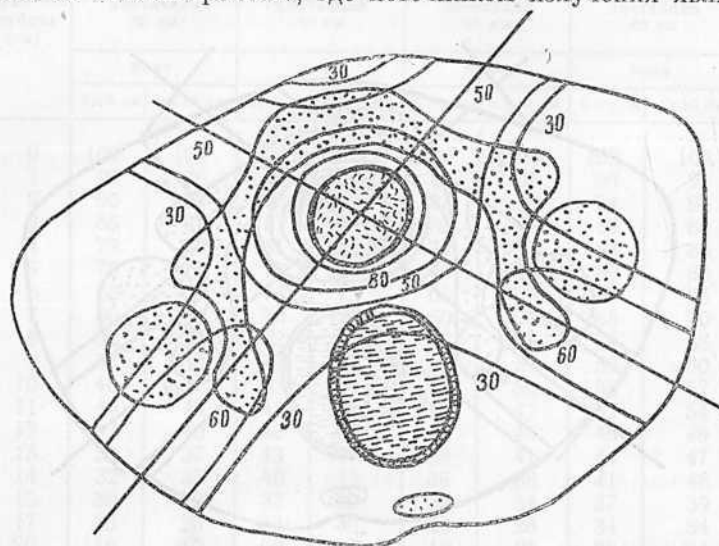


Рис. 25. Дозное поле при четырехпольном облучении опухолей мочевого пузыря. Размеры полей 6×8 см, дистанция источник — кожа с передних полей 35 см, с задних — 60 см. Угол наклона пучка излучения передних и задних полей 40° к горизонтальной плоскости.

ТАБЛИЦА 13

Изменение очаговой дозы при облучении опухолей мочевого пузыря с 4 полей в зависимости от расстояния источник — кожа (глубина расположения опухоли 7,5 см).

|                                          | Облучение опухолей мочевого пузыря                 |                                                    |                                                                  |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                                          | дистанция<br>60 см<br>с передних и<br>задних полей | дистанция<br>35 см<br>с передних и<br>задних полей | дистанция<br>35 см<br>с передних и<br>60 см<br>с задних<br>полей |
| Доза в области опухоли (р)               | 6 500                                              | 5 600                                              | 6 000                                                            |
| Поглощенная доза в области опухоли (рад) | 6 272,5                                            | 5 404                                              | 5 790                                                            |

ется также  $\text{Co}^{60}$  активностью 1200 кюри, и «Рокусе» с зарядом 4000 кюри. На рис. 26 видно, что дозное поле почти ничем не отличается от дозного поля, полученного на аппарате ГУТ-Со-400 (при одинаковых условиях облуче-

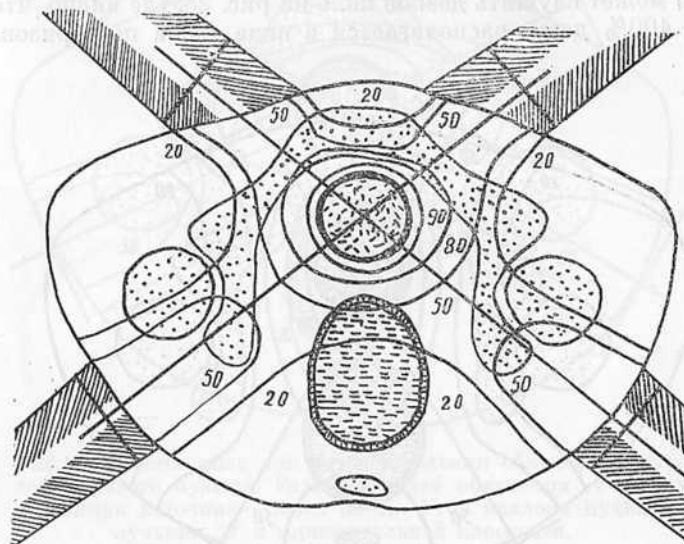


Рис. 26. Дозное поле при четырехпольном облучении опухолей мочевого пузыря. Размеры полей облучения  $6 \times 8$  см, дистанция источник — кожа 55 см. Угол наклона пучка излучения передних и задних полей  $40^\circ$  к горизонтальной плоскости.

ния). Максимальная терапевтическая доза 100—90% охватывает непосредственно область мочевого пузыря. Зона 80% изодозы охватывает область паравезикальной клетчатки с путями лимфооттока. Область прямой кишки и окружающие ткани облучаются 20% дозой.

Большее расстояние источник — кожа и отсутствие тубусов позволяет на «Рокусе» и «Гамматроне-2» увеличивать экспозиционную дозу на каждое из облучаемых полей, а следовательно, и очаговую дозу до необходимых величин без риска повреждения кожных покровов.

На карте дозных полей (рис. 27) видно, что применение большего угла наклона пучка излучения (в пределах  $55-60^\circ$  к горизонтальной оси) значительно ухудшает распределение энергии излучения. При этом варианте, кроме опухоли, значительная доза (5620—6272 рад) поглощает-

ся большими объемами тканей и органами малого таза. Уменьшение угла между центральным лучом и горизонтальной плоскостью до  $30^\circ$  также приводит к неблагоприятному распределению энергии излучения. Примером этого может служить дозное поле на рис. 28, где видно, что зона 100% дозы располагается в виде овала по горизон-

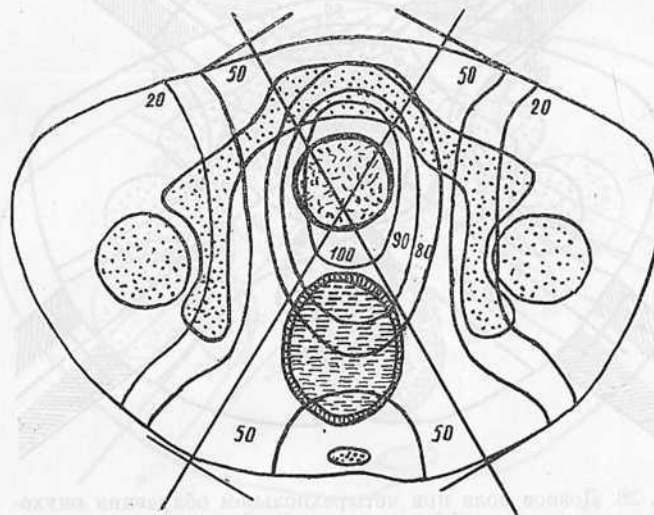


Рис. 27. Дозное поле при четырехпольном облучении опухолей мочевого пузыря. Поля облучения  $8 \times 10$  см расположены на 1—1,5 см от средней линии, дистанция источник — кожа 60 см. Угол наклона пучка излучения с передних и задних полей  $60^\circ$  к горизонтальной плоскости.

тальной плоскости и не охватывает всей области мочевого пузыря. Зона, ограниченная 80% изодозой, располагается в виде эллипса на расстоянии 2—5 см от мочевого пузыря; 50% изодоза охватывает еще больший объем тканей на расстоянии 3—6,5 см от мочевого пузыря. Таким образом, большие объемы нормальных тканей вокруг мочевого пузыря облучаются высокими дозами, что, несомненно, сказывается на их регенераторной способности.

Изучая распределение энергии излучения и при других углах наклона пучка, мы убедились в целесообразности облучения передними полями под углом наклона  $40^\circ$ , а задних  $60^\circ$  к горизонтальной плоскости.



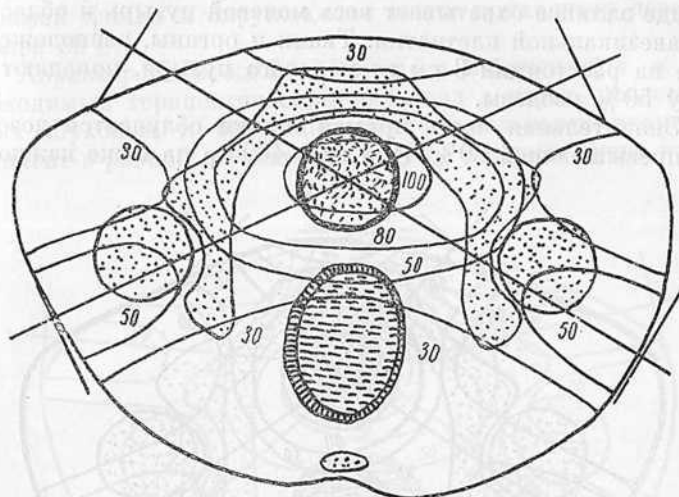


Рис. 28. Дозное поле при четырехпольном облучении опухолей мочевого пузыря. Размеры полей облучения  $6 \times 8$  см, дистанция источник — кожа 60 см. Угол наклона пучка излучения  $30^\circ$  к горизонтальной плоскости.

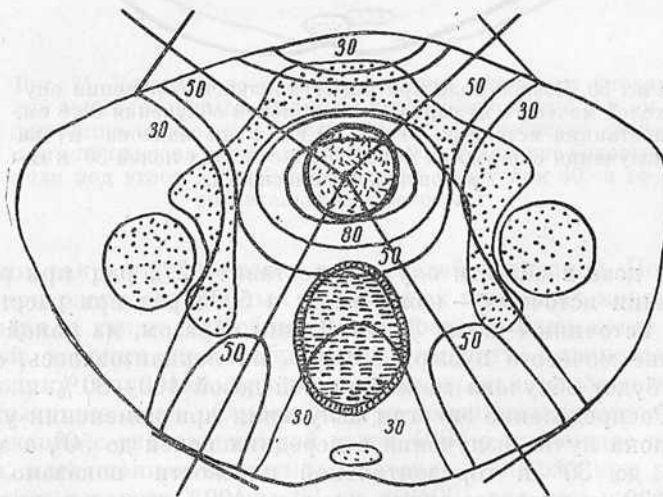


Рис. 29. Дозное поле при четырехпольном облучении опухолей мочевого пузыря. Размеры полей облучения  $6 \times 8$  см, дистанция источник — кожа 60 см. Угол наклона пучка излучения с передних полей  $40^\circ$ , а с задних полей  $60^\circ$  к горизонтальной плоскости.

На рис. 29 приведено дозное поле, где 100—80% доза в виде эллипса охватывает весь мочевой пузырь и область паравезикальной клетчатки. Ткани и органы, расположенные на расстоянии 3 см от мочевого пузыря, попадают в зону 50% изодозы.

Значительная часть прямой кишки облучается дозой, не превышающей 30%. При дозе 4000 р на коже каждого

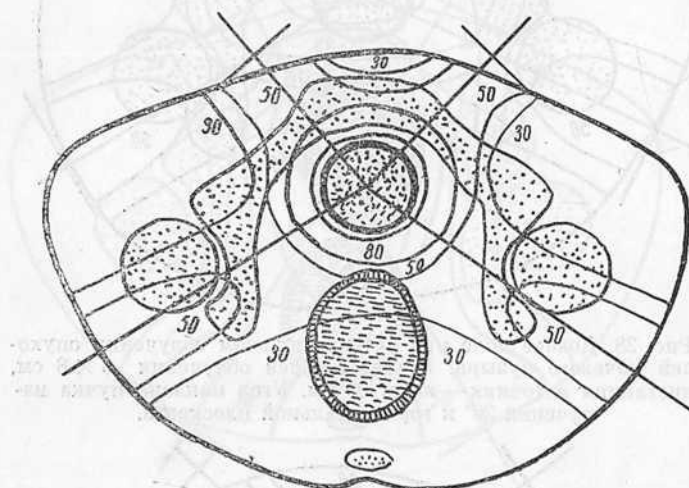


Рис. 30. Дозное поле при четырехпольном облучении опухолей мочевого пузыря. Размеры полей облучения  $6 \times 8$  см, дистанция источник — кожа 60 см. Углы наклона пучка излучения с передних полей  $50^\circ$ , а с задних полей  $30^\circ$  к горизонтальной плоскости.

поля доза в области опухоли составит 6272 рад при расстоянии источник — кожа 60 см и 5095 рад при расстоянии источник — кожа 35 см. Таким образом, на какой бы стенке мочевого пузыря опухоль ни локализовалась, она вся будет облучена максимальной дозой 100—80%.

Распределение энергии излучения при изменении угла наклона пучка излучения с передних полей до  $50^\circ$ , а задних до  $30^\circ$  к горизонтальной плоскости показано на рис. 30, из которого видно, что зона 100% дозы в виде шара охватывает всю область мочевого пузыря; 80% доза располагается на расстоянии 2 см от мочевого пузыря, а зона 50% дозы охватывает ткани и органы, расположен-

ные на расстоянии 3 см от мочевого пузыря. На область прямой кишки и окружающие ткани приходится доза не более 30%.

Характер распределения энергии излучения, т. е. необходимый терапевтический интервал в дозах, поглощенных опухолью и окружающими нормальными тканями, зависит в равной степени как от угла наклона пучка излу-

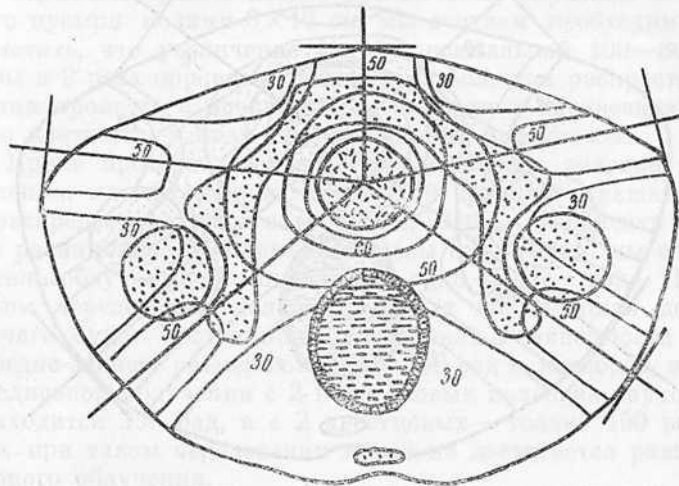


Рис. 31. Дозное поле при пятипольном облучении опухолей мочевого пузыря. Размеры полей облучения  $6 \times 8$  см, дистанция источник — кожа 60 см. Надлобковое поле с углом наклона пучка излучения  $90^\circ$ , 2 передне-боковых поля под углом  $10^\circ$  и 2 задних поля под углом  $40^\circ$  к горизонтальной плоскости.

чения, так и от размеров и числа полей облучения. Поэтому при распространенных опухолевых процессах мочевого пузыря, а также при облучении рецидивов рака после лучевой терапии целесообразнее применять пятипольную методику облучения, при которой полностью исключаются предыдущие поля облучения. При пятипольной методике облучения с экспозиционной дозой 4000 р на каждое поле доза, поглощенная опухолью, составит 7400 рад при расстоянии источник — кожа 60 см и 6400 рад при расстоянии 35 см.

При пятипольной методике облучения мочевого пузыря мы применяли 3 передних (прямое надлобковое, 2 пе-

редне-боковых с углом наклона центрального луча  $10^\circ$  к горизонтальной плоскости) и 2 задних поля с углом наклона  $40^\circ$  к горизонтальной плоскости размером  $6 \times 8$  см, расстояние источник — кожа 60 см. Дозное поле этой методики показано на рис. 31, из которого видно, что зона

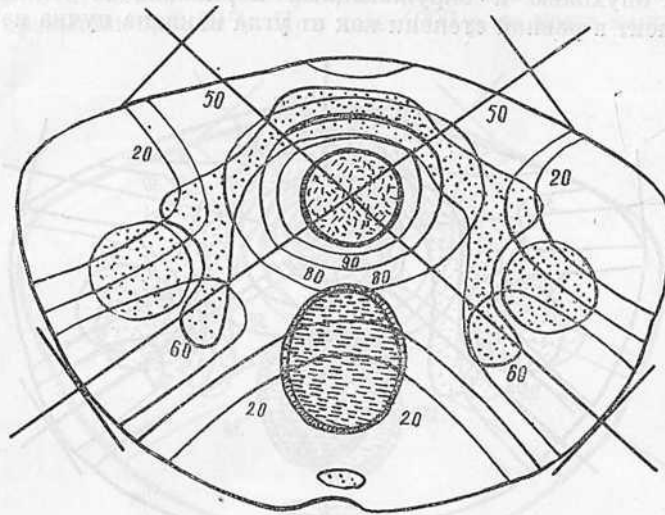


Рис. 32. Дозное поле при четырехпольном облучении опухоли мочевого пузыря. Размеры полей облучения  $8 \times 10$  см, дистанция источник — кожа 60 см. Угол наклона пучка излучения с передних и задних полей  $40^\circ$  к горизонтальной плоскости.

100% дозы в виде шара охватывает весь мочевой пузырь; 80% доза распространяется на область паравезикальной клетчатки и пути лимфооттока, на расстоянии 2—2,5 см от мочевого пузыря. Ткани и органы, расположенные вокруг пузыря на расстоянии 3—5 см, облучаются 50% дозой; на область прямой кишки приходится доза менее 30%. Поглощенная доза в опухоли с надлобкового поля составляет 65%, с передне-боковых полей — по 32% и с задних полей по 28% от дозы на коже.

Все приведенные выше карты дозных полей составлены для полей облучения размером  $6 \times 8$  см. С увеличением поля облучения до  $8 \times 10$  см изменяется распределение энергии излучения в облучаемом объеме тканей.

На рис. 32 приведена карта дозных полей при лечении опухолей мочевого пузыря с использованием полей облучения размером  $8 \times 10$  см.

По сравнению с картой дозных кривых при облучении полями  $6 \times 8$  см видно, что форма их полностью сохраняется. Однако при увеличении размеров поля зона действия каждой дозной кривой расширяется. Так, зона максимальной дозы 80—100% увеличивается в 2 раза.

Оценивая кривые изодоз при лечении опухолей мочевого пузыря полями  $8 \times 10$  см, мы считаем необходимым отметить, что увеличение зоны максимальной 100—80% дозы в 2 раза оправдано только при большом распространении процесса с прорастанием опухоли в паравезикальную клетчатку и наличии регионарных метастазов.

Кроме пространственного распределения энергии излучения, на эффективности лучевой терапии отражается и распределение дозы во времени. Чтобы обеспечить более равномерное распределение дозы во времени, мы ежедневно облучали одно переднее и одно заднее поле. При таком чередовании полей облучения поглощенная доза в очаге будет постоянной и составляет в зависимости от передне-заднего размера от 120 до 250 рад и, наоборот, при ежедневном облучении с 2 надлобковых полей на опухоль приходится 250 рад, а с 2 крестцовых — только 150 рад, т. е. при таком чередовании полей не достигается равномерного облучения.

Помимо изучения распределения дозы в облучаемом объеме и фактора времени, мы определяли поглощенную дозу ( $D_{\text{полг}}$ ) в области опухоли, среднюю поглощенную дозу в слое ткани, заключенном между 100 и 80% изодозами; между 80 и 60% изодозами и т. д.; интегральную поглощенную дозу в области опухоли ( $D_{\text{интегр. очаг}}$ ), также интегральную поглощенную дозу в слое тканей, заключенных между соседними изодозами: 100 и 80%; 80 и 60% и т. д.

При облучении с 4 полей опухолей мочевого пузыря с дистанции источник — кожа 60 см и при размерах полей  $6 \times 8$  см доза в области опухоли с передних полей облучения составляет 50%, а с задних полей — 30% от дозы на коже. При дозе 4000 р на коже каждого поля доза в области опухоли с каждого переднего поля составит 2000 рентген.

$$\left( D_p = \frac{50\% \cdot 4000\text{р}}{100} \right),$$

$$\text{а с каждого заднего поля } 1200 \text{ рентген} \left( D_p = \frac{30\% \cdot 4000\text{р}}{100} \right).$$

Таким образом, доза в области опухоли со всех 4 полей будет равна:

$$D_p = D_p \text{ с 2 передних полей} + D_p \text{ с 2 задних полей} = 4000 \text{ p} + 2400 \text{ p} = 6400 \text{ p}.$$

Высчитав дозу в рентгенах в области опухоли, определяем дозу в зоне 80; 60; 50; 30 и 20 % изодозы.

Следующий этап расчета доз — определение поглощенных доз в области опухоли, в слое тканей, заключенных между 100 и 80 % изодозой; 80 и 60 % изодозой; 60 и 40 % изодозой и т. д. Необходимо отметить, что среднюю поглощенную дозу можно определять для соседних изодоз, разница между которыми не превышает 30 %.

Поглощенная доза в области опухоли определяется:

$$D_{\text{погл}} \text{ опухоли} = D_p \text{ опухоли} \cdot f,$$

где:  $D_p \text{ опухоли}$  — доза в области опухоли (в рентгенах);

$f$  — коэффициент перехода от рентгенов к радам (0,965).

Средняя поглощенная доза в слое тканей, заключенных между 100 и 80 % изодозой, определяется:

$$D_{\text{погл}} \text{ слоя тканей между 100 и 80 \% изодозой} = \frac{D_p 100\% + D_p 80\%}{2} \cdot f,$$

где:  $D_p 100\%$  — доза (p) на 100 % изодозе;

$D_p 80\%$  — доза (p) на 80 % изодозе;

$f$  — коэффициент перехода от рентгенов к радам.

Интегральная поглощенная доза в области опухоли определяется:

$$D_{\text{интегр}} \text{ опухоли} = D_{\text{погл}} \text{ опухоли} \cdot m \text{ опухоли},$$

где:  $D_{\text{погл}}$  — поглощенная доза в опухоли;

$m$  — масса опухоли, определяемая произведением  $v\rho$ ;

$\rho$  — плотность облучаемой ткани (для мышечной ткани  $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ );

$v$  — объем облучаемой опухоли ( $\text{см}^3$ ).

Чтобы определить объем, необходимо знать форму и размеры опухоли. Поэтому перед лучевой терапией у каждого больного с помощью цистоскопии, цистографии или бимануального исследования определялись форма и размеры опухоли.

к стр. 140

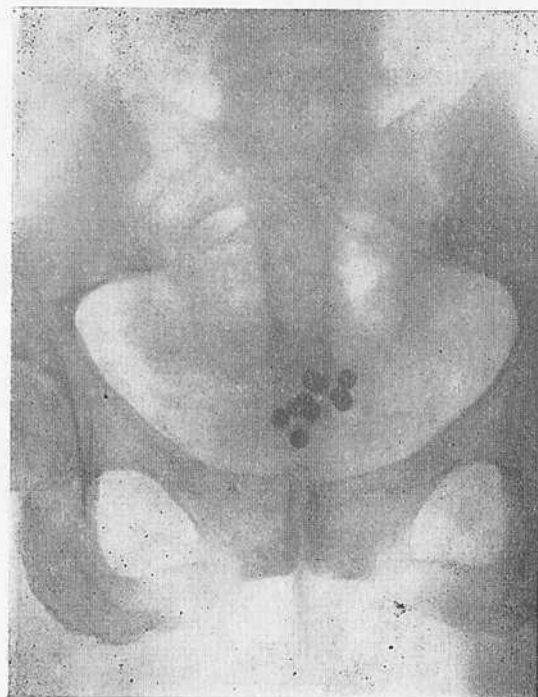


Рис. 52. Рентгенограмма. Шаровидные источники излучения, введенные в мочевой пузырь. Видны только активные бусы.



к стр. 148

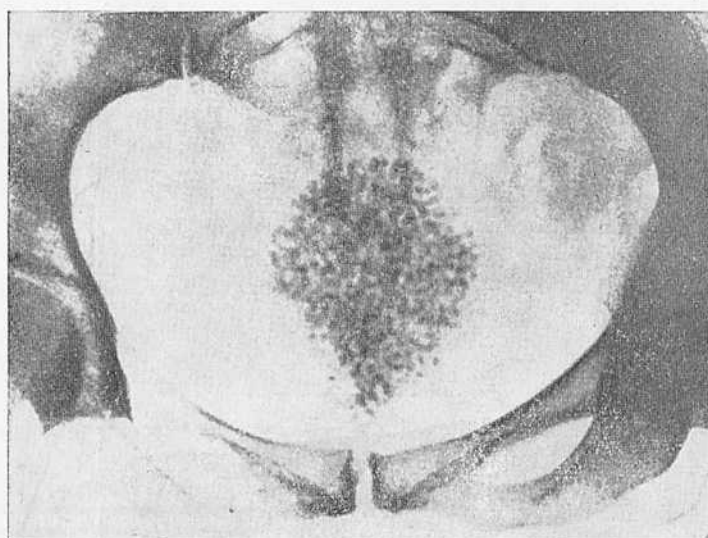


Рис. 60. Резиновый баллон с макросуспензией  $\text{Co}^{60}$  в полости мочевого пузыря.

Интегральная поглощенная доза в слоях тканей, расположенных между 100 и 80% изодозами, 80 и 60% изодозами, 60 и 50% изодозами, определяется:

$$D_{\text{интегр}}^{\text{слоя тканей между 100 и 80\% изодозами}} = D_{\text{погл}}^{\text{слоя тканей между 100 и 80\% изодозами}} \cdot m^{\text{слоя тканей между 100 и 80\% изодозами}}$$

$$D_{\text{интегр}}^{\text{слоя тканей между 80 и 60\% изодозами}} = D_{\text{погл}}^{\text{слоя тканей между 80 и 60\% изодозами}} \cdot m^{\text{слоя тканей между 80 и 60\% изодозами}}$$

и т. д.

В этих случаях при определении массы облучаемых тканей ( $m=VS$ ) значение величины объема ( $V$ ) определяется с учетом формы облучаемых тканей, т. е. в виде цилиндра, и выражается произведением  $Sl$ , где:  $S$  — площадь тканей облучаемого слоя (в  $\text{см}^2$ );  $l$  — высота поля облучения (в  $\text{см}$ ).

## 2. Ротационная гамматерапия

Подвижное облучение при опухолях мочевого пузыря осуществляется путем вращения источника излучения относительно больного. В настоящее время отечественная промышленность выпускает гамма-установки с движущимся источником излучения типа «Рокус» и «Рад».

Для выявления наиболее рациональных условий ротационной гамматерапии больных раком мочевого пузыря в Московском научно-исследовательском институте рентгено-радиологии Т. В. Поповой были выполнены дозиметрические исследования. Изучение дозных полей, возникающих в костно-парафиновом фантоме в зависимости от угла качания и величины осевого поля, позволило А. В. Козловой с сотрудниками установить, что наиболее благоприятное распределение энергии излучения достигается при углах качания  $240-270^\circ$  и меньшей величине осевого поля. Лучевую терапию осуществляют методом передней ротации при движении гамма-установки по заданному углу качания вокруг неподвижно лежащего больного. Центрацию производят двумя боковыми центраторами после того, как проекцию опухоли выносят на кожу больного. Разовая очаговая доза составляет 220—250 рад, общая поглощенная очаговая доза 7000—8500 рад за 5—7 недель. При инфильтрирующих опухолях мочевого пузы-

ря в ранних стадиях заболевания гамматерапия проводится методом одноосевой ротации при углах качания  $240-270^\circ$  и ширине осевого поля, соответствующей диаметру опухоли. Дозное поле при этих условиях облучения (ширина поля 6 см) представлено на рис. 33.

При инфильтрирующих опухолях мочевого пузыря III—IV стадии применялась одноосевая ротация при уг-

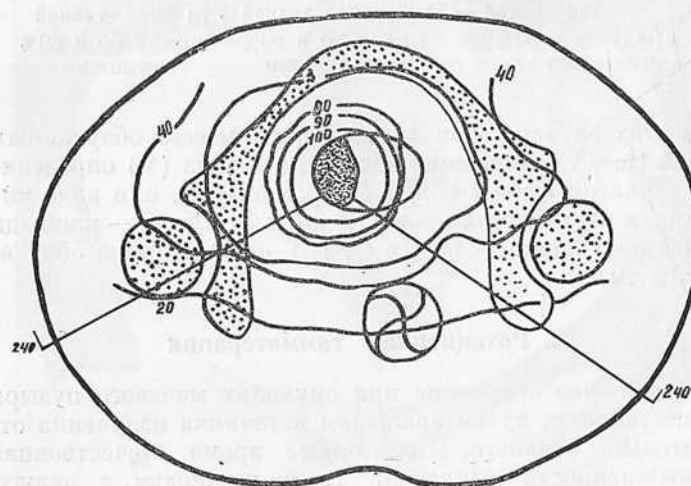


Рис. 33. Дозное поле при одноосевой ротационной гамматерапии опухолей мочевого пузыря. Угол качания  $240^\circ$ , ширина осевого поля 6 см.

лах качания  $240-270^\circ$  или двуосевая ротация при углах качания  $160-180^\circ$  с каждой стороны и расстоянии между центрами ротации 8 см (по 4 см с каждой стороны).

Дозное поле при двуосевой ротации приведено на рис. 34.

Ротационная гамматерапия по методике, разработанной в Научно-исследовательском институте рентгено-радиологии, проводилась 50 больным, а в радиологическом отделении Городской больницы № 57 — 20 больным раком мочевого пузыря. В большинстве случаев лечение удавалось закончить при очаговой дозе 7000—7500 рад. Явления цистита были выражены умеренно и развивались в конце курса облучения. Явлений проктита у больных не отмечалось, местной реакции со стороны кожи живота —

тоже. Т. В. Попова наблюдала в двух случаях эритему кожи живота. Она же отмечает общую лучевую реакцию в виде слабости, понижения аппетита, изменений показателей крови (лейкопения 3600—4100, лимфопения 11—13%) у 14 больных. Этим больным проводилась общеукрепляющая, гемостимулирующая терапия.

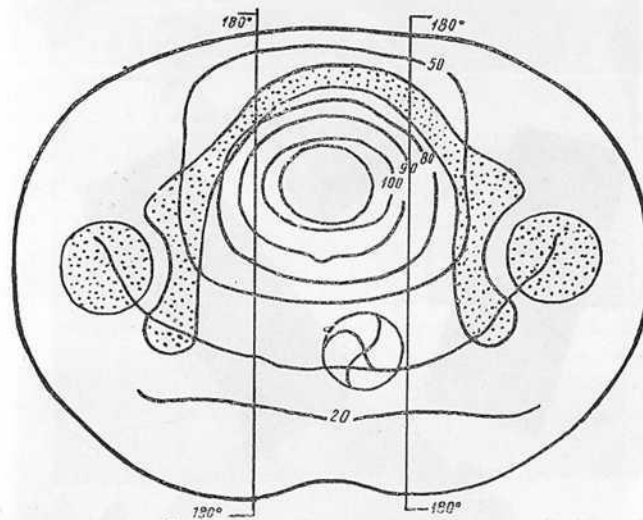


Рис. 34. Дозное поле при двуосевой ротационной гамматерапии опухолей мочевого пузыря. Угол качания с каждой стороны 180°. Ширина осевого поля 6 см.

### 3. Дистанционная гамматерапия через свинцовую решетку

Преимущества излучения радиоактивного кобальта способствовали широкому применению дистанционной гамматерапии при лечении опухолей внутренних органов различной локализации и значительно повысили эффективность лучевой терапии. Однако обследование длительно живущих больных в поздние сроки после лучевой терапии позволило выявить большие лучевые изменения подкожной клетчатки, мышц, а в ряде случаев и внутренних органов. Как известно, толерантность некоторых нормальных тканей к излучению сравнительно низкая, и нередко дозы, необходимые для воздействия на опухоль, в нормальных тканях и органах вызывают необратимые

изменения. С целью щажения нормальных тканей при лучевой терапии применяются разные средства.

В последние годы при дистанционных методах лучевой терапии стали использовать свинцовые решетки. При лучевой терапии через решетку ткани облучаются негомогенно, доза под открытыми участками в 3—4 раза превы-

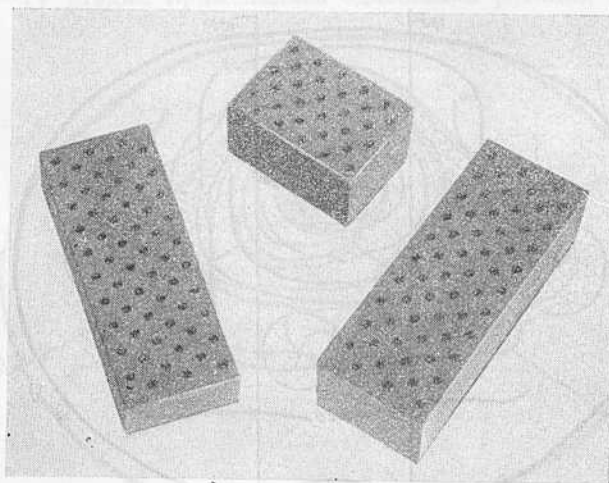


Рис. 35. Свинцовые решетки. Толщина 4,5 см. Отверстия занимают 50% всей площади решетки.

шает дозу под закрытыми. Наличие участков тканей с хорошо сохранившейся восстановительной способностью быстрее ведет к более полной регенерации всего облучаемого объема и значительно снижает развитие поздних осложнений (Г. С. Стрелин, 1954).

Применение решетки при рентгенотерапии способствует главным образом щажению кожи, а при дистанционной гамматерапии — и подлежащих тканей. Это позволяет облучать в необходимой дозе большие объемы тканей разной радиочувствительности (Г. С. Стрелин, 1954).

С целью изучения дозных характеристик при дистанционной гамматерапии через решетку мы провели дозиметрические исследования в тканеподобном фантоме.

Применяемая нами решетка представляет собой свинцовую пластину толщиной 4,5 см, соответствующей 3—4

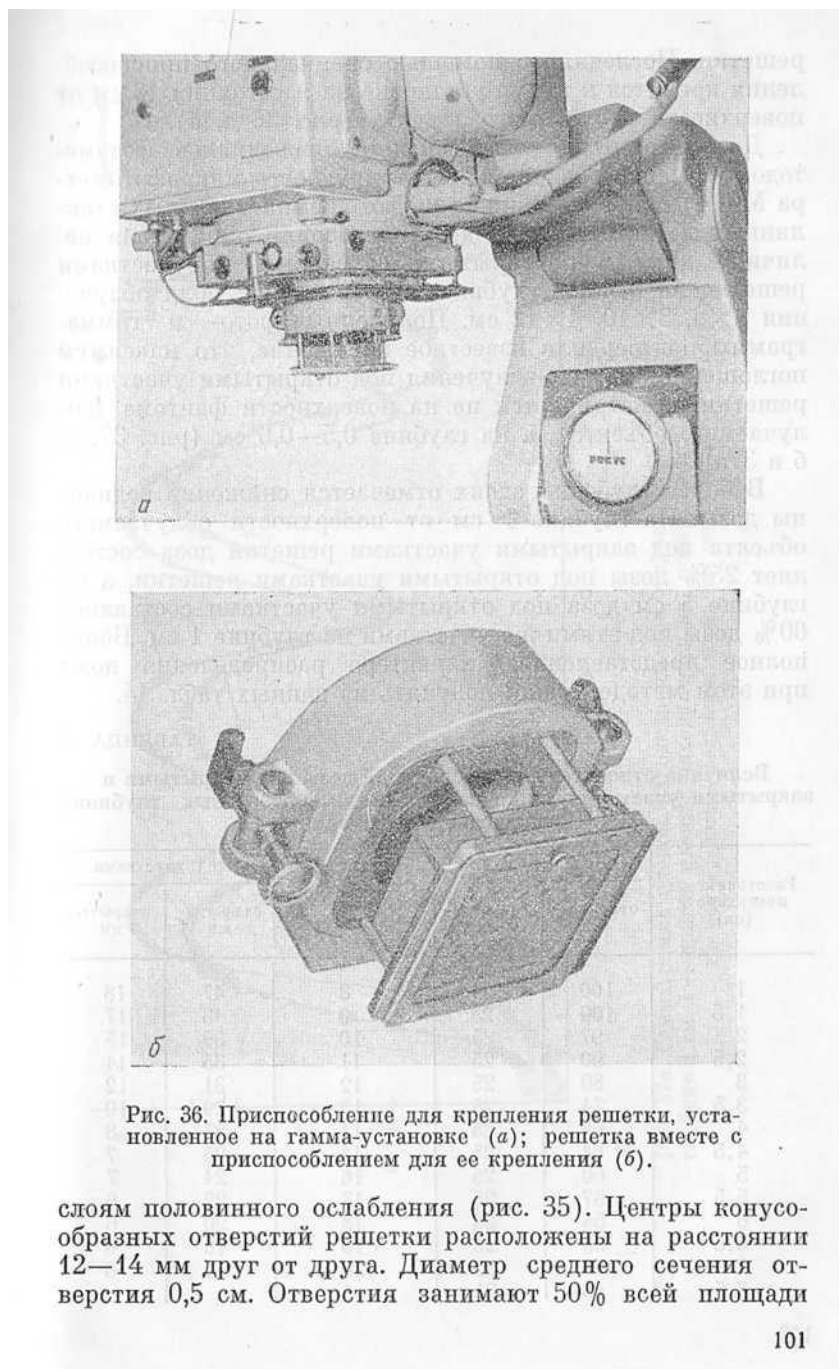


Рис. 36. Приспособление для крепления решетки, установленное на гамма-установке (а); решетка вместе с приспособлением для ее крепления (б).

слоям половинного ослабления (рис. 35). Центры конусообразных отверстий решетки расположены на расстоянии 12—14 мм друг от друга. Диаметр среднего сечения отверстия 0,5 см. Отверстия занимают 50% всей площади

решетки. Последняя с помощью специального приспособления крепится к гамма-установке на расстоянии 16 см от поверхности облучаемого объекта (рис. 36 а, б).

Дозиметрические исследования проводились фотометодом (с использованием регистрирующего микрофотометра МФ-4) и при помощи радиофотолюминесцентных стеклянных детекторов. В ходе исследования определяли величину дозы под открытыми и закрытыми участками решетки на разных глубинах при размерах поля облучения  $6 \times 8$ ,  $8 \times 10$ ,  $4 \times 12$  см. Полученные фото- и гаммаграммы подтвердили известное положение, что максимум поглощенной дозы  $\gamma$ -излучения под открытыми участками решетки регистрируется не на поверхности фантома (облучаемого объекта), а на глубине 0,5—0,6 см (рис. 37, а, б и 37а).

В более глубоких слоях отмечается снижение величины дозы. На глубине 1 см от поверхности облучаемого объекта под закрытыми участками решетки доза составляет 25% дозы под открытыми участками решетки, а на глубине 5 см доза под открытыми участками составляет 60% дозы под этими же участками на глубине 1 см. Более полное представление о характере распределения дозы при этом методе можно получить из данных табл. 14.

ТАБЛИЦА 14

Величина относительной процентной дозы под открытыми и закрытыми участками свинцовой решетки на разных глубинах тканеподобного фантома

| Расстояние от поверхности (см) | Под участками |          | Расстояние от поверхности (см) | Под участками |          |
|--------------------------------|---------------|----------|--------------------------------|---------------|----------|
|                                | открытым      | закрытым |                                | открытым      | закрытым |
| 1                              | 100           | 24       | 8                              | 47            | 18       |
| 1,5                            | 100           | 25       | 9                              | 43            | 17       |
| 2                              | 97            | 25       | 10                             | 39            | 15       |
| 2,5                            | 90            | 25       | 11                             | 35            | 14       |
| 3                              | 80            | 25       | 12                             | 31            | 12       |
| 3,5                            | 74            | 25       | 13                             | 29            | 10       |
| 4                              | 68            | 25       | 14                             | 27            | 8        |
| 4,5                            | 64            | 25       | 15                             | 25            | 7        |
| 5                              | 60            | 25       | 16                             | 24            | 7        |
| 5,5                            | 57            | 25       | 17                             | 22            | 6        |
| 6                              | 55            | 24       | 18                             | 20            | 6        |
| 6,5                            | 53            | 23       | 19                             | 18            | 6        |
| 7                              | 50            | 22       | 20                             | 15            | 6        |
| 7,5                            | 48            | 21       |                                |               |          |



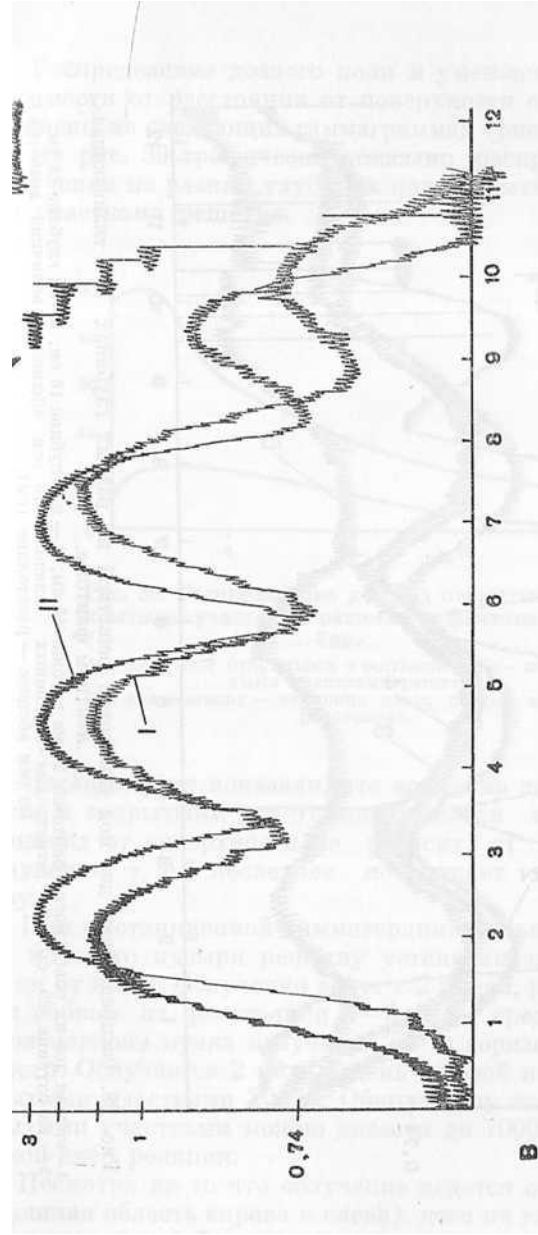


Рис. 37в. Гаммаграмма пленок, находящихся при облучении фантома на поверхности и на глубине 4 см. I — кривая пленки, находящейся на поверхности фантома, II — на глубине 4 см. По оси ординат — величина доз; по оси абсцисс — расстояние.

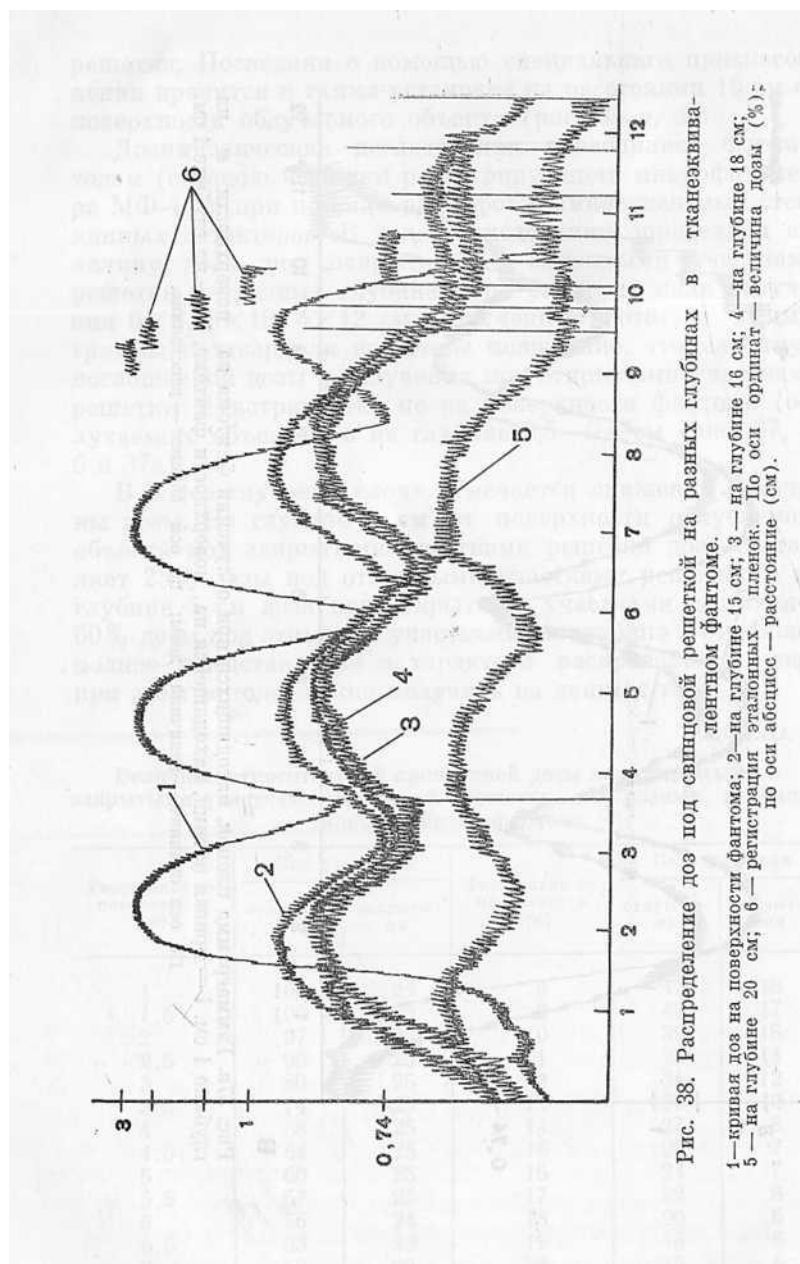


Рис. 38. Распределение доз под свинцовой решеткой на разных глубинах в тканеэквивалентном фантоме.

1—кривая доз на поверхности фантома; 2—на глубине 15 см; 3—на глубине 16 см; 4—на глубине 18 см; 5—на глубине 20 см; 6—регистрация эталонных пленок. По оси ординат — величина дозы (%); по оси абсцисс — расстояние (см).

Распределение дозного поля и уменьшение дозы в зависимости от расстояния от поверхности облучения представлены на следующих гаммаграммах (рис. 38).

На рис. 39 графически показано распределение дозы излучения на разных глубинах под открытыми и закрытыми участками решетки.

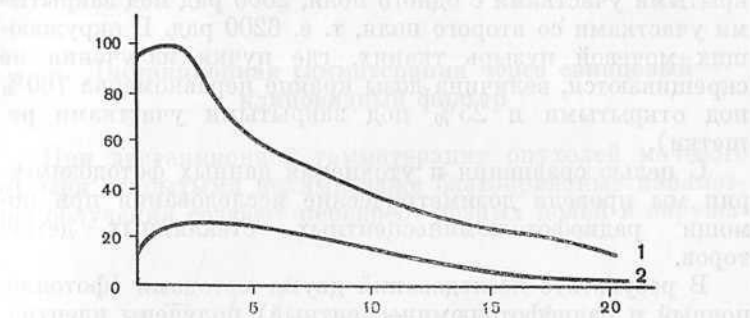


Рис. 39. Распределение доз под открытыми и закрытыми участками решетки в фантоме по глубине.

1 — доза под открытыми участками и 2 — под закрытыми участками решетки.

По оси ординат — величина дозы; по оси абсцисс — расстояние.

Исследования показали, что величина дозы под открытыми и закрытыми участками решетки на разных расстояниях от поверхности не зависит от размеров поля облучения, т. е. последнее не влияет на глубинную дозу.

При дистанционной гамматерапии больных с опухолями мочевого пузыря решетку устанавливают на высоте 16 см от кожи. Облучение ведут с 2 полей, расположенных над лобком на расстоянии 3—4 см от срединной линии. Угол наклона пучка излучения  $60^\circ$  к горизонтальной плоскости. Облучается 2 поля в день с дозой на коже под открытыми участками 200 р. Общую дозу на коже под открытыми участками можно довести до 7000 р и более без какой-либо реакции.

Несмотря на то что облучение ведется с 2 полей (подвздошная область справа и слева), доза на глубине 6—7 см от кожи лобка (область мочевого пузыря) под открытыми участками составляет 8400 рад, а под закрытыми участками — 4000 рад (при условии строгого совпадения на этой

глубине открытых участков полей облучения). Однако трудно предположить, что практически на глубине 6—7 см открытые участки одного поля совпадают с открытыми участками другого поля. Скорее всего в тех отделах тканей, где скрещивается пучок излучения двух полей, суммируются дозы, разные по величине, — 4200 рад под открытыми участками с одного поля, 2000 рад под закрытыми участками со второго поля, т. е. 6200 рад. В окружающих мочевой пузырь тканях, где пучки излучения не скрещиваются, величина дозы крайне неравномерна (60% под открытыми и 25% под закрытыми участками решетки).

С целью сравнения и уточнения данных фотодозиметрии мы провели дозиметрические исследования при помощи радиофотолуминесцентных стеклянных детекторов.

В результате исследований двумя методами (фотоплечный и радиофотолуминесцентный) получены идентичные результаты.

Первые клинические наблюдения над больными со злокачественными опухолями, преимущественно с рецидивами после лучевой терапии, которым применялась дистанционная гамматерапия через решетку, показали хорошие результаты лучевой терапии без заметных изменений кожи и подлежащих тканей.

Учитывая дозиметрические данные, мы считаем целесообразным свинцовую решетку применять в первую очередь у больных с рецидивными опухолями мочевого пузыря.

Больные, которым мы применяли свинцовую решетку, ранее получали один или два курса дистанционной гамматерапии. Последнее вызвало лучевые осложнения в виде циститов средней или тяжелой степени, атрофических изменений кожи, индурации подкожной клетчатки. По степени распространенности процесса или же по общему состоянию хирургическое лечение им было не показано, а облучение открытыми полями могло вызвать лучевые реакции от сравнительно малых доз.

Проведение дистанционной гамматерапии через свинцовую решетку по указанной выше методике позволило за 5—6 недель доводить дозу на коже под открытыми участками до 7000—7500 рад (очаговая доза при этом составляет 6000—6500 рад) без каких-либо значительных проявлений лучевой реакции со стороны слизистой мочевого

пузыря. Только в конце курса облучения развивается цистит, обычно средней степени. Со стороны кожи облучаемых полей никаких изменений не было. В результате лечения прекращались боли, исчезали дизурические явления, гематурия.

При цистоскопии через  $1\frac{1}{2}$ —2 месяца после лечения в большинстве случаев отмечалось уменьшение рецидивной опухоли.

#### 4. Дистанционная гамматерапия через свинцовый клиновидный фильтр

При дистанционной гамматерапии опухолей мочевого пузыря открытыми полями даже благоприятные параметры облучения создают перекрест дозных полей в окружа-

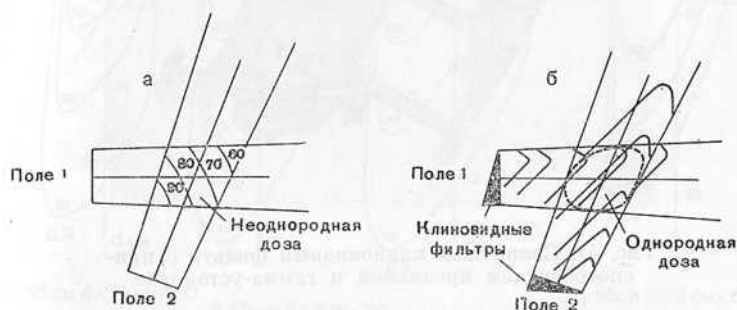


Рис. 40. Дозное поле, образованное двумя открытыми полями (а) и пучками излучения, прошедшими через свинцовые клиновидные фильтры (б).

ющих опухоль здоровых тканях, что ведет к образованию так называемых горячих зон. Помимо неравномерного облучения опухоли, это приводит к подавлению регенераторных способностей здоровых тканей и органов.

Применение свинцовых клиновидных фильтров при гамматерапии позволяет создавать равномерное распределение дозы в облучаемом объеме и избежать появления «горячих зон». Это подтверждает рис. 40, на котором показано дозное поле, образованное двумя открытыми полями (а) и пучками излучения, прошедшими через свинцовые клиновидные фильтры (б). На рисунке видно, что на дозном поле, образованном открытыми поля-

ми, «горячая зона» возникает в точке пересечения смежных краев пучка излучения. Клиновидные фильтры могут быть изготовлены из свинца, стали или стекла. Изодозные линии смещаются в сторону тонкого участка и зависят от угла клина и материала, из которого он сделан. Применяе-

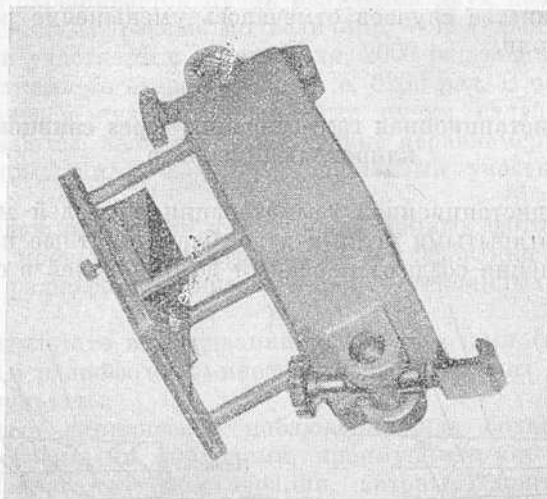


Рис. 41. Свинцовый клиновидный фильтр с приспособлением крепления к гамма-установке.

мые нами клиновидные фильтры с углами 20 и 30° изготовлены из свинца. Чтобы вторичные электроны, выбиваемые пучком излучения из свинца, не достигали кожи, клиновидный фильтр устанавливают на расстоянии 16 см от поверхности облучаемого объекта. Для этого может быть использовано приспособление, с помощью которого к гамма-установке укрепляют свинцовую решетку. Только вместо последней в специальные пазы вставляют пластину, с укрепленным на ней свинцовым клиновидным фильтром (рис. 41).

С целью изучения пространственного распределения энергии излучения при использовании клиновидных фильтров мы провели дозиметрические исследования ионизационным методом. Измерения осуществлялись в тканеэквивалентном восково-парафиновом фантоме гаммаметром фирмы «Сименс» с диаметром датчика 0,5 см.

Дозиметрические исследования позволили составить дозные поля для клиновидных свинцовых фильтров с углами 20 и 30° при размерах полей облучения 4×12 см, 6×8 см, 8×10 см. Расстояние источник — кожа составляло 55 см.

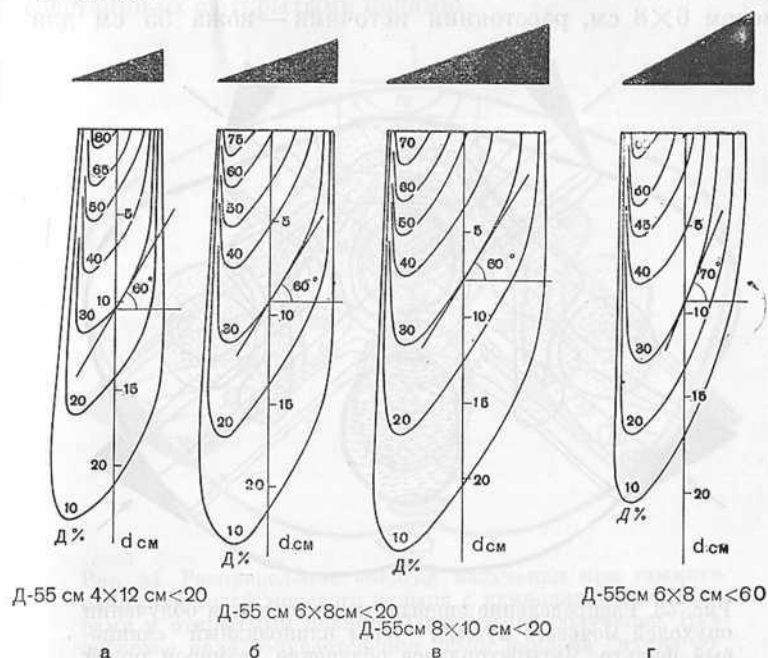


Рис. 42. Дозное поле для клиновидных свинцовых фильтров.  
а — дозное поле под свинцовым клином углом 20°; размер поля 4×12 см;  
б — дозное поле под свинцовым клином углом 20°; размер поля 6×8 см;  
в — дозное поле под свинцовым клином углом 20°; размер поля 8×10 см;  
г — дозное поле под свинцовым клином углом 30°; размер поля 6×8 см.

Эти изодозы приведены на рис. 42, а, б, в и г. Как видно из рисунка, угол наклона изодозы зависит от угла клиновидного фильтра, т. е. его высоты. Так, при использовании свинцового клина с углом 20° изодозы в центральной части поля располагаются под углом 60°. Изменение размеров облучаемого поля не влияет на величину угла изодоз. При использовании свинцового клина с углом 30° изодозы располагаются под углом 70° (см. рис. 42, а, б, в и г). Необходимо отметить, что указанные на изо-



дозных кривых проценты доз рассчитаны от экспозиционной дозы над клиновидным фильтром.

Применение свинцовых клиновидных фильтров приводит к увеличению времени облучения. Так, если при дистанционной гамматерапии открытыми полями размером  $6 \times 8$  см, расстоянии источник — кожа 55 см для

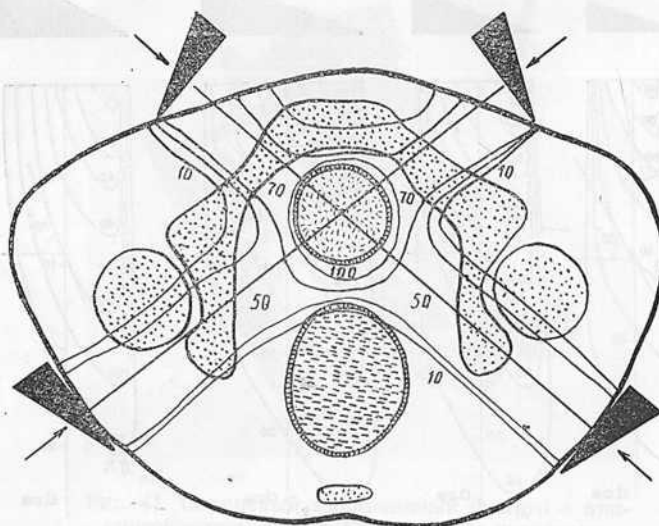


Рис. 43. Распределение энергии излучения при облучении опухолей мочевого пузыря через клиновидный свинцовый фильтр. Четырехпольное облучение размером полей  $6 \times 8$  см; дистанция источник — кожа 55 см. Угол наклона пучка излучения  $40^\circ$  к горизонтальной плоскости.

достижения на коже дозы 200 р требуется 4 минуты 28 секунд, то при использовании свинцового клиновидного фильтра с углом  $20^\circ$  при тех же условиях доза 200 р достигается за 7 минут 43 секунды. Увеличение толщины фильтра, т. е. его угла, значительно увеличивает продолжительность облучения. Так, при использовании клиновидного фильтра с углом  $30^\circ$  доза 200 р на коже при указанных условиях облучения достигается за 9 минут, т. е. времени требуется в 2 раза больше, чем при облучении открытыми полями.

Проведенные нами экспериментальные и расчетные дозиметрические исследования позволили выявить наибо-

лее оптимальные условия с применением клиновидных фильтров при дистанционной гамматерапии опухолей мочевого пузыря.

Благоприятное распределение доз достигается облучением как через свинцовые клиновидные фильтры, так и в сочетании их с открытыми полями.

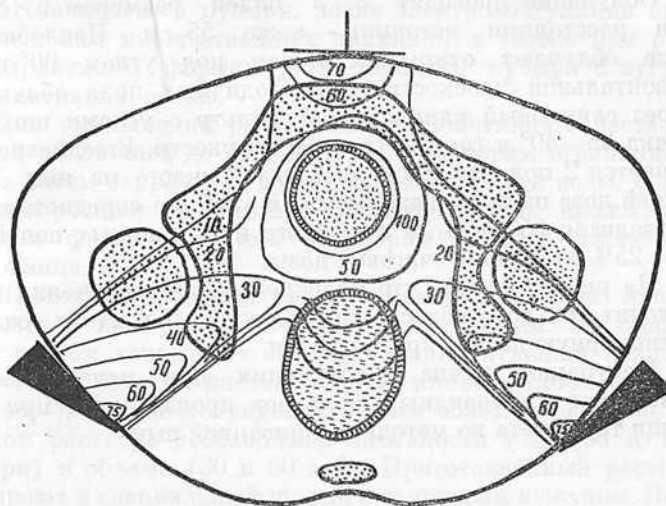


Рис. 44. Распределение энергии излучения при гамматерапии опухолей мочевого пузыря с клиновидными фильтрами и открытыми полями. Трехпольное облучение. Надлобковое поле облучается под углом наклона пучка  $90^\circ$ , открытым полем; 2 ягодичных поля — через клиновидные фильтры. Угол наклона пучка  $40^\circ$  к горизонтальной плоскости. Размеры полей  $6 \times 8$  см, дистанция источник — кожа 55 см.

На рис. 43 показано распределение энергии излучения при дистанционной гамматерапии опухолей мочевого пузыря через свинцовый клиновидный фильтр с 4 полями размером  $6 \times 8$  см при расстоянии источник — кожа 55 см с углами наклона пучка  $40^\circ$  к горизонтальной плоскости. По этой методике ежедневно облучается 2 поля дозой на коже каждого из них под клином 200 р. При четырехпольном облучении с каждого поля подводится по 25—30% необходимой очаговой дозы.

Как видно из рисунка, гамматерапия через свинцовый клиновидный фильтр приводит к равномерному облу-

чению патологического очага с довольно большим интервалом доз в области опухоли и в окружающих здоровых тканях.

На рис. 44 приведено распределение энергии излучения при гамматерапии с клиновидными фильтрами и открытыми полями.

Облучение проводят с 3 полей размером  $6 \times 8$  см при расстоянии источник — кожа 55 см. Надлобковое поле облучают открытым полем под углом  $90^\circ$  к горизонтальной плоскости. Два ягодичных поля облучают через свинцовый клиновидный фильтр с углами наклона пучка  $35-40^\circ$  к горизонтальной плоскости. Ежедневно облучается 2 поля по 200 р на кожу каждого из них. При общей дозе на коже каждого поля 4500 р с переднего поля подводится 65—70%, а с каждого из ягодичных полей по 20—25% величины очаговой дозы.

На рис. 44 видно, что перекрест полей облучения происходит только в области мочевого пузыря, что и создает равномерную дозу вокруг опухоли.

Центрация пучка  $\gamma$ -излучения при использовании свинцовых клиновидных фильтров производится при помощи трафарета по методике, описанной выше.

#### **Б. МЕТОДИКА ЛЕЧЕНИЯ И РАСЧЕТ ДОЗ ПРИ ВНУТРИПОЛОСТНОМ ОБЛУЧЕНИИ ОПУХОЛЕЙ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ**

Экспериментальные дозиметрические исследования и клинический опыт показывают, что одними наружными методами терапии опухолей мочевого пузыря невозможно создать такое дозное поле, когда максимальная доза поглощалась бы опухолью, а минимальная — окружающими здоровыми тканями.

Эти обстоятельства значительно снижают терапевтическую эффективность метода.

С целью увеличения дозы в области опухоли без дополнительной лучевой нагрузки на нормальные ткани при лечении больных раком мочевого пузыря мы сочетали наружное облучение с внутриместным. Внутриместная лучевая терапия заключалась во введении в мочевой пузырь радиоактивных растворов золота ( $\text{Au}^{198}$ ), натрия ( $\text{Na}^{24}$ ), кобальта ( $\text{Co}^{60}$ ), а также закрытых препаратов кобальта в виде бус и трубочек.

## 1. Методика лечения и расчет доз при внутримочевом введении радиоактивного раствора золота ( $\text{Au}^{198}$ )

В главе I монографии мы указывали, что радиоактивное золото и другие внутримочевые излучатели в самостоятельном виде могут применяться только при папилломатозе мочевого пузыря, после электрокоагуляции одиночных или множественных папиллом, а также при распространенных формах рака мочевого пузыря с сугубо паллиативной целью.

Для уменьшения разведения радиоактивного раствора мочой за 24 часа до введения  $\text{Au}^{198}$  больным ограничивают, а затем запрещают прием жидкой пищи и воды. С помощью резинового катетера мочевой пузырь промывают теплым физиологическим раствором и 0,25% раствором новокаина.

Процедура введения радиоактивного раствора золота в мочевой пузырь заключалась в следующем. За защитным столом вскрывают ампулу с радиоактивным веществом и при помощи дистанционных пипеток готовят раствор коллоидного радиоактивного золота в физиологическом растворе необходимой активности (75, 100 и 150 мкюри) и объема (30 и 60 см<sup>3</sup>). Приготовленный раствор набирают в специальный шприц с защитным кожухом. После присоединения шприца к заранее установленному катетеру в мочевой пузырь вводят необходимое количество коллоидного раствора радиоактивного золота. После этого катетер извлекают из мочевого пузыря и больного переводят из радиоманипуляционной в специальную зарядовую палату. Шприц разбирают и вместе с катетером и другими инструментами, используемыми при работе, промывают в проточной воде, а затем стерилизуют.

Коллоидный раствор радиоактивного золота находится в мочевом пузыре 3½—4 часа, затем его удаляют по катетеру, а мочевой пузырь промывают теплым физиологическим раствором до тех пор, пока промывные воды не станут совершенно бесцветными.

Известно, что период полураспада радиоактивного золота равен 2,69 дня. Распад сопровождается  $\beta$ -излучением с максимальной энергией 0,29 и 0,96 Мэв и относительным выходом 1,7 — и 98,3% и  $\gamma$ -излучением с энергией 1,09, 0,68, 0,41 Мэв с относительным выходом 0,5, 1 и 100%. При расчетах доз учитывались  $\beta$ -частицы с относительным выходом 98% и  $\gamma$ -кванты с выходом 100%. Для внутримочевых

лостного облучения применяется коллоидный раствор золота с величиной частиц от 20 до 200 мкм и содержанием золота около 0,01 г на 1 см<sup>3</sup>. В мочевом пузыре коллоидное золото почти не адсорбируется, поэтому по резиновому катетеру с помощью защитного шприца его вводят непосредственно в мочевой пузырь — около 100 или 150 мкюри Au<sup>198</sup>, разведенных в 50 см<sup>3</sup> физиологического раствора. За время пребывания в мочевом пузыре (3—4 часа) в результате поступления мочи удельная активность его постепенно снижается, а общий объем жидкости увеличивается. Поэтому для расчета поглощенных и интегральных поглощенных доз<sup>1</sup> необходимо сделать ряд допущений.

1. Объем мочевого пузыря с радиоактивным раствором золота приравнивается к объему шара с радиусом R.

2. При увеличении объема жидкости мочевой пузырь растягивается, стенки его становятся тоньше, что позволяет в зону интенсивного облучения вовлекать новые слои тканей.

3. Источник β-излучения принимается за плоский блок бесконечной толщины и протяженности в любой точке, находящейся от поверхности шара на расстоянии пробега β-частиц (пробег частиц равен 0,11 см), а диаметр шара является большей величиной, чем пробег β-частиц (диаметр шара 5 см).

4. Объем мочевого пузыря за счет поступления мочи даже после специальной подготовки больного за 4 часа увеличивается с 50 см<sup>3</sup> (объем вводимого радиоактивного раствора) до 200 см<sup>3</sup> (по 37,5 см<sup>3</sup> за 1 час).

5. Расчет доз β- и γ-излучения от коллоидного раствора золота (Au<sup>198</sup>) может производиться без учета естественного распада изотопа, так как при сравнительно короткой экспозиции (4 часа) активность его практически не меняется (к концу четвертого часа облучения активность изотопа Au<sup>198</sup> снижается только на 4%).

Расчет доз от β-излучения коллоидного раствора радиоактивного золота (Au<sup>198</sup>). Для расчета доз от β-излучения Au<sup>198</sup> при внутриполостном применении с учетом перечисленных допущений может быть применена формула Левингера, по которой опре-

<sup>1</sup> Интегральная поглощенная доза есть суммарная энергия, поглощенная в исследуемом объеме. Единица измерения интегральной дозы г/рад; 1 г/рад = 100 эрг.

деляется мощность поглощенной дозы ( $P_x$ ) в любой точке вне плоского блока бесконечной толщины и протяженности:

$$P_x = 1,07 \cdot 10^3 \bar{E}_\beta \left\{ C^2 \left[ 3 - e^{1 - \frac{vx}{c}} - \frac{vx}{c} \left( 2 + \ln \frac{c}{vx} \right) \right] + l^{1vx} \right\} \frac{A}{V} \text{ рад/час.} \quad (1)$$

где  $\bar{E}_\beta$  — средняя энергия  $\beta$ -спектра;

$C$  и  $\alpha$  — безразмерные величины, зависящие от максимальной энергии  $\beta$ -спектра ( $E_0$ ) и равные для радиоактивного золота  $\text{Au}^{198}$ :  $C=1,5$ ;  $\alpha=0,297$ ;

$V$  — эффективный коэффициент поглощения в  $\text{см}^2/\text{г}$ , определяемый для разрешенных  $\beta$ -спектров из следующего соотношения:

$$V = \frac{18,2}{(E_0 - 0,036)^{1,37}} \frac{\text{см}^2}{\text{г}};$$

$\frac{A}{V}$  — концентрация активности (в мкюри/ $\text{см}^3$ ).

Чтобы учесть сложную зависимость изменения концентрации активности и величины облучаемого объема от времени, необходимо интегрированием функции  $P_x$  (мощность поглощенной дозы в любой точке; формула 1) определить интегральную поглощенную дозу за время облучения:

$$D = \int_0^t dt \, 1,07 \cdot 10^3 \bar{E}_\beta \frac{A}{v} \alpha 4\pi r^2 \int_0^e \left\{ C^2 \left[ 3 - e^{1 - \frac{vx}{c}} - \frac{vx}{c} \left( 2 + \ln \frac{c}{vx} \right) \right] + e^{1 - vx} \right\} dx.$$

Интегрируя выражение (1) с учетом линейного изменения объема источника излучения с радиоактивным раствором золота и подставляя все постоянные коэффициенты, получим формулу (2), по которой определяется интегральная поглощенная доза:

$$D_{\text{интегр.}} = 293 \frac{A}{a} \sqrt[3]{(at + v_0)^2 - v_0^2}, \quad (2)$$

где:  $A$  — активность изотопа (мкюри);

$v_0$  — объем источника в начальный момент облучения ( $\text{см}^3$ );



$t$  — время, для которого подсчитывается величина интегральной поглощенной дозы;

$a$  — увеличение объема источника в единицу времени, определяемое выражением  $\frac{V_k - V_0}{t}$ , где:

$V_k$  — объем источника к концу облучения;  $V_0$  — объем источника в начальный момент облучения;  $t$  — время облучения (в часах).

При  $a = 37,5 \text{ см}^3$ , что соответствует изменению объема источника от 50 до 200  $\text{см}^3$  (за 4 часа), формула примет следующий вид:

$$\begin{aligned} D_{\text{интегр.}} &= 296 \frac{A}{37,5} \sqrt[3]{(37,5 \cdot t + 50)^2} - \sqrt[3]{50^2} = \\ &= 7,47 \cdot A (\sqrt[3]{37,5 + 50^2} - 13,5). \end{aligned} \quad (3)$$

По этой формуле можно определять интегральную поглощенную дозу  $\beta$ -излучения от радиоактивного раствора  $\text{Au}^{198}$  любой активности в течение любого времени облучения при условии линейного увеличения объема источника на 37,5  $\text{см}^3$  за 1 час.

Для расчета средней поглощенной дозы необходимо определить величину объема (массы), в котором поглощается энергия  $\beta$ -излучения. Распределение энергии  $\beta$ -излучения по облучаемому объему крайне неравномерно по двум причинам:

1) соответственно поправке 2 (стр. 114) в зону облучения по мере растяжения мочевого пузыря вовлекаются все новые слои тканей, в результате чего время облучения различных слоев массы уменьшается от поверхности к периферии стенки мочевого пузыря;

2) так же меняется и интенсивность  $\beta$ -излучения по толщине слоя облучаемого объема. При этом надо учитывать, что слизистая в нерастянутом мочевом пузыре имеет толщину всего 1 мм; при растяжении мочевого пузыря толщина слизистой уменьшается. Таким образом, в течение всей экспозиции слизистая подвергается постоянному облучению. Мышечная стенка нерастянутого мочевого пузыря имеет толщину до 1,5 см; при растяжении до 200  $\text{см}^3$  толщина стенки может уменьшаться до 2—3 мм. В связи с этим мышечный слой подвергается облучению не постоянно.



Толщина слоя ткани, в котором поглощается 90% энергии  $\beta$ -частиц при использовании коллоидного радиоактивного золота, составляет 1,1 мм. Масса этого слоя равна:

$$m = V\rho,$$

где:  $\rho$  — плотность мягких тканей, равная 1 г/см<sup>3</sup>,  
 $V$  — объем слоя (в см<sup>3</sup>) толщиной 1,1 мм.

По мере поступления мочи и увеличения объема мочевого пузыря масса облучаемого слоя толщиной 1,1 мм будет постоянно увеличиваться и отдельные слои ее будут облучаться разное время. Поэтому для определения средней поглощенной дозы в тканях стенки мочевого пузыря необходимо усреднить величину массы, в которой происходит поглощение энергии  $\beta$ -излучения. Средняя величина облучаемой массы может быть определена по формуле (4):

$$m_{\text{ср.}} = \frac{3}{4} \frac{1}{37,5 \cdot T} 4\pi l^3 \sqrt[3]{\left(\frac{3}{4\pi}\right)^2 \left[v_0 + 37,5 \cdot T^{5/3} - V_0^{5/3}\right]}. \quad (4)$$

где:  $T$  — полное время облучения (час),  
 $l$  — толщина слоя, в котором поглощается 90% энергии (см),  
 $V_0$  — начальный объем источника излучения (см<sup>3</sup>),  
 $\rho$  — плотность облучаемой ткани (г/см<sup>3</sup>).

Тогда величина средней поглощенной дозы определяется как  $\frac{D_{\text{интегр.}}}{t}$  за любой промежуток времени облучения  $t$ .

В табл. 15 приведены данные о величинах интегральных поглощенных доз, средней поглощенной дозы от  $\beta$ -излучения при внутриволостном применении радиоактивного раствора золота.

При изменении условий облучения, т. е. при изменении начального объема вводимого изотопа и указанной линейной зависимости, увеличения объема во времени (например, за 4 часа от 60 до 300 см<sup>3</sup>), величина интегральной поглощенной дозы может быть определена по формуле (2), величина массы облучаемого слоя — по формуле (4), а средняя поглощенная доза как  $D_{\text{ср.}} = \frac{D_{\text{интегр.}}}{m_{\text{ср.}}}$ .

Мы еще раз подчеркиваем, что величина, полученная при настоящем расчете, указывает дозу, поглощенную в слое тканей толщиной 1,1 мм. Этот слой может быть как нормальной слизистой и мышечной тканью, так и опу-

ТАБЛИЦА 15

Величина средней поглощенной и интегральных поглощенных доз от  $\beta$ -излучения при внутриполостном введении радиоактивного раствора золота активностью 100; 150 мкюри (с начальным объемом 50 см<sup>3</sup> и конечным объемом 200 см<sup>3</sup>) за время облучения от 1 до 4 часов

| Активность источника (мкюри) | Время облучения (часы) | Интегральная поглощенная доза (r-рад) | Масса облучаемой ткани $m_{\text{ср}}$ (г) <sup>1</sup> | Средняя поглощенная доза (рад) |
|------------------------------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 100                          | 1                      | 1 740                                 | 9,12                                                    | 190                            |
|                              | 2                      | 3 190                                 | 10,2                                                    | 312                            |
|                              | 3                      | 4 480                                 | 11,5                                                    | 395                            |
|                              | 4                      | 5 750                                 | 13,2                                                    | 435                            |
| 150                          | 1                      | 2 620                                 | 9,12                                                    | 286                            |
|                              | 2                      | 4 780                                 | 10,2                                                    | 465                            |
|                              | 3                      | 6 750                                 | 11,5                                                    | 590                            |
|                              | 4                      | 8 630                                 | 13,2                                                    | 650                            |

<sup>1</sup>  $m_{\text{ср}}$  — масса средняя.

холью, причем только совсем малые опухоли, по объему не превышающие 1 мм в диаметре, подвергнутся постоянному облучению. При опухолях больших размеров облучается лишь их поверхностный слой толщиной 1 мм. Вся остальная масса опухоли не подвергается действию  $\beta$ -частиц радиоактивного золота.

Расчет доз от  $\gamma$ -излучения коллоидного раствора радиоактивного золота. Для расчета поглощенной дозы от  $\gamma$ -излучения при внутриполостном применении Au<sup>198</sup> необходимо определить значения мощности дозы в разных точках вокруг источника.

В силу принятых допущений мощность дозы  $\gamma$ -излучения от сферического источника может быть определена по формуле, предложенной Соуттаром:

$$P_{\gamma} = \frac{3}{4} \frac{K \cdot A}{R^3} \left[ 2R + \frac{R^2 - d^2}{d} \ln \left( \frac{R+d}{R-d} \right) \right] \text{p/час}, \quad (5)$$

где:  $P_{\gamma}$  — мощность дозы (p/час);

$K$  — гамма-постоянная изотопа (p/час мкюри см<sup>2</sup>);

$R$  — радиус сферы, в которой равномерно распределено радиоактивное вещество (см);

$d$  — расстояние от центра сферы (см);

$A$  — активность источника (мкюри).

При введении в мочевой пузырь коллоидного раствора  $\text{Au}^{198}$  активностью 100 мкюри в объеме 50 см<sup>3</sup> мощность дозы  $\gamma$ -излучения рассчитывается следующим образом:

$A$  — активность источника равна 100 мкюри;

$v$  — объем источника равен 50 см<sup>3</sup>;

$R$  — радиус (при  $v = 50$  см<sup>3</sup>) = 2,3 см;

$K$  — гамма-постоянная  $\text{Au}^{198} = 2,47$  р/час мкюри см<sup>2</sup>.

Подставляя эти данные в формулу (5), можно определить мощность дозы ( $P_\gamma$ ) на разных расстояниях ( $d$ ) от центра источника. Так, мощность дозы на поверхности слизистой мочевого пузыря будет равна:

$$P_\gamma(d=R) = 2,3 \text{ см} = \frac{3 \cdot 2,47 \cdot 100}{42,3^3} \cdot 2 \cdot 2,3 = 71 \text{ р/час.}$$

Мощность дозы на расстоянии 1 см от поверхности источника будет составлять:

$$P_\gamma(d=R+1 \text{ см} = 3,3 \text{ см}) = \frac{3}{4} \cdot \frac{2,47 \cdot 100}{2,3^3} \left[ 2 \cdot 2,3 + \frac{2,3^2 - 3,3^2}{3,3} \ln \left( \frac{2,3 + 3,3}{2,3 - 3,3} \right) \right] = 25 \text{ р/час.}$$

Мощность дозы на расстоянии 2 см от поверхности источника будет равна:

$$P_\gamma(d=R+2 \text{ см} = 4,3 \text{ см}) = \frac{3}{4} \cdot \frac{2,47 \cdot 100}{2,3^3} \left[ 2,2 \cdot 3 + \frac{2,3^2 - 4,3^2}{4,3} \ln \left( \frac{2,3 + 4,3}{2,3 - 4,3} \right) \right] = 15,4 \text{ р/час.}$$

Мощность дозы на расстоянии 3 см от поверхности источника будет:

$$P_\gamma(d=R+3 \text{ см} = 5,3 \text{ см}) = \frac{3}{4} \cdot \frac{2,47 \cdot 100}{2,3^3} \left[ 2 \cdot 2,3 + \frac{2,3^2 - 5,3^2}{5,3} \ln \left( \frac{2,3 + 5,3}{2,3 - 5,3} \right) \right] = 10,7 \text{ р/час.}$$

Однако за время облучения (4 часа) по мере поступления мочи равномерно увеличивается объем источника (от 50 до 200 см<sup>3</sup>) и в результате разведения источника уменьшается удельная активность изотопа. Это ведет к изменению распределения энергии излучения как на поверхности источника, так и на разных расстояниях от него. Данные

об изменении мощности дозы  $\gamma$ -излучения на разных расстояниях от источника в зависимости от увеличения его объема приведены в табл. 16.

ТАБЛИЦА 16

Мощность дозы  $\gamma$ -излучения на разных расстояниях от источника в зависимости от увеличения его объема

| Актив-<br>ность<br>(мкюри) | Объем<br>источ-<br>ника<br>(см <sup>3</sup> ) | Мощность дозы                    |     |                                        |      |         |      |         |      |
|----------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|-----|----------------------------------------|------|---------|------|---------|------|
|                            |                                               | на поверх-<br>ности<br>источника |     | на расстоянии от поверхности источника |      |         |      |         |      |
|                            |                                               |                                  |     | 1 см                                   |      | 2 см    |      | 3 см    |      |
|                            |                                               | (р/час)                          | (%) | (р/час)                                | (%)  | (р/час) | (%)  | (р/час) | (%)  |
| 100                        | 50                                            | 71,0                             | 100 | 25,0                                   | 36,5 | 15,4    | 21,7 | 10,7    | 15,0 |
|                            | 75                                            | 53,5                             | 100 | 22,2                                   | 44,4 | 13,3    | 24,8 | 9,2     | 17,1 |
|                            | 100                                           | 43,0                             | 100 | 20,0                                   | 46,5 | 12,3    | 28,6 | 9,0     | 21,4 |
|                            | 150                                           | 33,6                             | 100 | 16,3                                   | 48,5 | 11,2    | 33,3 | 8,6     | 25,3 |
|                            | 200                                           | 28,0                             | 100 | 14,0                                   | 50,0 | 8,6     | 30,5 | 6,25    | 22,4 |
| 150                        | 50                                            | 100,0                            | 100 | 37,4                                   | 36,5 | 23,0    | 21,7 | 16,1    | 15,0 |
|                            | 75                                            | 80,0                             | 100 | 33,3                                   | 44,4 | 20,0    | 24,8 | 13,8    | 17,1 |
|                            | 100                                           | 64,5                             | 100 | 30,0                                   | 45,5 | 8,4     | 28,6 | 13,5    | 21,4 |
|                            | 150                                           | 50,0                             | 100 | 24,5                                   | 48,5 | 16,8    | 33,3 | 12,9    | 25,3 |
|                            | 200                                           | 42,0                             | 100 | 21,0                                   | 50,0 | 12,9    | 30,5 | 9,4     | 22,4 |

Из табл. 16 видно, что по мере увеличения объема источника от 50 до 200 см<sup>3</sup> (при одной и той же активности) мощность дозы на поверхности источника снижается с 71 до 29 р/час (т. е. на 60%); на расстоянии 1; 2; 3 см от источника мощность дозы соответственно падает на 44, 45 и 42%.

Непостоянство величины мощности дозы во времени облучения приводит к усложнению расчета поглощенных и интегральных поглощенных доз, так как возникает необходимость интегрировать по времени функцию зависимости мощности дозы от объема источника.

С целью упрощения методики расчета с учетом увеличения объема источника от времени (которое может быть индивидуальным для каждого больного) предлагается следующий метод.

В табл. 16 на основании расчетов, произведенных по формуле (5), приведены данные об изменении мощности дозы по мере увеличения объема источника. Графически

зависимость величины мощности дозы от увеличения объема источника при внутриполостном введении раствора  $\text{Au}^{198}$  представлена на рис. 45.

На рис. 45, б приведен график зависимости увеличения объема источника от времени облучения (по оси абс-

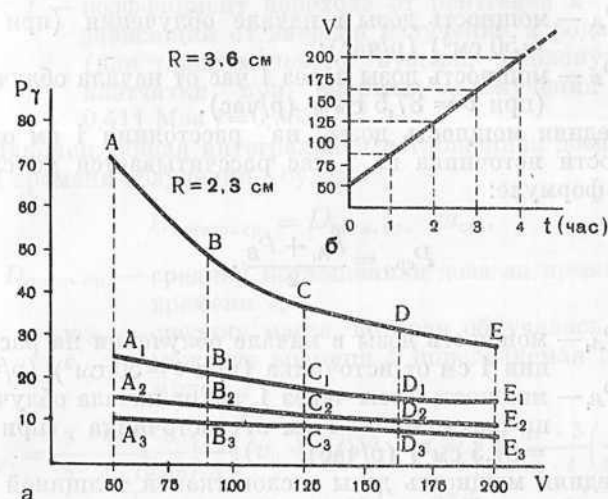


Рис. 45. Распределение мощности дозы  $\gamma$ -излучения  $\text{Au}^{198}$  в зависимости от объема источника. Активность источника 100 мкюри.

а — зависимость мощности дозы от увеличения объема источника: АЕ — мощность дозы на поверхности источника; А<sub>1</sub>Е<sub>1</sub> — на расстоянии 1 см от поверхности источника; А<sub>2</sub>Е<sub>2</sub> — на расстоянии 2 см; А<sub>3</sub>Е<sub>3</sub> — мощность дозы на расстоянии 3 см от поверхности источника. По оси абсцисс — объем источника; по оси ординат — мощность дозы источника; б — график зависимости увеличения объема источника от времени облучения. По оси абсцисс — время облучения; по оси ординат — объем источника.

цисс — время облучения, по оси ординат — объем источника).

Для определения средней величины мощности дозы необходимо разделить кривую АЕ (рис. 45, а) на участки, соответствующие изменению объема за выбранный промежуток времени облучения. Чем чаще взяты промежутки времени, тем точнее будет определена величина средней мощности дозы облучения. Для примера разделим кривую АЕ на 4 участка соответственно каждому часу облучения. Тогда средняя величина мощности дозы облучения на по-

верхности источника за 1 час облучения будет определяться выражением:

$$P_{\text{ср.1}} = \frac{P_A + P_B}{2},$$

где:  $P_A$  — мощность дозы в начале облучения (при  $v = 50 \text{ см}^3$ ) (р/час);

$P_B$  — мощность дозы через 1 час от начала облучения (при  $v = 87,5 \text{ см}^3$ ) (р/час).

Средняя мощность дозы на расстоянии 1 см от поверхности источника за 1 час рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\text{ср.2}} = \frac{P_{A_1} + P_{B_1}}{2},$$

где:  $P_{A_1}$  — мощность дозы в начале облучения на расстоянии 1 см от источника (при  $v = 50 \text{ см}^3$ ) (р/час);

$P_{B_1}$  — мощность дозы через 1 час от начала облучения на расстоянии 1 см от источника (при  $v = 87,5 \text{ см}^3$ ) (р/час).

Средняя мощность дозы в слое тканей толщиной 1 см за первый час облучения будет определяться:

$$P_{\text{ср.}} = \frac{P_{\text{ср.1}} + P_{\text{ср.2}}}{2},$$

где:  $P_{\text{ср.1}}$  — средняя мощность дозы на поверхности источника в промежутке времени облучения 1 час (р/час);

$P_{\text{ср.2}}$  — средняя мощность дозы на расстоянии 1 см от источника в промежутке времени облучения 1 час (р/час).

Подобным образом определяется средняя мощность дозы облучения в слое толщиной 1 см и в последующих слоях в каждом промежутке времени облучения.

Средняя доза облучения определяется как:

$$D_{\text{ср.}} = P_{\text{ср.}} \cdot t,$$

где:  $P_{\text{ср.}}$  — средняя мощность дозы облучения в соответствующем слое в выбранном промежутке времени  $t$ ;

$t$  — время облучения.

Далее средняя поглощенная доза за время облучения  $t$  определяется как:

$$D_{\text{полг. ср.}} = D_{\text{ср.}} \cdot f,$$

где:  $f$  — коэффициент перехода от рентгенов к радам, зависящий от энергии излучения и рода ткани (для ткани мочевого пузыря, околопузырной клетчатки при энергии  $\gamma$ -излучения  $\text{Au}^{198}$  0,411 Мэв  $f=0,963$ ).

Наконец, общая интегральная поглощенная доза за период времени облучения  $t$  будет:

$$D_{\text{интегр. ср.}} = D_{\text{полг. ср.}} \cdot m_{\text{ср.}},$$

где:  $D_{\text{полг. ср.}}$  — средняя поглощенная доза за промежуток времени  $t$ ;

$m_{\text{ср.}}$  — средняя масса, которая облучалась в промежутке времени  $t$ , определяемая по формуле:

$$m_{\text{ср.}} = \frac{3}{5} \frac{4\pi l}{a \cdot t} \left( \frac{3}{4\pi} \right) \frac{2}{3} \left[ (v_0 + at)^{5/3} - v_0^{5/3} \right] + \frac{nl^2 \cdot 3}{a \cdot t} \left( \frac{3}{4\pi} \right)^{1/2} \left[ (v_0 + at)^{4/3} - v_0^{4/3} \right] + \frac{4\pi}{3} l^3,$$

где:  $l$  — толщина слоя, для которого определяется поглощенная и интегральная дозы;

$a$  — приращение объема в единицу времени;

$t$  — промежуток времени, за который рассчитывается величина интегральной поглощенной дозы;

$v_0$  — начальный объем источника излучения.

Средняя поглощенная доза за весь промежуток времени облучения:

$$P_{\text{полг.}} = \frac{D_{1\text{ср. полг.}} + D_{2\text{ср. полг.}} + D_{3\text{ср. полг.}}}{n},$$

где:  $n$  — число взятых промежутков времени.

Полная интегральная поглощенная доза

$$D_{\text{интегр.}} = D_{1\text{интегр.}} + D_{2\text{интегр.}} + D_{3\text{интегр.}} + \dots + D_{n\text{интегр.}}$$

В табл. 17 приведены данные о величине поглощения и интегральных поглощенных доз от  $\gamma$ -излучения при внутривенном введении коллоидного раствора радиоактивного золота активностью 100 и 150 мкюри с учетом уве-



ТАБЛИЦА 17

Величина поглощенных и интегральных поглощенных доз  $\gamma$ -излучения на поверхности мочевого пузыря и на разных расстояниях от него при внутриполостном применении коллоидного раствора радиоактивного золота активностью 100 и 150 мкюри, с учетом изменения объема источника от 50 до 200 см<sup>3</sup> в течение 4 часов

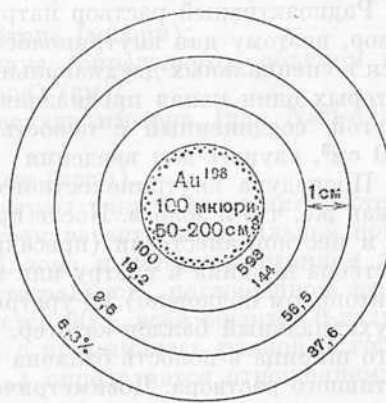
| Актив-<br>ность<br>источ-<br>ника<br>(мкю-<br>ри) | Время<br>облу-<br>чения<br>(часы) | В слое тканей от поверхности источника |                                  |                                                                                              |                                |                                  |                                                                                              |                                |                                  |                                                                                              |                                |                                  |                                                                                              |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   |                                   | 0—1,1 мм                               |                                  |                                                                                              | 0,1 см                         |                                  |                                                                                              | 1—2 см                         |                                  |                                                                                              | 2—3 см                         |                                  |                                                                                              |
|                                                   |                                   | $D_{\text{полг.ср.}}$<br>(рад)         | $m_{\text{ср.}}$<br>масса<br>(г) | $D_{\text{интегр.}}$<br>(г-рад) =<br>$D_{\text{полг.ср.}} \times$<br>$\times m_{\text{ср.}}$ | $D_{\text{полг.ср.}}$<br>(рад) | $m_{\text{ср.}}$<br>масса<br>(г) | $D_{\text{интегр.}}$<br>(г-рад) =<br>$D_{\text{полг.ср.}} \times$<br>$\times m_{\text{ср.}}$ | $D_{\text{полг.ср.}}$<br>(рад) | $m_{\text{ср.}}$<br>масса<br>(г) | $D_{\text{интегр.}}$<br>(г-рад) =<br>$D_{\text{полг.ср.}} \times$<br>$\times m_{\text{ср.}}$ | $D_{\text{полг.ср.}}$<br>(рад) | $m_{\text{ср.}}$<br>масса<br>(г) | $D_{\text{интегр.}}$<br>(г-рад) =<br>$D_{\text{полг.ср.}} \times$<br>$\times m_{\text{ср.}}$ |
| 100                                               | 1                                 | 56,8                                   | 9,25                             | 525                                                                                          | 39,2                           | 111,8                            | 4 360                                                                                        | 17,3                           | 180                              | 3 100                                                                                        | 11,1                           | 275                              | 3 180                                                                                        |
|                                                   | 2                                 | 97,4                                   | 10,71                            | 1 044                                                                                        | 68,9                           | 127,2                            | 8 740                                                                                        | 31,8                           | 196                              | 6 220                                                                                        | 20,6                           | 290                              | 5 970                                                                                        |
|                                                   | 3                                 | 130,0                                  | 12,1                             | 1 570                                                                                        | 92,7                           | 138,2                            | 12 800                                                                                       | 44,7                           | 205                              | 9 200                                                                                        | 29,4                           | 293                              | 8 664                                                                                        |
|                                                   | 4                                 | 158                                    | 13,26                            | 2 090                                                                                        | 114,0                          | 152,3                            | 17 300                                                                                       | 56,5                           | 218                              | 12 300                                                                                       | 37,6                           | 305                              | 11 468                                                                                       |
| 150                                               | 1                                 | 90,5                                   | 9,25                             | 836                                                                                          | 61,5                           | 111,8                            | 6 850                                                                                        | 26,6                           | 180                              | 4 770                                                                                        | 17,3                           | 275                              | 4 750                                                                                        |
|                                                   | 2                                 | 187,0                                  | 10,71                            | 1 680                                                                                        | 104,4                          | 127,2                            | 13 300                                                                                       | 49,6                           | 196                              | 9 700                                                                                        | 32,6                           | 290                              | 9 450                                                                                        |
|                                                   | 3                                 | 208,0                                  | 12,1                             | 2 520                                                                                        | 141,0                          | 138,2                            | 19 500                                                                                       | 70,0                           | 205                              | 14 400                                                                                       | 46,5                           | 293                              | 13 600                                                                                       |
|                                                   | 4                                 | 252,0                                  | 13,2                             | 3 330                                                                                        | 174,0                          | 152,3                            | 26 500                                                                                       | 87,5                           | 218                              | 19 100                                                                                       | 58,7                           | 305                              | 17 900                                                                                       |

лучения объема источника от 50 до 200 см<sup>3</sup> за 4 часа облучения. Суммарная поглощенная доза от β- и γ-излучения за время облучения составит:

$$D_{\text{полг.}} = D_{\text{полг.}\beta} + D_{\text{полг.}\gamma} \text{ и } D_{\text{интегр.}} = D_{\text{интегр.}\beta} + D_{\text{интегр.}\gamma}.$$

Для рассматриваемого нами случая  $D_{\text{полг.}\beta}$  за 4 часа облучения равна 435 рад и  $D_{\text{полг.}\gamma}$  за то же время — 158 рад. Такое соотношение между величинами поглощенных доз

Рис. 46. Поглощенная доза β- и γ-излучения при внутриполостном излучении радиоактивным раствором золота активностью 100 мкюри с учетом увеличения за время лечения (4 часа) объема источника от 50 до 200 см<sup>3</sup>.



от β- и γ-излучения объясняется тем, что доза от β-излучения создается только тонким слоем, окружающим сферу, причем толщина этого слоя определяется пробегом β-частиц, а доза от γ-излучения — всей активностью изотопа, заключенного в сфере. Самопоглощение для шарового источника радиусом 2—3 см, заполненного раствором с  $\rho$  (плотность) 1 г/см<sup>3</sup> для излучения с энергией 0,411 Мэв составит примерно 20%.

Таким образом, теперь можно построить карту изодозных полей, показывающую распределение энергии излучения (поглощенные дозы β- и γ-излучения) на слизистой мочевого пузыря и в окружающих его тканях при внутриполостном введении радиоактивного коллоидного раствора золота (рис. 46).

Из рис. 46 видно, что суммарная поглощенная доза от β- и γ-излучения на слизистой мочевого пузыря (в слое 0—0,11 см) равна 593 рад (435 рад от β-излучения + 158 рад от γ-излучения). В слое 1 см от источника действует только γ-излучение, поглощенная доза которого на этом

уровне составляет 114 рад, т. е. 19,2% (от дозы на поверхности слизистой). В слое тканей 1—2 см от источника поглощенная доза равна 56,5 рад (9,5%) и в слое 2—3 см—6,3% (37,6 рад).

## 2. Методика лечения и расчет доз при внутриполостном введении радиоактивного раствора натрия ( $\text{Na}^{24}$ )

Радиоактивный раствор натрия ( $\text{Na}^{24}$ ) — истинный раствор, поэтому для внутриполостного облучения применяется в специальных двухканальных баллонах-катетерах, из которых один канал предназначен для отведения мочи, а другой, соединенный с полостью баллона объемом 50—100 см<sup>3</sup>, служит для введения радиоактивного вещества.

Процедура внутриполостного введения  $\text{Na}^{24}$  примерно такая же, что и золота. После промывания мочевого пузыря и местной анестезии (пресакральная блокада, введение раствора дикаина в уретру или атропин с промедолом или пантопоном подкожно) по уретре в мочевой пузырь вводят двухканальный баллон-катетер. Затем с помощью защитного шприца в полость баллона вводят 50—100 см<sup>3</sup> радиоактивного раствора. Дозиметрический расчет облегчает то, что радиоактивный натрий вводят в баллонах, а моча выделяется, поэтому объем источника во время лечения остается постоянным. Однако малый период полураспада (15 часов) заметно снижает мощность дозы во время четырехчасовой процедуры, что всегда необходимо учитывать при дозиметрических расчетах.

Распад радиоактивного натрия (период полураспада 15,06 часа) сопровождается  $\beta$ -излучением с максимальной энергией 1,39 и 4,17 Мэв и относительным выходом на один распад соответственно 100 и 0,003%, и  $\gamma$ -излучением с энергией 4,14, 2,76 и 1,38 Мэв и относительным выходом соответственно 0,04, 100 и 100%.

При дозиметрических расчетах мы учитывали  $\beta$ -частицы и  $\gamma$ -кванты с относительным выходом 100%; 90%  $\beta$ -частиц с энергией 1,39 Мэв поглощается в слое облучаемой ткани 0,157 см с плотностью  $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ .

Расчет доз от  $\beta$ -излучения радиоактивного раствора натрия. При определении мощности дозы от  $\beta$ -излучения должно быть учтено уменьшение активности изотопа за счет распада в течение облучения, а также поглощение  $\beta$ -излучения стенками баллона. Поправ-

ки или допущения 1,3, приведенные для расчета доз от изотопа  $\text{Au}^{198}$ , остаются в силе и для радиоактивного раствора натрия.

Интегральная поглощенная доза в слизистой мочевого пузыря от  $\beta$ -излучения изотопа  $\text{Na}^{24}$  может быть определена по формуле (6), полученной путем интегрирования формулы (1):

$$D_{\text{интегр.}} = 2 \cdot 10^3 \frac{A}{r} \left( 1 - e^{-\frac{0,693 \cdot t}{T}} \right), \quad (6)$$

где:  $A$  — активность изотопа (мкюри);  
 $r$  — радиус источника (определяется объемом введенного раствора) (см);  
 $T$  — период полураспада изотопа (для  $\text{Na}^{24} = 15,06$  часа);  
 $t$  — время облучения (часы).

При выводе этой формулы учет поглощения в стенке баллона производится путем расчета интегральной поглощенной дозы в массе баллона и затем вычитанием этой величины из полной интегральной поглощенной дозы в слое, в котором поглощается 90% всей энергии  $\beta$ -излучения (плотность баллона  $\rho$  принималась равной  $1 \text{ г/см}^3$ ). Поглощенная доза ( $D_{\text{погл.}}$ ) определяется отношением:

$$D_{\text{погл.}} = \frac{D_{\text{интегр.}}}{m},$$

где:  $D_{\text{интегр.}}$  — интегральная поглощенная доза;  
 $m$  — масса облучаемой ткани, в которой поглощается энергия  $\beta$ -излучения, определяемая произведением  $v\rho$ :

$$v = \frac{3}{4} \pi (r_2^3 - r_1^3);$$

где:  $r_2$  — радиус источника + толщина слоя ткани, в котором поглощается 90%  $\beta$ -излучения (0,157 см);  
 $r_1$  — радиус источника + толщина стенки баллона (0,02 см).

На основании приведенных формул мы делали расчет поглощенных доз от  $\beta$ -излучения радиоактивного раствора натрия в условиях, наиболее близких к клиническим, для лечения опухолей мочевого пузыря.

Расчетные данные приведены в табл. 18.

Расчет доз от  $\gamma$ -излучения радиоактивного раствора натрия. Мощность дозы  $\gamma$ -излучения на

ТАБЛИЦА 18

Поглощенные и интегральные поглощенные дозы от  $\beta$ -излучения за 1, 2, 3 и 4 часа облучения при внутриполостном введении радиоактивного раствора  $\text{Na}^{24}$  активностью 100 и 150 мкюри, в объеме 50 и 150 см<sup>3</sup>, с учетом поглощения в стенках баллона и естественного распада изотопа за время лечения

| Активность источника (мкюри) | Объем источника (см <sup>3</sup> ) | Время облучения (часы) | $D$ интегр. (г-рад) | Масса облучаемой ткани $M$ (г) | $\frac{D_{\text{погл.}}}{D_{\text{интегр.}}} = \frac{m}{M}$ |
|------------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 100                          | 50                                 | 1                      | 4 245,6             | 11,2                           | 378                                                         |
|                              |                                    | 2                      | 7 482               |                                | 667                                                         |
|                              |                                    | 3                      | 11 362              |                                | 1 020                                                       |
|                              |                                    | 4                      | 14 370              |                                | 1 290                                                       |
| 100                          | 150                                | 1                      | 6 393               | 22,6                           | 570                                                         |
|                              |                                    | 2                      | 11 266              |                                | 1 000                                                       |
|                              |                                    | 3                      | 17 108              |                                | 1 530                                                       |
|                              |                                    | 4                      | 21 600              |                                | 1 930                                                       |
|                              | 50                                 | 1                      | 2 976               | 11,2                           | 109                                                         |
|                              |                                    | 2                      | 5 220               |                                | 230                                                         |
|                              |                                    | 3                      | 7 927               |                                | 350                                                         |
|                              |                                    | 4                      | 10 000              |                                | 440                                                         |
| 150                          | 150                                | 1                      | 4 441               | 22,6                           | 196                                                         |
|                              |                                    | 2                      | 7 826               |                                | 346                                                         |
|                              |                                    | 3                      | 11 884              |                                | 525                                                         |
|                              |                                    | 4                      | 15 000              |                                | 663                                                         |

поверхности источника и на разных расстояниях от него при внутриполостном применении радиоактивного натрия, как и при  $\text{Au}^{198}$ , определяется по формуле Соуттара:

$$P_i = \frac{3}{4} \frac{KA}{R^3} \left[ 2R + \frac{R^2 - d^2}{d} \ln \left( \frac{R+d}{R-d} \right) \right] \text{р/час.}$$

В табл. 19 приведены данные о мощности дозы на время введения в мочевого пузырь баллона-катетера с радиоактивным раствором натрия активностью 100 и 150 мкюри в объемах 50 и 150 см<sup>3</sup>.

В дальнейшем, учитывая короткий период полураспада натрия (15 часов), необходимо вносить поправки в значения мощности дозы в зависимости от длительности процедуры и снижения активности источника. Эти поправки делаются по формуле:

ТАБЛИЦА 19

Мощность дозы  $\gamma$ -излучения на разных расстояниях от баллона в момент введения раствора  $\text{Na}^{24}$

| Актив-<br>ность<br>источ-<br>ника<br>(мкюри) | Объем<br>источ-<br>ника<br>(см <sup>3</sup> ) | Мощность дозы               |     |                                      |      |         |    |         |    |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|-----|--------------------------------------|------|---------|----|---------|----|
|                                              |                                               | на поверх-<br>ности баллона |     | на расстоянии от поверхности баллона |      |         |    |         |    |
|                                              |                                               |                             |     | 1 см                                 |      | 2 см    |    | 3 см    |    |
|                                              |                                               |                             |     | (р/час)                              | %    | (р/час) | %  | (р/час) | %  |
| 100                                          | 50                                            | 548                         | 100 | 193                                  | 35,2 | 119     | 21 | 77      | 14 |
|                                              | 150                                           | 260                         | 100 | 126                                  | 48   | 81      | 31 | 66,3    | 25 |
| 150                                          | 50                                            | 765                         | 100 | 288                                  | 37,6 | 177     | 23 | 124     | 16 |
|                                              | 150                                           | 386                         | 100 | 189                                  | 48   | 130     | 33 | 93      | 24 |

$$A = A_0 l^{-\frac{0,693 \cdot t}{T}},$$

где:  $A$  — активность на данное время (мкюри);

$A_0$  — начальная активность (мкюри);

$l$  — основание натуральных логарифмов;

$t$  — время лечения (часы);

$T$  — период полураспада изотопа.

При использовании источника с раствором  $\text{Na}^{24}$  с начальной активностью 100 мкюри в конце первого часа облучения активность раствора будет:

$$A = A_0 l^{-\frac{0,693 \cdot 1 \text{ час}}{15 \text{ часов}}} = A_0 \cdot l^{-0,09} = A_0 \cdot 0,96 = 100 \text{ мкюри} \cdot 0,96 = 96 \text{ мкюри},$$

или 96% исходной активности. В конце второго часа — 91%, третьего часа — 87% и четвертого часа — 83%.

На рис. 47 графически показано изменение мощности дозы на поверхности баллона и на разных расстояниях от него в зависимости от уменьшения активности источника за 4 часа облучения при внутрипузырном введении раствора радиоактивного натрия с первоначальной активностью 100 мкюри в объеме 150 см<sup>3</sup>.

Определение поглощенных и интегральных доз  $\gamma$ -излучения при внутриволостном введении раствора натрия производится так же, как и поглощенных и интегральных поглощенных доз от раствора  $\text{Au}^{198}$ . Вначале кривые I, II, III, IV делятся на участки соответственно

каждому часу облучения, затем определяется средняя величина мощности дозы ( $P_{\text{ср.}}$ ) за 1 час облучения на поверхности источника и на расстоянии 1; 2 и 3 см от него:

$$P_{\text{ср.1}} = \frac{P_A + P_B}{2}; \quad P_{\text{ср.2}} = \frac{P_{A_1} + P_{B_1}}{2} \text{ и т. д.}$$

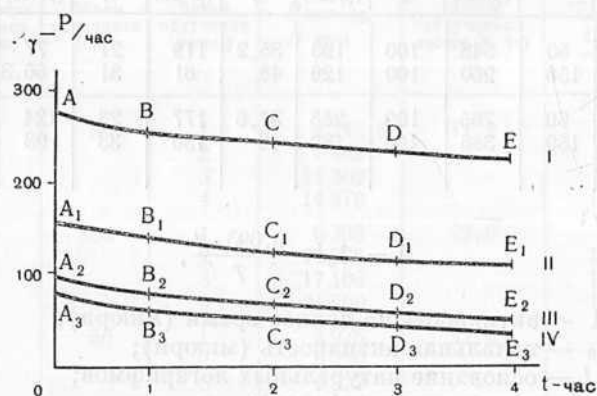


Рис. 47. Зависимость величины мощности дозы от уменьшения активности источника, связанная с естественным распадом изотопа за период облучения в 4 часа.

I — мощность дозы на поверхности баллона; II — на расстоянии 1 см от поверхности баллона; III — на расстоянии 2 см от поверхности баллона; IV — мощность дозы на расстоянии 3 см от поверхности баллона.

По оси ординат — мощность дозы; по оси абсцисс — время лечения.

Затем определяется средняя мощность дозы в слое тканей 0—1, 1—2 и 2—3 см вокруг мочевого пузыря за 1 час облучения:

$$P_{\text{ср.0-1 см}} = \frac{P_{\text{ср.1}} + P_{\text{ср.2}}}{2}; \quad P_{\text{ср.1-2 см}} = \frac{P_{\text{ср.2}} + P_{\text{ср.3}}}{2} \text{ и т. д.}$$

Средняя доза облучения ( $D_{\text{ср.}}$ ) определяется произведением средней мощности дозы ( $P_{\text{ср.}}$ ) на время облучения ( $t$ ):

$$D_{\text{ср.}} = P_{\text{ср.}} \cdot t.$$



Теперь средняя поглощенная доза ( $D_{\text{погл. ср.}}$ ) за время облучения  $t$  рассчитывается:

$$D_{\text{погл. ср.}} = D_{\text{ср.}} \cdot f,$$

где:  $D_{\text{ср.}}$  — средняя доза облучения за период времени;  
 $f$  — коэффициент перехода от рентгенов к радам;  
 для  $\text{Na}^{24}$  с энергией  $\gamma$ -излучения 2,76 Мэв и  
 плотностью тканей мочевого пузыря 1 г/см<sup>3</sup>  
 $f = 0,365$ .

Интегральная поглощенная доза ( $D_{\text{интегр.}}$ ) за период времени  $t$  определяется:  $D_{\text{интегр.}} = D_{\text{погл. ср.}} \cdot m_{\text{ср.}}$ ,

где:  $D_{\text{погл. ср.}}$  — средняя поглощенная доза за период времени  $t$ ;

$m_{\text{ср.}}$  — средняя масса, которая облучалась за период времени  $t$ .

Средняя поглощенная доза за все время облучения составит:

$$D_{\text{погл. ср.}} = \frac{D_{1\text{погл. ср.}} + D_{2\text{погл. ср.}} + D_{3\text{погл. ср.}} + \dots}{n},$$

где  $n$  — число взятых промежутков времени.

Полная интегральная поглощенная доза определяется:

$$D_{\text{интегр.}} = D_{1\text{интегр.}} + D_{2\text{интегр.}} + D_{3\text{интегр.}} + D_{n\text{интегр.}}$$

В табл. 20 приведены данные о поглощенных и интегральных поглощенных дозах  $\gamma$ -излучения на поверхности слизистой мочевого пузыря и на различных расстояниях от него, при внутривполостном применении радиоактивного раствора  $\text{Na}^{24}$  активностью 100 и 150 мкюри в объемах 50 и 150 см<sup>3</sup>, в течение 1—4 часов облучения (с учетом естественного распада изотопа).

Суммарная поглощенная доза на слизистой оболочке мочевого пузыря от  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения при внутривполостном введении раствора натрия активностью 100 мкюри в объеме 50 см<sup>3</sup> за 4 часа облучения равна:

$$D_{\Pi} = D_{\Pi\beta} + D_{\Pi\gamma} = 1290 \text{ рад} + 1920 \text{ рад} = 3210 \text{ рад.}$$

Суммарная интегральная поглощенная доза при тех же условиях равна:

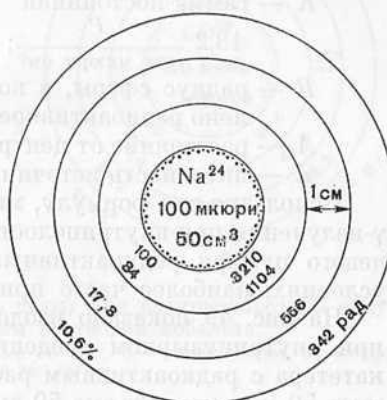
$$D_{\text{интегр.}} = D_{\text{интегр.}\beta} + D_{\text{интегр.}\gamma} = 14\,370 \text{ г-рад} + \\ + 21\,200 \text{ г-рад} = 35\,570 \text{ г-рад.}$$

Поглощенные и интегральные поглощенные дозы от  $\gamma$ -излучения при внутриполостном введении радиоактивного раствора  $\text{Na}^{24}$

| Активность источника (мкюри) | Объем источника (см <sup>3</sup> ) | Время облучения (часы) | В слое тканей от поверхности источника |                              |                          |                              |                          |                              |                          |                              |
|------------------------------|------------------------------------|------------------------|----------------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
|                              |                                    |                        | 0—0,137 см                             |                              | 0—1 см                   |                              | 1—2 см                   |                              | 2—3 см                   |                              |
|                              |                                    |                        | $D_{\text{погл.}}$ (рад)               | $D_{\text{интегр.}}$ (г-рад) | $D_{\text{погл.}}$ (рад) | $D_{\text{интегр.}}$ (г-рад) | $D_{\text{погл.}}$ (рад) | $D_{\text{интегр.}}$ (г-рад) | $D_{\text{погл.}}$ (рад) | $D_{\text{интегр.}}$ (г-рад) |
| 100                          | 50                                 | 1                      | 480                                    | 5 300                        | 326                      | 3 260                        | 139                      | 25 600                       | 85                       | 24 000                       |
|                              |                                    | 2                      | 960                                    | 10 600                       | 652                      | 7 520                        | 278                      | 51 200                       | 171                      | 48 000                       |
|                              |                                    | 3                      | 1 440                                  | 15 900                       | 978                      | 9 780                        | 417                      | 76 800                       | 256                      | 72 000                       |
|                              |                                    | 4                      | 1 920                                  | 21 200                       | 1 104                    | 13 040                       | 556                      | 102 400                      | 342                      | 96 000                       |
|                              | 150                                | 1                      | 230                                    | 5 200                        | 170                      | 30 000                       | 93                       | 27 200                       | 64                       | 26 122                       |
|                              |                                    | 2                      | 460                                    | 10 400                       | 340                      | 60 000                       | 186                      | 54 500                       | 129                      | 52 244                       |
|                              |                                    | 3                      | 690                                    | 15 600                       | 510                      | 90 000                       | 279                      | 81 600                       | 193                      | 78 356                       |
|                              |                                    | 4                      | 920                                    | 20 800                       | 680                      | 120 000                      | 372                      | 108 800                      | 258                      | 104 483                      |
| 150                          | 50                                 | 1                      | 670                                    | 7 400                        | 251                      | 44 500                       | 140                      | 41 000                       | 97                       | 39 300                       |
|                              |                                    | 2                      | 1 340                                  | 14 800                       | 502                      | 89 000                       | 280                      | 82 000                       | 194                      | 78 600                       |
|                              |                                    | 3                      | 2 010                                  | 22 200                       | 753                      | 133 500                      | 420                      | 123 000                      | 291                      | 117 900                      |
|                              |                                    | 4                      | 2 680                                  | 29 600                       | 1 004                    | 178 000                      | 560                      | 164 000                      | 388                      | 157 200                      |
|                              | 150                                | 1                      | 340                                    | 7 700                        | 450                      | 46 000                       | 203                      | 37 300                       | 132                      | 3 700                        |
|                              |                                    | 2                      | 680                                    | 15 400                       | 920                      | 92 000                       | 406                      | 74 600                       | 264                      | 74 000                       |
|                              |                                    | 3                      | 1 020                                  | 23 100                       | 1 380                    | 138 000                      | 609                      | 111 900                      | 396                      | 111 000                      |
|                              |                                    | 4                      | 1 360                                  | 30 800                       | 1 840                    | 184 000                      | 812                      | 149 200                      | 528                      | 148 000                      |

На рис. 48 показано дозное поле (поглощенная доза  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения) при внутриполостном введении баллона-катетера с радиоактивным раствором  $\text{Na}^{24}$ . Как видно из рисунка, суммарная поглощенная доза от  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения на слизистой мочевого пузыря (в слое 0—0,137 см) достигает 3210 рад (1290 рад от  $\beta$ -излучения и 1920 рад от  $\gamma$ -излучения). Большая поглощенная доза от раствора  $\text{Na}^{24}$  объясняется более высокой, чем у радиоактивного золота, энергией  $\beta$ - и  $\gamma$ -частиц. В слое 0,137—1 см, где уже дейст-

Рис. 48. Дозное поле (средняя поглощенная доза  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения) при внутриполостном облучении радиоактивным раствором натрия активностью 100 мкюри в объеме 50 см<sup>3</sup> (время облучения 4 часа) с учетом естественного распада.



вует только  $\gamma$ -излучение, поглощенная доза составляет 1104 рад, т. е. 34% (от дозы на поверхности слизистой). В слое тканей 1—2 см от источника поглощения доза равна 556 рад (17,3%) и в слое 2—3 см 342 рад (10,6%).

### 3. Методика лечения и расчет доз при внутриполостном применении радиоактивного раствора кобальта ( $\text{Co}^{60}$ )

Для терапевтических целей при раке мочевого пузыря мы применяли и радиоактивный раствор кобальта активностью от 30 до 80 мкюри в объеме 50—100 см<sup>3</sup>. Методика введения его такая же, как и  $\text{Na}^{24}$ .

Изотоп  $\text{Co}^{60}$  представляет собой  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучатель с периодом полураспада 5,3 года, максимальной энергией  $\beta$ -излучения 0,306 Мэв и относительным выходом 100% на распад. Энергия  $\gamma$ -квантов равна 1,33 и 1,17 Мэв, оба со 100% выходом на распад;  $\beta$ -частицы с максимальной энергией 0,306 Мэв имеют максимальный пробег в ткани с

плотностью 1 г/см<sup>3</sup> 0,08 см. Поскольку 90% β-частиц поглощаются в баллоне, то изотоп Co<sup>60</sup> при указанной методике рассматривается как чистый γ-излучатель.

Расчет мощности дозы γ-излучения производится по формуле, предложенной Соуттаром:

$$P_{\gamma} = \frac{3}{4} \frac{KA}{R^3} \left[ 2R + \frac{R^2 - d^2}{d} \ln \left( \frac{R + d}{R - d} \right) \right] \text{р/час},$$

где:  $P_{\gamma}$  — мощность дозы;

$K$  — гамма-постоянная изотопа для Co<sup>60</sup> —  
13,2  $\frac{\text{час мюри см}^2}{\text{P}}$ ;

$R$  — радиус сферы, в которой равномерно распределено радиоактивное вещество (см);

$A$  — расстояние от центра сферы (см);

$d$  — активность источника (мюри).

Используя эту формулу, мы рассчитали мощность дозы γ-излучения при внутриполостном облучении опухолей мочевого пузыря радиоактивным раствором кобальта при условиях, наиболее часто применяемых в клинике.

На рис. 49 показано изодозное поле (мощность дозы) при внутрипузырном введении двухканального баллоникатетера с радиоактивным раствором кобальта активностью 50 мюри в объеме 50 см<sup>3</sup> (а) и 150 см<sup>3</sup> (б).

Сравнительные данные мощности дозы γ-излучения на разных расстояниях от источника в зависимости от объема и активности приведены в табл. 21.

ТАБЛИЦА 21

Мощность дозы γ-излучения на разных расстояниях от источника при внутриполостном применении радиоактивного раствора кобальта активностью 50 и 100 мюри в объеме 50 и 150 см<sup>3</sup>

| Актив-<br>ность<br>источ-<br>ника<br>(мюри) | Объем<br>источ-<br>ника<br>(см <sup>3</sup> ) | Мощность дозы               |     |                                      |      |         |      |         |      |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|-----|--------------------------------------|------|---------|------|---------|------|
|                                             |                                               | на поверх-<br>ности баллона |     | на расстоянии от поверхности баллона |      |         |      |         |      |
|                                             |                                               |                             |     | 1 см                                 |      | 2 см    |      | 3 см    |      |
|                                             |                                               | (р/час)                     | %   | (р/час)                              | %    | (р/час) | %    | (р/час) | %    |
| 50                                          | 50                                            | 189,5                       | 100 | 67,2                                 | 35,4 | 41,2    | 21,7 | 36      | 19   |
|                                             | 150                                           | 90,4                        | 100 | 42,4                                 | 46,9 | 23,2    | 25,6 | 21,9    | 24,2 |
| 100                                         | 50                                            | 379                         | 100 | 143                                  | 35   | 85      | 22,4 | 79      | 20   |
|                                             | 150                                           | 171                         | 100 | 75                                   | 45,8 | 46,7    | 27   | 44      | 25   |

Из табл. 21 видно, что при использовании раствора активностью 50 мкюри в объеме  $50 \text{ см}^3$  мощность дозы на расстоянии 1 см от баллона падает со 189,5 до 67,2 р/час, т. е. на 65%, а на расстоянии 2—3 см — соответственно на 78,3 и 81%.

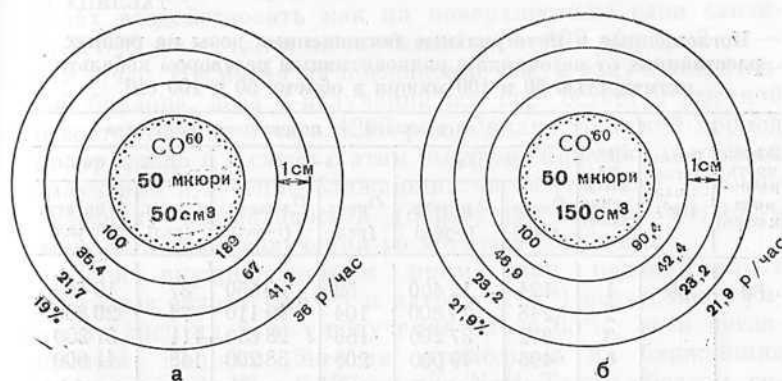


Рис. 49. Дозное поле (мощность дозы) при внутриполостном облучении радиоактивным раствором кобальта.  
а — активностью 50 мкюри в объеме  $50 \text{ см}^3$ ; б — активностью 50 мкюри в объеме  $150 \text{ см}^3$ .

При увеличении объема источника до  $150 \text{ см}^3$  (при той же активности — 50 мкюри) мощность дозы на поверхности баллона снижается от 189,5 до 90,4 р/час, т. е. на 57,7%, а на расстоянии 1, 2 и 3 см — соответственно на 37, 45 и 40%, т. е. значительно меньше, чем в первом случае.

При этом отмечается увеличение процентной глубинной дозы на 11,5% на расстоянии 1 см и на 5% на расстоянии 2 и 3 см от края баллона.

Необходимо отметить, что увеличение активности источника без изменения его объема ведет к пропорциональному повышению мощности дозы как на поверхности баллона, так и на разных расстояниях от него, однако процентная глубинная доза остается одинаковой.

Поглощенные и интегральные поглощенные дозы от  $\gamma$ -излучения радиоактивного кобальта определяются по тем же формулам и таблицам, что и дозы от раствора радиоактивного золота и натрия.

В табл. 22 приведены данные о поглощенных и интегральных поглощенных дозах  $\gamma$ -излучения на разных расстояниях от источника при внутриполостном введении радиоактивного раствора кобальта активностью 50 и 100 мкюри в объеме 50 и 150 см<sup>3</sup> за каждый час.

ТАБЛИЦА 22

Поглощенные и интегральные поглощенные дозы на разных расстояниях от источника с радиоактивным раствором кобальта активностью 50 и 100 мкюри в объеме 50 и 100 см<sup>3</sup>

| Актив-<br>ность<br>источ-<br>ника<br>(мкюри) | Объем<br>источ-<br>ника<br>(см <sup>3</sup> ) | Вре-<br>мя<br>облу-<br>чения<br>(часы) | В слое тканей от поверхности источника |                                 |                             |                                 |                             |                                 |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
|                                              |                                               |                                        | 0—1 см                                 |                                 | 1—2 см                      |                                 | 2—3 см                      |                                 |
|                                              |                                               |                                        | $D_{\text{погл.}}$<br>(рад)            | $D_{\text{интегр.}}$<br>(г-рад) | $D_{\text{погл.}}$<br>(рад) | $D_{\text{интегр.}}$<br>(г-рад) | $D_{\text{погл.}}$<br>(рад) | $D_{\text{интегр.}}$<br>(г-рад) |
| 50                                           | 50                                            | 1                                      | 124                                    | 12 400                          | 52                          | 9 550                           | 37                          | 10 400                          |
|                                              |                                               | 2                                      | 248                                    | 24 800                          | 104                         | 19 110                          | 74                          | 20 800                          |
|                                              |                                               | 3                                      | 372                                    | 37 200                          | 156                         | 28 650                          | 111                         | 31 200                          |
|                                              |                                               | 4                                      | 496                                    | 49 600                          | 208                         | 38 200                          | 148                         | 41 600                          |
|                                              | 150                                           | 1                                      | 64                                     | 11 400                          | 32                          | 9 400                           | 43,5                        | 9 500                           |
|                                              |                                               | 2                                      | 128                                    | 22 800                          | 64                          | 18 800                          | 47,0                        | 19 000                          |
|                                              |                                               | 3                                      | 192                                    | 34 200                          | 96                          | 28 200                          | 70,5                        | 28 500                          |
|                                              |                                               | 4                                      | 256                                    | 45 600                          | 128                         | 37 600                          | 94,0                        | 38 000                          |
| 100                                          | 50                                            | 1                                      | 250                                    | 25 000                          | 110                         | 20 200                          | 79                          | 22 000                          |
|                                              |                                               | 2                                      | 500                                    | 50 000                          | 220                         | 40 400                          | 158                         | 44 000                          |
|                                              |                                               | 3                                      | 750                                    | 75 000                          | 330                         | 60 600                          | 237                         | 66 000                          |
|                                              |                                               | 4                                      | 1 000                                  | 100 000                         | 440                         | 80 800                          | 316                         | 88 000                          |
|                                              | 150                                           | 1                                      | 119                                    | 21 000                          | 59                          | 17 300                          | 43,5                        | 17 500                          |
|                                              |                                               | 2                                      | 238                                    | 42 000                          | 118                         | 34 600                          | 87,0                        | 35 000                          |
|                                              |                                               | 3                                      | 357                                    | 63 000                          | 177                         | 51 900                          | 130,5                       | 52 500                          |
|                                              |                                               | 4                                      | 476                                    | 84 000                          | 236                         | 62 200                          | 174,0                       | 70 000                          |

Таким образом, внутриполостное облучение радиоактивными растворами с крутым уменьшением дозы на расстоянии 1—1,5 см от источника позволяет создать хорошую интенсивность облучения непосредственно в области очага поражения без увеличения лучевой нагрузки на окружающие нормальные ткани.

Однако при определении показаний необходимо помнить о том, что при распаде радиоактивного золота 95% всей энергии излучения образуется за счет  $\beta$ -частиц, что вся доза  $\beta$ -излучения (435 рад) поглощается слоем тканей мочевого пузыря толщиной не более 1,1 мм. Воздействие  $\gamma$ -излучения на слизистую оболочку мочевого

пузыря и подлежащие ткани вследствие малой энергии  $\gamma$ -частиц радиоактивного золота довольно незначительно (71 р/час на слизистой пузыря за первый час и 28 р/час за четвертый час облучения, т. е. 158 рад за 4 часа). И наоборот, большая энергия излучения радиоактивного раствора натрия позволяет интенсивно и в больших дозах воздействовать как на поверхностные слои слизистой 548 р/час, так и на глубине 1 см — 193 р/час и 2 см — 119 р/час. Несмотря на поглощение части излучения стенкой баллона, доза  $\beta$ -излучения все еще остается высокой и составляет за 4 часа 1290 рад. Однако короткий период полураспада и в связи с этим быстрое снижение мощности излучения в течение ближайших часов снижают терапевтическую эффективность (образуется неравномерность мощности дозы излучения во времени облучения).

При внутриполостном применении радиоактивных растворов золота ( $\text{Au}^{198}$ ) и натрия ( $\text{Na}^{24}$ ) вследствие суммации энергии  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения около 65% всей поглощенной тканями энергии приходится на ближайшие 0,11 см для  $\text{Au}^{198}$  и 0,137 см для  $\text{Na}^{24}$ . Таким образом, создается большой интервал между поглощенной дозой в опухоли и окружающих здоровых тканях.

Применение раствора радиоактивного кобальта с периодом полураспада 5,3 года и гомогенным  $\gamma$ -излучением исключает все указанные недостатки. Преимуществом радиоактивного кобальта является и то, что мочевого пузыря можно облучать дозой определенной мощности, которая не меняется во время всего курса лечения. Однако при лечении истинными радиоактивными растворами увеличивается риск радиоактивного загрязнения больного, лаборатории и инструментов.

#### 4. Методика лечения и расчет доз при внутриполостном введении радиоактивных бус $\text{Co}^{60}$

Наряду с положительными моментами внутриполостное введение радиоактивных растворов золота, натрия и кобальта имеет недостатки: быстрое уменьшение мощности дозы во время облучения раствором натрия; риск радиоактивного загрязнения больного, лаборатории и инструментов при облучении раствором кобальта и др. Во избежание этих недостатков и для сохранения положительных сторон метода при внутриполостном облучении



опухолей мочевого пузыря мы применяли радиоактивные бусы  $\text{Co}^{60}$  диаметром 0,6 см, изготовленные из металлического кобальта, на который гальваническим путем нанесен слой никеля или золота толщиной 1 микрон. Этого покрытия достаточно для поглощения очень мягкого (0,3 Мэв)  $\beta$ -излучения кобальта. В центре каждой бусинки имеется

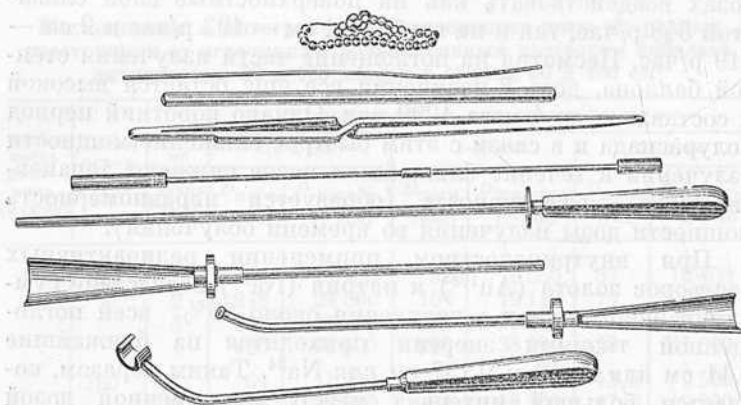


Рис. 50. Набор инструментов для внедрения радиоактивных бус  $\text{Co}^{60}$ .

отверстие 1,5 мм для проведения нити. Промышленность изготавливает бусы разной активности: 1,5, 2, 2,5, 3, 5 и 8 мкюри.

Мы в своей практике пользовались бусами активностью 2, 3 и 5 мкюри. Приготовление нити с шаровидными источниками излучения и введение их в полость мочевого пузыря производится с помощью специального набора инструментов, в который входят (рис. 50): два контейнера с гнездами, в одном из них расположены радиоактивные источники, в другом — бутафория из плексигласа; длинная игла (15—20 см) с ушком для продергивания нити, зажатая на концах клеммами подставки; специальный пинцет для захвата шариков; две металлические трубки с воронкообразным раструбом на конце диаметром 0,8 см — одна прямая для женской уретры и другая изогнутая — для мужской; металлический мандрен с мягким наконечником, который после введения трубки в мочевой пузырь извлекают; интродуктор, при помощи которого проталкивается нить с бусами, держатель трубки, созда-

ющий дистанцию (20—25 см) для рук во время внедрения нити с бусами.

Для приготовления радиоактивной нити дистанционным пинцетом из контейнера берут по одному шаровидному источнику и нанизывают на иглу, в ушко которой продернута нить. В зависимости от заданной мощности дозы



Рис. 51. Положение врача и медицинской сестры во время введения радиоактивных бус  $\text{Co}^{60}$ .

на иглу нанизывают одни активные шаровидные источники или активные чередуются с неактивными бусами. Такое чередование дает возможность в нужном направлении изменять не только активность применяемого изотопа, но и объем излучателя. После того как на иглу нанизано необходимое число бус, их пинцетом передвигают на шелковую нить. Такая нить с бусами считается пригодной для введения только после стерилизации.

После внутримышечного введения атропина с промедолом больного укладывают на процедурный стол в радиоманипуляционной комнате. По уретре в мочевой пузырь вводят специально изогнутую на конце металлическую трубку с мандреном (рис. 51), который извлекают и выпускают остаточную мочу. Из контейнера дистанционным (50 см) пинцетом берут нить с радиоактивными бусами,

обрабатывают ее вазелином и опускают на воронкообразный раструб введенной в мочевой пузырь металлической трубки и проталкивают с помощью интродуктора через металлическую трубку в мочевой пузырь. После этого интродуктор извлекают, а затем из мочевого пузыря осторожно извлекают и металлическую трубку. Конец нити фиксируют лейкопластырем к телу больного. Для постоянного оттока мочи во время облучения в мочевой пузырь вводят мягкий резиновый катетер. Больного переводят из радиоманипуляционной в специальную зарядовую палату. Металлическую трубку, мандрен, интродуктор промывают и стерилизуют кипячением. По истечении времени облучения источники излучения извлекают легким потягиванием за конец нити, выведенной из мочеиспускательного канала. Нить с бусами промывают и укладывают в защитный контейнер или сейф.

Для определения дозы излучения при внутриполостном введении радиоактивных бус Becker и Scheer (1953) предложили таблицу (см. табл. 7), в которой указывается время, необходимое для достижения дозы, выраженной в рентгенах, количество активных бус. По этой таблице можно рассчитать дозу, мощность дозы только на слизистой мочевого пузыря. Таблица не дает представления о распределении энергии излучения за пределами слизистой мочевого пузыря. Кроме того, авторы таблицы не учитывают объем, занимаемый источником, от которого зависит мощность дозы и величина процентной глубинной дозы.

При введении в мочевой пузырь радиоактивных бус с постоянным дренированием мочи резиновым катетером мочевой пузырь принимает сферическую форму с таким объемом, который занимают шаровидные источники (рис. 52). Если определить объем, который занимает конгломерат бус (активных и неактивных), то по формуле, предложенной Соуттаром, можно рассчитать мощность дозы на любом расстоянии от объемного источника любой активности, т. е. любого числа активных бус.

Экспериментально путем определения количества жидкости, вытесненной введенными бусами при внутриполостном лечении, мы установили, что объем  $10 \text{ см}^3$  занимает источник, состоящий из 40 бус (активных и неактивных),  $20 \text{ см}^3$  — из 80,  $30 \text{ см}^3$  — из 120 бус.

Обычно для терапевтических целей применяют объемный источник общей активностью 30, 50 и 80 мкюри. Имея

бусы активностью 1, 1,5, 2, 3 и 5 мкюри, а также неактивные бусы, мы легко составляли источник необходимой активности и объема.

Например, для изготовления источника активностью 30 мкюри в объеме 10 см<sup>3</sup> (т. е. из 40 бусинок) нужно взять 20 активных бус по 1,5 мкюри или 15 активных бус по 2 мкюри, или же 10 активных бус по 3 мкюри и чередовать их при нализывании на нить с 20, 25, 30 неактивными бусами. Расчет мощности дозы:

$A$  — общая активность источника = 30 мкюри;

$K$  — гамма-постоянная  $Co^{60}$  = 13,2 р/час мкюри см<sup>2</sup>;

$v$  — объем источника = 10 см<sup>3</sup>.

$$R^3 = \frac{v}{4,187} = \frac{10 \text{ см}^3}{4,187} = 2,39, \text{ отсюда } R = \sqrt[3]{2,39} = 1,33 \text{ см.}$$

Подставив эти значения в формулу:

$$P_{\gamma} = \frac{3}{4} \frac{KA}{R^3} \left[ 2R + \frac{R^2 - d^2}{d} \ln \left( \frac{R+d}{R-d} \right) \right],$$

определяем:

1. Мощность дозы ( $P_{\gamma}$ ) на поверхности источника (при  $d=R$ ), т. е. на слизистой мочевого пузыря:

$$P_{\gamma d=1,33 \text{ см}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{13,2 \cdot 30}{2,39} [2 \cdot 1,33] = 124,2 \cdot 2,66 = 330 \text{ р/час.}$$

2. Мощность дозы на расстоянии 1 см от поверхности источника (при  $d=R+1 \text{ см}=2,33 \text{ см}$ ):

$$P_{\gamma d=2,33 \text{ см}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{13,2 \cdot 30}{2,39} \left[ 2 \cdot 1,33 + \frac{1,33^2 - 2,33^2}{2,33} \ln \left( \frac{1,33 + 2,33}{1,33 - 2,33} \right) \right] = 124,2 \cdot 0,73 = 89,4 \text{ р/час (27\%).}$$

3. Мощность дозы на расстоянии 2 см от поверхности источника (при  $d=3,33 \text{ см}$ ):

$$P_{\gamma} = 124,2 \cdot (2,66 - 2,8 \cdot 0,83) = 124,2 \cdot 0,35 = 42,2 \text{ р/час (13,0\%).}$$

4. Мощность дозы на расстоянии 3 см от поверхности источника (при  $d=4,33 \text{ см}$ ):

$$P_{\gamma d=4,33} = 124,2(2,66 - 3,92 \cdot 0,64) = 124,2 - 0,23 = 29,7 \text{ р/час (9\%).}$$

Вид дозного поля при описанных условиях представлен на рис. 53. Из рисунка видно, что мощность дозы уже на расстоянии 1 см от источника снижается с 330 до 89,4 р/час, т. е. на 73%, на расстоянии 2 см — на 87% и на расстоянии 3 см — на 91%.

Мы уже указывали, что применение шаровидных источников позволяет путем чередования активных и неактивных бус увеличивать объем излучателя, не нарушая заданной активности.

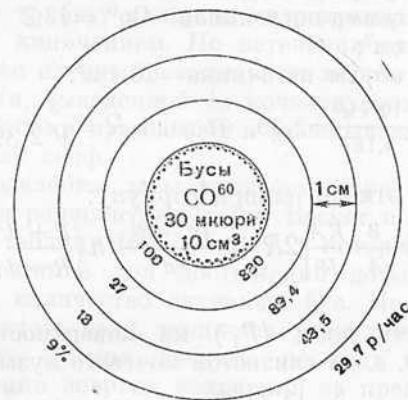


Рис. 53. Дозное поле при внутриполостном введении радиоактивных бус  $\text{Co}^{60}$  активностью 30 мкюри в объеме  $10 \text{ см}^3$  (40 бус).

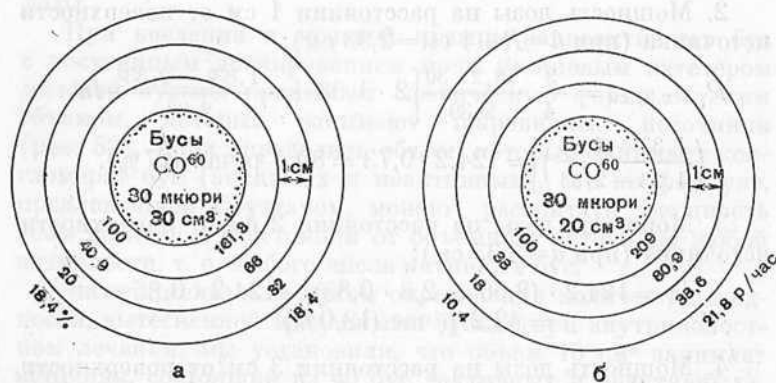


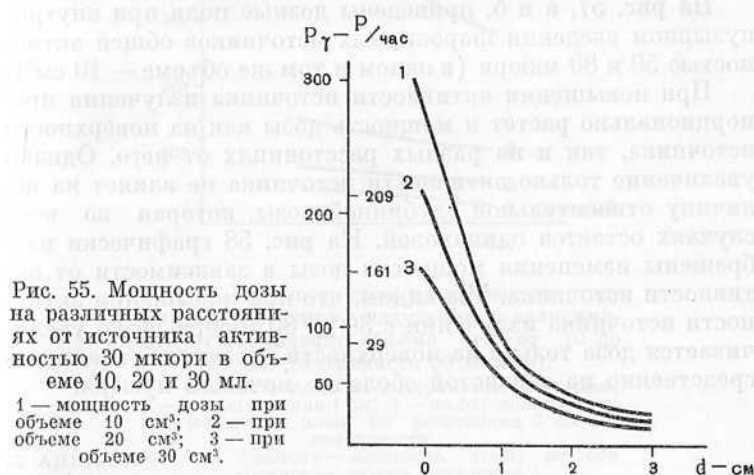
Рис. 54. Дозное поле при внутриполостном облучении шаровидными источниками активностью.

а — 30 мкюри в объеме  $30 \text{ см}^3$ ; б — 30 мкюри в объеме  $20 \text{ см}^3$ .

На рис. 54, а и б, приведены дозные поля при внутрипузырном введении радиоактивных бус  $\text{Co}^{60}$  активностью 30 мкюри в объеме 20 и 30  $\text{см}^3$ .

В графическом изображении мощность дозы на разных расстояниях от источника представлена на рис. 55.

Из рисунка видно, что мощность дозы претерпевает значительные изменения. В объеме 10  $\text{см}^3$  доза падает на 73 %, в объеме 20  $\text{см}^3$  — на 62 %, в объеме 30  $\text{см}^3$  — на 59 %



в основном на расстоянии до 1 см от источника излучения, причем наиболее резкое снижение мощности дозы наблюдается от источника с меньшим объемом.

В табл. 23 показан характер распределения энергии излучения от шаровидных источников при одной и той же активности в зависимости от объема источника.

По мере увеличения объема источника с 10 до 30  $\text{см}^3$  (при одной и той же активности) мощность дозы снижается с 330 до 161,3 р/час, т. е. на 52 % у поверхности источника и на 27 % на расстоянии 1 см, но относительная глубинная доза при этом увеличивается до 13 % на расстоянии 1 см, до 7 % на расстоянии 2 см и до 3 % на расстоянии 3 см от источника.

На рис. 56 графически изображены изменения мощности дозы в зависимости от объема источника.

При увеличении объема источника (при одной и той же активности) наибольшие изменения претерпевает

мощность дозы на поверхности источника (т. е. на слизистой оболочке мочевого пузыря), на расстоянии 1, 2 и 3 см не отмечается резкого уменьшения мощности дозы.

При внутриполостной терапии шаровидными источниками излучения изменения мощности дозы можно добиться не только увеличивая объем источника, но и изменяя его активность (увеличивая или уменьшая число активных бус или же применяя бусы разной активности).

На рис. 57, а и б, приведены дозные поля при внутрипузырном введении шаровидных источников общей активностью 50 и 80 мкюри (в одном и том же объеме — 10 см<sup>3</sup>).

При повышении активности источника излучения пропорционально растет и мощность дозы как на поверхности источника, так и на разных расстояниях от него. Однако увеличение только активности источника не влияет на величину относительной глубинной дозы, которая во всех случаях остается одинаковой. На рис. 58 графически изображены изменения мощности дозы в зависимости от активности источника. Мы видим, что при повышении активности источника излучения с 30 до 80 мкюри резко увеличивается доза только на поверхности источника, т. е. непосредственно на слизистой оболочке мочевого пузыря.

ТАБЛИЦА 23

Мощность дозы и процентной глубинной дозы на разных расстояниях от шаровидных источников в зависимости от объема источника излучения

| Актив-<br>ность<br>источ-<br>ника<br>(мкюри) | Объем<br>источ-<br>ника<br>(см <sup>3</sup> ) | Мощность дозы               |     |                                        |      |         |    |         |      |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|-----|----------------------------------------|------|---------|----|---------|------|
|                                              |                                               | на поверхности<br>источника |     | на расстоянии от поверхности источника |      |         |    |         |      |
|                                              |                                               |                             |     | 1 см                                   |      | 2 см    |    | 3 см    |      |
|                                              |                                               | (р/час)                     | %   | (р/час)                                | %    | (р/час) | %  | (р/час) | %    |
| 30                                           | 10                                            | 330                         | 100 | 89,4                                   | 27   | 43,5    | 13 | 29,7    | 9    |
|                                              | 20                                            | 209                         | 100 | 80,9                                   | 38   | 38,6    | 18 | 21,8    | 10,4 |
|                                              | 30                                            | 161,3                       | 100 | 66                                     | 40,9 | 32,3    | 20 | 18,4    | 12   |
|                                              |                                               |                             | 48  |                                        | 73   |         | 73 |         | 73   |
| 50                                           | 10                                            | 550                         | 100 | 149                                    | 27   | 72      | 13 | 49,6    | 9    |
|                                              | 20                                            | 371,9                       | 100 | 143,9                                  | 38   | 68,6    | 18 | 38,7    | 10,4 |
|                                              | 30                                            | 298                         | 100 | 110                                    | 40,9 | 53,9    | 20 | 30,8    | 12   |
| 80                                           | 10                                            | 880                         | 100 | 238                                    | 27   | 115     | 13 | 78,4    | 9    |
|                                              | 20                                            | 594                         | 100 | 230                                    | 38   | 108,7   | 18 | 61,9    | 10,4 |
|                                              | 30                                            | 430                         | 100 | 176                                    | 40,9 | 86      | 20 | 49      | 12   |



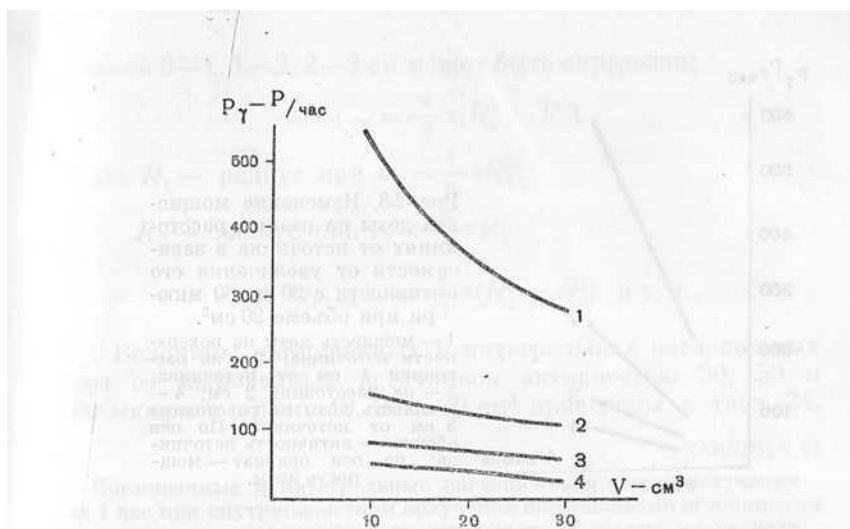


Рис. 56. Мощность дозы на разных расстояниях от источника излучения в зависимости от увеличения объема его от 10 до 30 см<sup>3</sup> (активность 50 мкюри).

1 — мощность дозы на поверхности источника; 2 — на расстоянии 1 см; 3 — на расстоянии 2 см; 4 — мощность дозы на расстоянии 3 см от поверхности.

По оси ординат — мощность дозы; по оси абсцисс — объем источника.

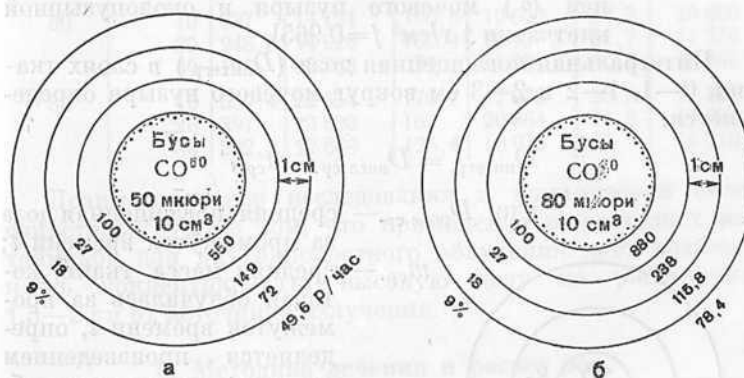


Рис. 57. Дозное поле при внутриполостном введении радиоактивных бус в объеме 10 см<sup>3</sup>.

а — активностью 50 мкюри; б — активностью 80 мкюри.

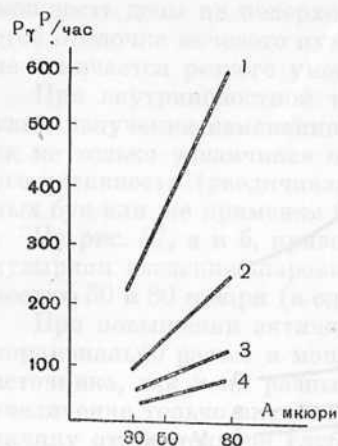


Рис. 58. Изменение мощности дозы на разных расстояниях от источника в зависимости от увеличения его активности с 30 до 80 мкюри при объеме 20 см<sup>3</sup>.

1 — мощность дозы на поверхности источника; 2 — на расстоянии 1 см от источника; 3 — на расстоянии 2 см; 4 — мощность дозы на расстоянии 3 см от источника. По оси абсцисс — активность источника; по оси ординат — мощность дозы.

Средняя поглощенная доза ( $D_{\text{полг. ср.}}$ ) в слоях тканей 0—1, 1—2 см и т. д. вокруг мочевого пузыря определяется:

$$D_{\text{полг. ср.}} = D_{\text{ср.}} \cdot f,$$

где:  $D_{\text{ср.}}$  — средняя доза облучения за промежуток времени  $t$ ;

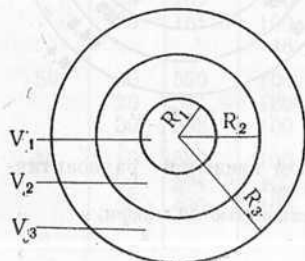
$f$  — коэффициент перехода от рентгенов к радам [для  $\text{Co}^{60}$  с энергией 1,33 Мэв и плотности тканей ( $\rho$ ) мочевого пузыря и околопузырной клетчатки 1 г/см<sup>3</sup>  $f=0,965$ ].

Интегральная поглощенная доза ( $D_{\text{интегр.}}$ ) в слоях тканей 0—1, 1—2 и 2—3 см вокруг мочевого пузыря определяется:

$$D_{\text{интегр.}} = D_{\text{полг. ср.}} \cdot m_{\text{ср.}}$$

где:  $D_{\text{полг. ср.}}$  — средняя поглощенная доза за промежуток времени  $t$ ;

$m_{\text{ср.}}$  — средняя масса ткани, которая облучалась за промежуток времени  $t$ , определяется произведением  $v\rho$ , где:  $\rho$  — плотность облучаемых тканей — 1 г/см<sup>3</sup>;  $v$  — объем облучаемых тканей; при источнике в виде шара объем в слое



тканей 0—1, 1—2, 2—3 см может быть определен:

$$v_{0-1 \text{ см}} = \frac{4}{3} \pi (R_1^3 - R_2^3),$$

где:  $R_1$  — радиус при  $v_1 = \frac{4}{3} \pi R_1^3$ ;

$R_2$  — радиус при  $v_2 = \frac{4}{3} \pi R_2^3$

$$v_{1-2 \text{ см}} = \frac{4}{3} \pi (R_2^3 - R_3^3) \text{ и т. д.}$$

Величины поглощенных и интегральных поглощенных доз от шаровидных источников активностью 30, 50 и 80 мкюри в объеме 10, 20 и 30 см<sup>3</sup> приведены в табл. 24.

ТАБЛИЦА 24

Поглощенные и интегральные поглощенные дозы  $\gamma$ -излучения за 1 час при внутриполостном облучении шаровидными источниками излучения в зависимости от активности и объема излучателя

| Активность источника (мкюри) | Объем источника (см <sup>3</sup> ) | В слое тканей от поверхности источника |                                 |                             |                                 |                             |                                 |
|------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
|                              |                                    | 0—1 см                                 |                                 | 1—2 см                      |                                 | 2—3 см                      |                                 |
|                              |                                    | $D_{\text{погл.}}$<br>(рад)            | $D_{\text{интегр.}}$<br>(г-рад) | $D_{\text{погл.}}$<br>(рад) | $D_{\text{интегр.}}$<br>(г-рад) | $D_{\text{погл.}}$<br>(рад) | $D_{\text{интегр.}}$<br>(г-рад) |
| 30                           | 10                                 | 202,3                                  | 8 496,6                         | 64                          | 6 400                           | 36,3                        | 6 679                           |
|                              | 20                                 | 139,8                                  | 8 388                           | 57,6                        | 7 372                           | 29,1                        | 6 404                           |
|                              | 30                                 | 109,6                                  | 8 548,8                         | 47,3                        | 6 733,9                         | 24,4                        | 6 197,6                         |
| 50                           | 10                                 | 337                                    | 14 154                          | 106,6                       | 10 660                          | 58,7                        | 10 800                          |
|                              | 20                                 | 248,8                                  | 14 928                          | 102,4                       | 13 107                          | 51,7                        | 11 374                          |
|                              | 30                                 | 196                                    | 15 288                          | 79                          | 11 297                          | 40,8                        | 10 365                          |
| 80                           | 10                                 | 539,4                                  | 22 654                          | 170,7                       | 17 070                          | 93,8                        | 17 259                          |
|                              | 20                                 | 397                                    | 23 820                          | 163                         | 20 864                          | 81,8                        | 17 996                          |
|                              | 30                                 | 292,3                                  | 22 889                          | 126,4                       | 18 075                          | 65                          | 16 510                          |

Дозиметрические исследования и клинический опыт свидетельствуют о том, что применение шаровидных источников для внутриполостного облучения дает возможность концентрировать высокую дозу на расстоянии 1,5—2 см от источника излучения.

#### 5. Методика лечения и расчет доз при внутриполостном применении макросуспензии $\text{Co}^{60}$

Методика применения макросуспензии представляет собой модификацию известного метода заполнения радиоактивными растворами резиновых баллонов, введенных

в полостные органы. Только раствор здесь заменен суспензией, которая содержит в себе шарики из  $\text{Co}^{60}$  диаметром 2 мм. Желеобразное состояние жидкости позволяет удерживать шарики все время во взвешенном состоянии. Такая методика способствует сохранению всех преимуществ лечения радиоактивными растворами и гарантирует от радиоактивного загрязнения.

Для лечения объемными источниками (макросуспензия) изготавливаются комплекты шариков по 40, 60, 80 мкю-

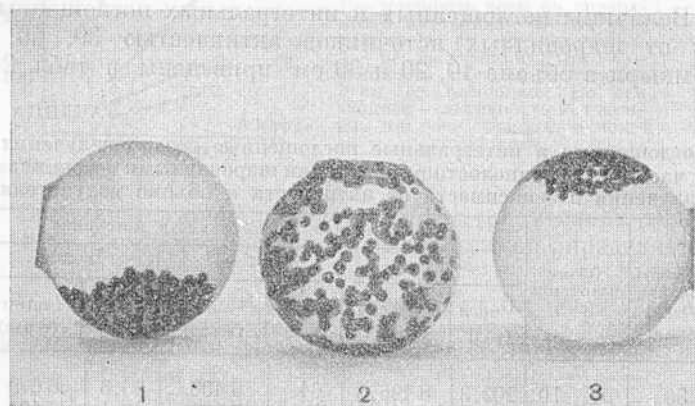


Рис. 59. Макросуспензия  $\text{Co}^{60}$  в желеобразной взвеси.

1 — удельный вес взвеси меньше удельного веса шариков  $\text{Co}^{60}$ ;  
2 — удельный вес взвеси и шариков  $\text{Co}^{60}$  одинаков; 3 — удельный вес взвеси больше удельного веса шариков  $\text{Co}^{60}$ .

ри, которые фасуются в маленьких стеклянных флаконах. Фасовку производят по весу шариков. Желеобразную взвесь, в которой находятся шаровидные источники, изготавливают из гуммиарабика с прибавлением к нему глицерина и воды. При большом количестве радиоактивных источников (1600 на  $100 \text{ см}^3$  взвеси) достигается равномерное распределение их во взвеси и равномерное распределение доз в облучаемой полости. При изменении соотношения гуммиарабика, воды и глицерина увеличивается или уменьшается удельный вес взвеси, что приводит к оседанию или всплытию шариков (рис. 59).

Макросуспензию нагнетают в резиновый баллон, который предварительно вводят в полость мочевого пузыря (рис. 60).

При введении макросуспензий в мочевой пузырь большое значение имеет предварительная подготовка больного. Во время пребывания в клинике больному периодически промывают мочевой пузырь и прямую кишку. В день про-

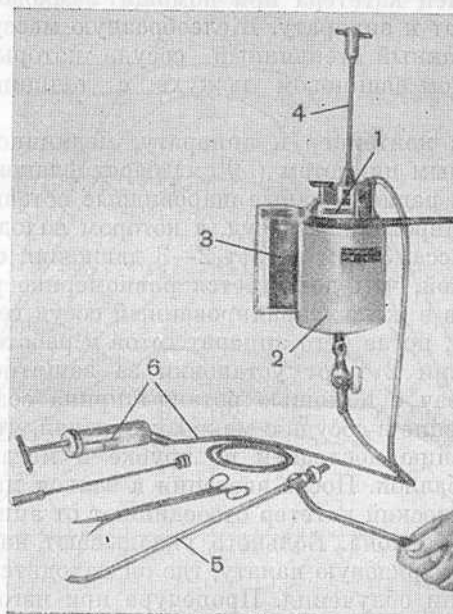


Рис. 61. Аппарат для введения макросуспензии  $\text{Co}^{60}$ .

1 — стеклянный сосуд для макросуспензии; 2 — свинцовый экран сосуда; 3 — зеркало; 4 — металлический зонд-спираль для размещения макросуспензии; 5 — металлический катетер, по которому в баллон нагнетают макросуспензию; 6 — ротанд-шприц и резиновая трубка, посредством которых в сосуде создается давление воздуха, перегоняющее макросуспензию в баллон.

ведения внутримочевыводящего облучения производится очистительная клизма, пресакральная новокаиновая блокада, после чего больного переводят в радиоманипуляционную и укладывают на процедурный стол.

Приготовление и введение макросуспензии производятся при помощи специального аппарата (рис. 61).

Перед введением макросуспензии из сейфа дистанционным пинцетом берут флакон с шариками требуемой ак-

тивности, устанавливают в контейнер и доставляют к аппарату для изготовления и внедрения макросуспензии, стоящему около процедурного стола. Резиновый баллон с металлическим катетером вводят в мочевой пузырь. Наружный конец катетера при помощи замковой системы присоединяют к аппарату. Желеобразную массу наливают в градуированный стеклянный сосуд, который находится в защитном свинцовом кожухе с толщиной стенки 2 см.

Доставив контейнер к аппарату, медицинская сестра дистанционным пинцетом (50 см) берет флакон и находящиеся в нем радиоактивные шаровидные источники высыпает в экранированный сосуд, в котором находится желеобразная масса. Затем делает 2—3 движения спиралевидной мешалкой, чем достигается равномерное распределение шариков в желе. Экранированный сосуд герметически закрывается, после чего аппарат готов к работе. Находясь на расстоянии 2 м от установки за защитной ширмой (80 мм), врач с помощью ротанд-шприца создает избыточное давление в сосуде с макросуспензией, что приводит к перемещению последней по трубке и металлическому катетеру в баллон. После введения в баллон макросуспензии металлический катетер отсоединяют от аппарата и извлекают из баллона. Больного укладывают на каталку и переводят в зарядовую палату, где он находится в течение всего времени облучения. Процедура при изготовлении и введении макросуспензии занимает не более 2 минут. Извлечение макросуспензии производится при помощи того же аппарата. После окончания облучения в баллон вводят металлический катетер, который присоединяется к аппарату. Путем создания в экранированном сосуде разности давления макросуспензию откачивают в специальную металлическую сетку, находящуюся в сосуде. В сетке шарики отмывают от желеобразной массы водой, которая поступает из сосуда, установленного в верхней части аппарата. Отмытые шарики собирают во флакон и помещают в защитный сейф.

Распределение энергии излучения при внутримочевом введении макросуспензии зависит от формы источника. Резиновый баллон с макросуспензией в мочевом пузыре чаще всего принимает форму эллипсоида. Ввиду отсутствия в литературе достаточных данных о пространственном распределении доз при внутримочевом применении макросуспензии, а также с целью рекомендации оптималь-

ных условий облучения мы провели дозиметрические исследования.

При внутриполостном методе облучения резко изменяется мощность дозы на небольших расстояниях от источника излучения и потому для измерения дозы необходимо пользоваться приборами разной чувствительности.

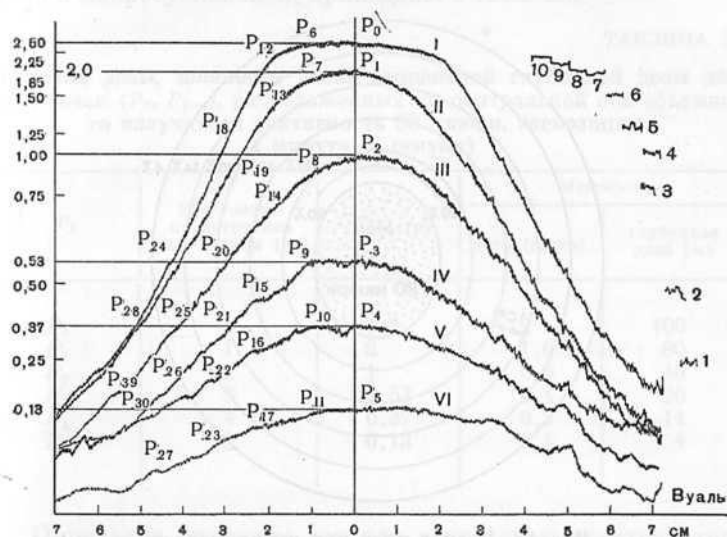


Рис. 62. Результаты фотометрирования гаммаграмм, экспонированных на разной глубине фантома.

I — кривая оптических плотностей или доз на гаммаграмме, находящейся непосредственно у источника излучения; II — кривая доз на гаммаграмме, находящейся на расстоянии 1 см от источника; III — на расстоянии 2 см; IV — на расстоянии 3 см; V — на расстоянии 4 см; VI — на расстоянии 5 см от источника.  $P_0, P_1, P_2, P_3$  и т. д. — точки, где определялись значения доз. 1—10 градуировочные марки. По оси ординат — логарифмическая шкала доз; по оси абсцисс — расстояние по оси источника (см).

Ионизационный метод дозиметрии, широко применяемый при дистанционных методах облучения, не вполне пригоден для исследования пространственного распределения  $\gamma$ -излучения от внутриполостных источников. Ионизационный метод не обеспечивает непрерывности и одновременности исследования. Фотографический метод дозиметрии позволяет одновременно определять величину дозы в любой точке как на поверхности источника, так и на различных расстояниях от него.



Сущность фотографического метода дозиметрии заключается в том, что доза излучения, полученная фотоэмульсией от исследуемого источника, определяется от плотности почернения «стандартных» образцов, т. е. пленок, оптические плотности которых соответствуют известным дозам.

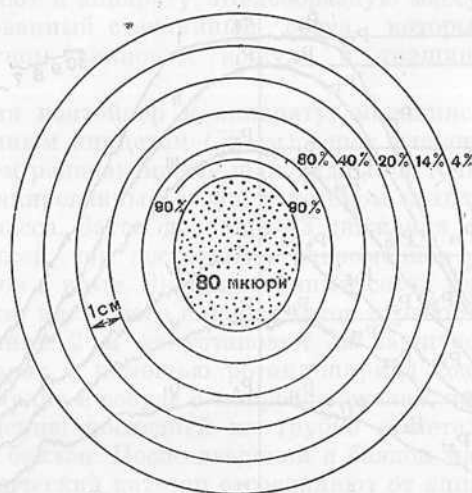


Рис. 63. Дозное поле при внутрисполостном введении баллона с макросуспензией активностью 80 мкюри.

Дозиметрические исследования мы проводили фотографическим методом с применением регистрирующего микрофотометра МФ-4. Баллон (приближающийся по форме к эллипсу) с макросуспензией активностью 80 мкюри (в 100 мл желеобразной взвеси) помещали в толще пластинчатого парафинового фантома. Одновременно экспонировали 12 гаммаграмм, которые располагались сверху и снизу источника на расстоянии 1 см друг от друга.

На рис. 62 представлены результаты фотометрирования гаммаграмм, экспонировавшихся на разной глубине фантома. Наличие на фотограммах градуировочных марок и построенная логарифмическая шкала доз (по оси ординат) дают возможность определять численное значение дозы в рентгенах для любой точки кривой. Так, для точки  $P_0$  (см. рис. 62), соответствующей месту соприкосновения

пленки с баллоном, доза в течение 1 минуты 25 секунд будет равна 2,5 р; для точки  $P_1$ , отстоящей на 1 см от источника, — 2 р.

Значения дозы и мощности дозы для ряда точек ( $P_0, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$ ), расположенных по центральной оси баллона с макросуспензией, приведены в табл. 25.

ТАБЛИЦА 25

Значения дозы, мощности дозы, процентной глубинной дозы для ряда точек ( $P_0, P_1, \dots$ ), расположенных по центральной оси объемного излучателя (активность 80 мкюри, экспозиция 1 минута 25 секунд)

| $P_x$ | Расстояние от источника до пленки (см) | Доза (р) | Мощность     |                    |
|-------|----------------------------------------|----------|--------------|--------------------|
|       |                                        |          | дозы (р/мин) | глубинная доза (%) |
| $P_0$ | 0                                      | 2,5      | 2            | 100                |
| $P_1$ | 1                                      | 2        | 1,6          | 80                 |
| $P_2$ | 2                                      | 1        | 0,8          | 40                 |
| $P_3$ | 3                                      | 0,53     | 0,4          | 20                 |
| $P_4$ | 4                                      | 0,37     | 0,2          | 14                 |
| $P_5$ | 5                                      | 0,13     | 0,1          | 4                  |

Определив значение доз для всех точек пространства, окружающего источник, мы построили карту дозного поля для объемного источника излучения (макросуспензия), которая представлена на рис. 63.

Вблизи источника излучения уменьшение дозы происходит очень медленно и относительная доза 90—80% приходится на ближайшую к источнику зону радиусом 0,5—1 см, а на расстоянии 2 см от источника отмечается быстрое снижение дозы. Именно этот эффект используют в контактной (внутриполостной) терапии для концентрации высокой дозы в области опухоли и резкого ограничения воздействия радиацией на нормальные ткани.

Дальше мы приводим расчеты средней поглощенной и интегральной поглощенной дозы.

$D_p$  на слизистой мочевого пузыря =  $P$  на слизистой мочевого пузыря  $\cdot t$ ,

где:  $P$  — мощность дозы на слизистой мочевого пузыря (р/час);

$t$  — время облучения (часы).

$D_p$  на расстоянии 1 см от слизистой =  $P$  на расстоянии 1 см от слизистой  $\cdot t$ , и т. д.

Средняя доза облучения:

$$D_{\text{ср.}} \text{ в слое тканей } 0-1 \text{ см} = \frac{D_p \text{ на слизистой} + D_p \text{ на расстоянии 1 см}}{2}$$

$$D_{\text{ср.}} \text{ в слое тканей } 1-2 \text{ см} = \frac{D_p \text{ на расстоянии 1 см} + D_p \text{ на расстоянии 2 см}}{2}$$

Поглощенная доза в области опухоли:

$$D_{\text{погл.}} \text{ в опухоли} = D_p \text{ в опухоли} \cdot f \text{ (коэффициент перехода от рентгенов к радам 0,965).}$$

Средняя поглощенная доза ( $D_{\text{погл. ср.}}$ ) определяется:

$$D_{\text{погл.}} \text{ в слое тканей } 0-1 \text{ см} = D_p \text{ в слое тканей } 0-1 \text{ см} \cdot f;$$

$$D_{\text{погл.}} \text{ в слое тканей } 1-2 \text{ см} = D_p \text{ в слое тканей } 1-2 \text{ см} \cdot f \dots \text{ и т. д.}$$

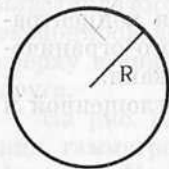
Интегральная поглощенная доза ( $D_{\text{интегр.}}$ ) определяется:

$$D_{\text{интегр.}} = D_{\text{погл.}} \cdot m = \Gamma\text{-рад},$$

где:  $D_{\text{погл.}}$  — поглощенная доза;

$m$  — масса облучаемой ткани (определяется произведением  $v\rho$ , где  $\rho$  — плотность облучаемых тканей равна 1 гр/см<sup>3</sup>,  $v$  — объем облучаемых тканей).

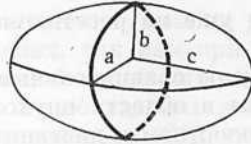
Если определяется интегральная доза в области опухоли, то объем рассчитывается с учетом формы опухоли — шаровидной или эллипсоидной. Тогда объем в первом случае рассчитывается так:



$$v = \frac{4}{3}\pi R^3,$$

а во втором случае:  $v = \pi a \cdot b \cdot c$ .

Если же определяется интегральная поглощенная доза в слоях тканей через каждые 1 см вокруг мочевого пузыря, то объем ( $v$ ) облучаемых тканей рассчитывают, исходя из формы источника излучения. Так, при источнике в виде шара объем слоя тканей 0—1 см от источника определяется:

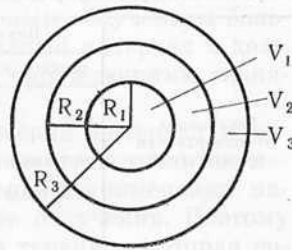


$$v_2 \text{ слоя тканей } 0-1 \text{ см от источника} = \frac{4}{3}\pi(R_2^3 - R_1^3)$$

где:  $R_1$  — радиус при  $v_1$ ;

$R_2$  — радиус при  $v_2$ .

$$v_3 \text{ слоя тканей } 1-2 \text{ см от источника} = \frac{4}{3}\pi(R_3^3 - R_2^3) \text{ и т. д.}$$



## 6. Методика лечения и расчет доз при сочетанной лучевой терапии опухолей мочевого пузыря

Выбирая методику лучевой терапии опухолей любой локализации, особенно злокачественных новообразований мочевого пузыря, необходимо очень внимательно изучить все ее положительные и отрицательные стороны.

Необходимы такие условия облучения, которые создавали бы высокий терапевтический интервал в дозах, поглощенных в опухоли и в окружающих нормальных тканях.

Известно, что чем выше терапевтический интервал, т. е. чем большая доза излучения будет поглощена опухолью и меньшая окружающими здоровыми тканями, тем эффективнее будет метод лучевой терапии.

К сожалению, при дистанционных методах облучения необходимое соотношение в поглощенных дозах почти никогда не достигается. Это значительно снижает общую терапевтическую эффективность дистанционных методов облучения опухолей полостных органов по сравнению с контактными методами лучевой терапии.

При контактном облучении соотношение между дозой, поглощенной опухолью, и дозой, поглощенной нормальными окружающими тканями, более благоприятно из-за рез-

кого снижения дозы уже на расстоянии 1—1,5 см от источника излучения.

В табл 26 приведены сравнительные данные о величине поглощенной дозы в области опухоли и окружающих тканях при внутриполостном и дистанционном облучении.

ТАБЛИЦА 26

Дозы, поглощенные слизистой мочевого пузыря и окружающими тканями при внутриполостном и дистанционном облучении

| Расстояние<br>от поверхности<br>пузыря (см) | Внутриполостное облучение      |      |                                                                        |     | Дистанционная<br>гамматерапия                                     |     |
|---------------------------------------------|--------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------|-----|
|                                             | раствор золота                 |      | бусы $Co^{60}$ , актив-<br>ность 30 мкюри,<br>объем 30 см <sup>3</sup> |     | с 4 полей разме-<br>ром 6×8 см;<br>угол 40°; дистан-<br>ция 60 см |     |
|                                             | поглощен-<br>ная<br>доза (рад) | %    |                                                                        |     |                                                                   |     |
|                                             |                                |      | поглощен-<br>ная<br>доза (рад)                                         | %   |                                                                   |     |
| На слизистой                                | 4 000                          | 100  | 4 000                                                                  | 100 | 6 000                                                             | 100 |
| На расстоянии                               |                                |      |                                                                        |     |                                                                   |     |
| от поверхности                              |                                |      |                                                                        |     |                                                                   |     |
| 1 см                                        | 768                            | 19,2 | 1 600                                                                  | 40  | 5 400                                                             | 90  |
| 2 см                                        | 380                            | 9,5  | 800                                                                    | 20  | 4 800                                                             | 80  |
| 3 см                                        | 272                            | 6,8  | 480                                                                    | 12  | 3 000                                                             | 50  |

При облучении радиоактивными бусами  $Co^{60}$  поглощенная доза на расстоянии 1 см от слизистой оболочки пузыря в 3 раза меньше, чем при дистанционной гамматерапии. На расстоянии 2 и 3 см эта разница увеличивается в 6 раз. При внутрипузырном введении коллоидного радиоактивного раствора золота вся доза  $\beta$ -излучения (95% всей энергии излучения изотопа) поглощается слизистой мочевого пузыря в слое от 0—0,11 см, поэтому на расстоянии 1 см поглощенная доза (образованная за счет гамма-излучения изотопа) составляет только 19,2% дозы на поверхности слизистой, что в 7 раз меньше, чем при дистанционной гамматерапии. На расстоянии 2—3 см разница в дозе увеличивается в 11—12 раз.

На основании изложенного выше необходимо констатировать, что при опухолях, распространяющихся на большую глубину, чем 1 см, применение одного внутриполостного метода облучения всегда будет неэффективно

вследствие резкого снижения дозы на расстоянии 1—2 см от источника излучения, так как при этом значительная часть опухоли, а также близлежащие лимфатические узлы и пути лимфооттока не попадают в зону действия максимальной терапевтической дозы. С другой стороны, применение только дистанционной гамматерапии в большинстве случаев приводит к ненужному облучению больших объемов здоровых тканей. Недостаточный терапевтический эффект при дистанционных методах объясняется малой дозой в области опухоли и интенсивным облучением большого объема нормальных тканей (малый интервал в дозе, получаемой опухолью и здоровыми окружающими тканями).

Достаточно высокий терапевтический интервал в дозах, поглощенных опухолью и нормальными тканями, может быть достигнут при одновременном применении наружного и внутримолостного методов облучения. Поэтому мы применяли сочетанную лучевую терапию, которая состояла из дистанционной гамматерапии и внутримолостного введения радиоактивных изотопов (радиоактивного раствора золота или шаровидных источников — бусы  $\text{Co}^{60}$ ; макросуспензия).

Дистанционная лучевая терапия опухолей мочевого пузыря проводилась на установках ГУТ-Со-400, «Рокус» и «Гамматрон-2» с 4 или 5 полей, размеры которых определялись протяженностью опухолевого процесса; чаще они были  $5 \times 5$  см,  $6 \times 8$  см,  $8 \times 10$  см, расстояние от источника до кожи 35, 55, 60 и 70 см, которое определялось моделью гамма-установки.

Дозиметрические исследования, проведенные в экспериментальных условиях и на больных, в зависимости от варианта расположения мочевого пузыря, локализации и характера роста опухолевого процесса позволили разработать 3 наиболее эффективных варианта облучения опухолей мочевого пузыря:

1) когда угол, образованный центральным лучом и горизонтальной плоскостью, для всех полей равен  $40^\circ$  (см. рис. 24);

2) когда угол наклона пучка излучения к горизонтальной плоскости для надлобковых полей равен  $40^\circ$  и крестцовых  $60^\circ$  (см. рис. 29);

3) когда углы наклона пучка излучения к горизонтальной плоскости от надлобковых полей равны  $50^\circ$ , а крестцовых  $30^\circ$  (см. рис. 30).

При облучении опухолей мочевого пузыря с 5 полей применяется вариант, когда угол, образованный пучком излучения и горизонтальной плоскостью от 2 подвздошных полей, составляет  $10^\circ$ , надлобкового поля  $90^\circ$  и 2 крестцовых полей  $40^\circ$  (см. рис. 31).

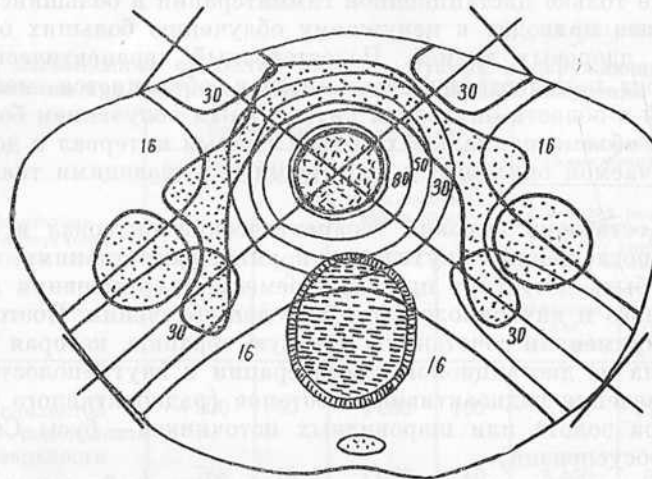


Рис. 64. Дозное поле при сочетанном лучевом лечении опухолей мочевого пузыря. Дистанционная гамматерапия с 4 полей размером  $6 \times 8$  см; расстояние источник — кожа для надлобковых полей 35 см, крестцовых 60 см. Угол наклона пучка излучения  $40^\circ$  к горизонтальной плоскости. Внутриполостное введение коллоидного раствора радиоактивного золота  $Au^{198}$  активностью 100 мкюри.

Ежедневно облучалось 2 поля (переднее и заднее); разовая доза на коже каждого поля была 250 р; ежедневная очаговая поглощенная доза в зависимости от комплекции больного была 190—250 рад.

Таким образом, в течение 6—7 недель облучения при дозе 3500—4000 р на коже каждого поля очаговая поглощенная доза составляла 5000—6500 рад.

Дистанционная гамматерапия сочеталась с внутриполостным введением радиоактивных изотопов у 58 больных. Дистанционная гамматерапия в сочетании с введением коллоидного раствора радиоактивного золота применялась при множественных папилломах, после эндовезикальной электрокоагуляции папиллом, при распространенных формах опухолевого процесса. Внутриполостное введение рас-



творя радиоактивного золота в этих случаях предшествовало дистанционному облучению, которое проводилось очаговой поглощенной дозой около 6000 рад.

За 4 часа облучения поглощенная доза на поверхности слизистой от  $\beta$ -излучения  $\text{Au}^{198}$  составляла 1435 рад, а от  $\gamma$ -излучения 185 рад. Внутриполостное введение раствора повторялось 4—6 раз с перерывом в 4—5 дней. Общая доза на слизистой пузыря достигала 2500—3000 рад. Итак, суммарная поглощенная доза на слизистой пузыря от сочетанного лечения составляла 8500—9000 рад (6000 рад от дистанционной гамматерапии и 2500—3000 рад от внутриполостного облучения). Пространственное распределение энергии излучения при сочетанном облучении приведено на рис. 64.

Из рисунка видно, что при сочетанном облучении представляется возможность увеличения поглощенной дозы на слизистой (до 9000 рад) без дополнительной лучевой нагрузки на окружающие нормальные ткани.

Кроме описанного варианта сочетанной лучевой терапии, при раке мочевого пузыря наружное облучение может сочетаться с внутриполостным введением и других радиоактивных  $\gamma$ -излучающих изотопов (растворы натрия, кобальта, центрально расположенный источник радия, радиоактивные бусы  $\text{Co}^{60}$ ). Растворы радиоактивного натрия и кобальта с общей активностью вначале 80—100 мкюри, а впоследствии 30—50 мкюри после разведения 50—60 см<sup>3</sup> физиологического раствора вводили в мочевой пузырь на 4—5 часов в резиновом баллоне. После введения 50 см<sup>3</sup> раствора  $\text{Co}^{60}$  активностью 100 мкюри поглощенная доза за 4—6 часов на поверхности слизистой достигала 1000—1500 рад. Введение раствора повторяли 3—4 раза через 7—10 дней.

При такой высокой интенсивности облучения очень часто развивались острые радиационные циститы, что заставило нас уменьшить активность вводимого раствора до 30—50 мкюри. При той же экспозиции (4—6 часов) поглощенная доза на слизистой мочевого пузыря при однократном облучении составляла 496—744 рад. Введение раствора повторяли 5—6 раз с перерывами в 5—7 дней. В дальнейшем было установлено, что наиболее целесообразно проводить внутриполостное лечение раствором активностью не более 50 мкюри в объеме 150 см<sup>3</sup>. При таком облучении однократная поглощенная доза на слизистой составляет 256—384 рад. Такие величины разовых доз по-

зволяют без осложнений после повторного введения через 2—3 дня доводить дозу на слизистой до 6000 рад.

При внутриполостном облучении в качестве центрально расположенного источника применяли трехканальный баллон-катетер. В один из каналов вводили препарат радия активностью 50 мкюри, который фиксировали в центре баллона. После введения баллона-катетера в мочевой пузырь через другой канал в него вводили воздух для оттеснения стенок мочевого пузыря и придания ему формы шара объемом 50—60 см<sup>3</sup>; третий канал служил для отведения мочи. Облучение продолжали 6—10 часов при мощности дозы 105—180 р/час, с поглощенной дозой на слизистой 600—1000 рад. Облучение повторяли через 3—5 дней в зависимости от возникновения реакции на облучения.

При использовании шаровидных источников (радиоактивные бусы Со<sup>60</sup>) в зависимости от того, с какой мощностью требовалось проводить облучение, на шелковую нить нанизывали подряд активные бусы или активные бусы чередовали с неактивными. Таким образом, мы изменяли в нужном направлении как активность источника, так и объем излучателя.

Радиоактивные бусы для лечения рака мочевого пузыря мы применяли активностью 30—50 мкюри в объеме 30 см<sup>3</sup>. При внутрипузырном введении источника Со<sup>60</sup> активностью 50 мкюри в объеме 30 см<sup>3</sup> мощность дозы на слизистой пузыря составляла 298 р/час. При однократном облучении в течение 2—3 часов поглощенная доза на слизистой была 530—700 рад. Для достижения общей дозы 4000—4500 рад введение препаратов необходимо повторять 5—7 раз с перерывом в 2—3 дня. При облучении бусами активностью 30 мкюри в объеме 30 см<sup>3</sup> мощность дозы на слизистой пузыря составляла 161 р/час. При этом варианте после однократного облучения в течение 2—3 часов поглощенная доза на слизистой составит 310—466 рад. Для достижения общей дозы 4000—4500 рад облучение также необходимо повторять до 9—12 раз с перерывом в 1—2 дня.

У больных с плохой проходимостью уретры мы вынуждены были проводить внутриполостное облучение с высокой мощностью дозы. В этих случаях применялся источник активностью 80 мкюри в объеме 20 см<sup>3</sup>, создающий дозу 594 р/час на слизистой пузыря.

При этом варианте сочетанного облучения общая доза на слизистой складывалась за счет наружного облучения

5000—6000 рад и внутривполостного 3000—3500 рад и составляла 8500—9500 рад.

На рис. 65 представлено пространственное распределение энергии излучения от дистанционной гамматерапии и внутривполостного введения радиоактивных бус  $\text{Co}^{60}$ . На рисунке видно, как интенсивно облучается опухоль моче-

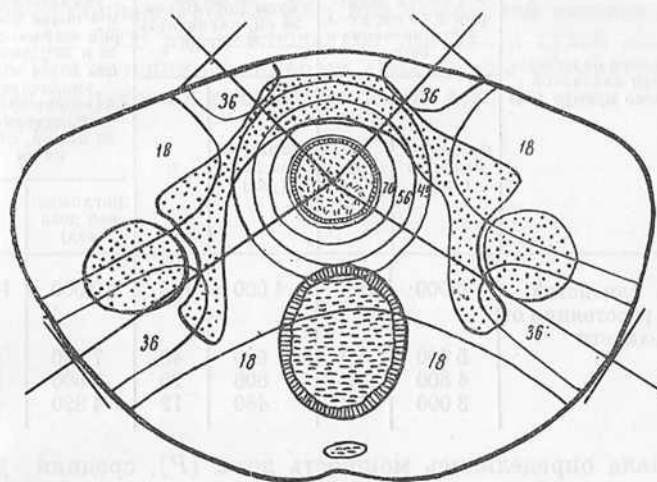


Рис. 65. Дозное поле при сочетанном лучевом лечении рака мочевого пузыря. Дистанционная гамматерапия с 4 полей размером  $6 \times 8$  см; дистанция источник — кожа 60 см. Угол наклона пучка излучения с передних полей  $50^\circ$ , с задних  $30^\circ$  к горизонтальной плоскости. Внутривполостное введение радиоактивных бус  $\text{Co}^{60}$  активностью 30 мкюри в объеме  $30 \text{ см}^3$ .

вого пузыря и как резко снижается мощность дозы на расстоянии 3 см от слизистой пузыря.

Таким образом, благодаря сочетанию дистанционной гамматерапии и внутривполостного облучения можно добиться не только резкого увеличения очаговой дозы, но и увеличения терапевтического интервала, т. е. заметной разницы в дозах, поглощенных опухолью и окружающими тканями.

Хорошей иллюстрацией всего изложенного выше является табл. 27.

При сочетанном лучевом лечении опухолей мочевого пузыря расчет доз производился в следующем порядке:

ТАБЛИЦА 27

**Дозы, поглощенные опухолью и окружающими тканями  
в зависимости от методики лучевой терапии**

| Расстояние от поверхности слизистой мочевого пузыря (см) | Дистанционная гамматерапия                           |     | Внутриполостное облучение                         |     | Сочетанная лучевая терапия                                                                                                                             |     |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|                                                          | с 4 полей размером 6×8 см; угол 40°; дистанция 60 см |     | бусы $Co^{60}$ , объем 30 см, активность 30 мкюри |     | гамматерапия с 4 полей размером 6×8 см; угол 50 и 30°; дистанция 60 см и внутриполостное облучение бусами $Co^{60}$ , активность 30 мкюри, объем 30 см |     |
|                                                          | поглощенная доза (рад)                               | %   | поглощенная доза (рад)                            | %   | поглощенная доза (рад)                                                                                                                                 | %   |
|                                                          |                                                      |     |                                                   |     |                                                                                                                                                        |     |
| На слизистой                                             | 6 000                                                | 100 | 4 000                                             | 100 | 10 000                                                                                                                                                 | 100 |
| На расстоянии от поверхности                             |                                                      |     |                                                   |     |                                                                                                                                                        |     |
| 1 см                                                     | 5 400                                                | 90  | 1 600                                             | 40  | 7 000                                                                                                                                                  | 70  |
| 2 см                                                     | 4 800                                                | 80  | 800                                               | 20  | 5 600                                                                                                                                                  | 56  |
| 3 см                                                     | 3 000                                                | 50  | 480                                               | 12  | 4 320                                                                                                                                                  | 43  |

сначала определялись мощность дозы ( $P$ ), средняя доза облучения ( $D_p$ ), поглощенная ( $D_{\text{полг.}}$ ) и интегральная поглощенная доза ( $D_{\text{интегр.}}$ ) в опухоли и окружающих тканях при внутриполостном облучении, затем величины этих же значений при дистанционном облучении.

Суммарная поглощенная доза в области опухоли при сочетанном облучении:

$$D_{\text{полг. в области опухоли при сочетанной лучевой терапии}} = D_{\text{полг. в области опухоли при внутриполостном облучении}} + D_{\text{полг. в области опухоли при дистанционной гамматерапии}}$$

Суммарная интегральная поглощенная доза в области опухоли при сочетанном облучении:

$$D_{\text{интегр. в области опухоли при сочетанном облучении}} = D_{\text{интегр. в области опухоли при внутриполостном облучении}} + D_{\text{интегр. в области опухоли при дистанционной гамматерапии}}$$

Аналогичным образом определялась поглощенная и интегральная поглощенная доза в последующих слоях тканей, расположенных вокруг мочевого пузыря.

При сочетанной лучевой терапии опухолей мочевого пузыря общей очаговой дозой 8000—9000 рад мы не наблюдали общей лучевой реакции. Местная реакция, как правило, проявлялась циститом, который проходил через 2—3 недели после окончания лучевой терапии. У некоторых больных отмечалось более продолжительное течение цистита — 2—3 месяца и более. На коже облучаемых полей (при установке ГУТ-Со-400) при суммарной экспозиционной дозе 4000 рад наблюдались эритема и сухой эпидермит. При лечении на аппарате «Рокус» или «Гамматрон-2» такая же реакция появлялась после дозы на коже 5000—5500 рад.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ БОЛЬНЫХ С ОПУХОЛЯМИ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ

В радиологических отделениях Московского научно-исследовательского рентгено-радиологического института и Городской клинической больницы № 57 находилось на лечении 534 больных с опухолями мочевого пузыря, при лечении которых применялись разные методы лучевой терапии: статическая и ротационная дистанционная гамматерапия; сочетанная лучевая терапия; радиохирургический метод лечения; комбинированный метод лечения, когда лучевую терапию применяли перед операцией или после нее.

В табл. 28 представлены данные о характере опухолевого процесса в мочевом пузыре и методах лечения.

Из табл. 28 видно, насколько широк диапазон применяемых нами методов лечения. Располагая большим выбором разных видов источников излучения, мы могли индивидуализировать методику лечения. При необходимости сочетали разные виды источников излучения или применяли их в комплексе с некоторыми методами оперативного вмешательства.

При оценке указанных методов лечения во избежание пестроты и раздробленности материала, а также для большей объективности мы считали необходимым объединить их в основные 3 направления: дистанционная гамматерапия, сочетанные и комбинированные методы лечения. План лучевой терапии составлялся в зависимости от формы и размеров опухоли, стадии заболевания и общего состояния больного.

Преобладающее большинство больных (кроме поступивших после эндовезикальной электрокоагуляции или резекции мочевого пузыря) начинало лучевую терапию при наличии гематурии и дизурических явлений, болей, связанных с мочеиспусканием. Почти все больные жаловались на слабость, понижение аппетита и потерю веса.

ТАБЛИЦА 28

## Характер опухоли и методы лечения при опухолях мочевого пузыря

| Метод лечения                                                                                                                    | Всего больных | Первичный рак | Рак, развившийся из папилломы | Папилломы |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------|-----------|
| Статическая дистанционная гамматерапия                                                                                           | 303           | 241           | 35                            | 26        |
| Ротационная дистанционная гамматерапия                                                                                           | 71            | —71           | —                             | —         |
| Дистанционная гамматерапия через свинцовую решетку                                                                               | 9             | 9             | —                             | —         |
| Сочетанная лучевая терапия                                                                                                       |               |               |                               |           |
| дистанционная гамматерапия в сочетании с внутриместным введением радиоактивных растворов с перерывом между ними от 2 до 8 недель | 36            | 17            | 16                            | 3         |
| дистанционная гамматерапия в сочетании с внутриместным введением радиоактивных бус $Co^{60}$ за 6—7 недель                       | 22            | 14            | 7                             | 1         |
| Комбинированный метод                                                                                                            |               |               |                               |           |
| дистанционная гамматерапия в комбинации с операцией                                                                              | 76            | 76            | —                             | —         |
| дистанционная гамматерапия в комбинации с радиохирургическим методом                                                             | 9             | 4             | 3                             | 2         |
| эндовезикальная электрокоагуляция и внутриместное введение радиоактивных растворов                                               | 8             | 2             | 1                             | 5         |
| Всего . . .                                                                                                                      | 534           | 434           | 63                            | 37        |



Под влиянием лучевой терапии у основной массы больных уже после очаговой поглощенной дозы 900—1500 рад прекращалась гематурия, а после очаговой дозы 2500—3000 рад отмечалось уменьшение или исчезновение дизурии, прекращение болей.

Преобладающее число больных получало дистанционную гамматерапию с очаговой поглощенной дозой от 5000 до 7000 рад, и только у 26 больных очаговая доза составляла 7500—8000 рад. При сочетанной лучевой терапии поглощенная доза в опухоли увеличивалась до 7500—9500 рад.

При изучении результатов лучевой терапии мы установили зависимость исхода лечения от стадии заболевания, характера роста опухоли, а также от метода лучевой терапии, величины дозы, длительности лечения и пространственного распределения энергии излучения в облучаемом объеме. В связи с этим и результаты лечения мы будем излагать в зависимости от этих факторов.

Для оценки непосредственных результатов лучевой терапии все больные были распределены на 3 группы.

Первая группа — больные с первичным излечением, т. е. лица, у которых через 2—3 месяца после лечения при контрольном осмотре отмечалось исчезновение опухоли и всех симптомов заболевания (необходимо констатировать, что опухоли мочевого пузыря часто исчезают только через 3—6 месяцев после окончания облучения).

Вторая группа — больные, у которых значительно уменьшилась опухоль и исчезли такие симптомы, как гематурия, дизурия. Больные прибавляли в весе, у них улучшалось общее состояние и восстанавливалась трудоспособность.

Третья группа — больные, у которых после лучевой терапии отмечалось кратковременное улучшение, а затем снова ухудшалось общее состояние с нарастанием интенсивности симптомов заболевания.

#### **1. Результаты лучевой терапии в зависимости от стадии заболевания**

Первые клинические проявления патологического процесса не всегда указывают на начало заболевания. Такие симптомы, как гематурия, дизурия, могут появиться и в начале возникновения опухоли, и при распространенном процессе и не определяют истинную картину заболевания.

Вместе с тем давность заболевания до начала лучевой терапии, как известно, в значительной степени предопределяет непосредственные результаты и сроки жизни больных. Многочисленные литературные данные и собственный опыт показывают, что лучевая терапия опухолей мочевого пузыря в начальных стадиях заболевания значительно легче переносится больными и дает лучшие результаты с более длительными сроками жизни. Если лечение начато в поздние сроки заболевания, то результаты лучевой терапии менее стойкие, а иногда и вообще лечение неэффективно. Тем не менее у некоторых больных и в этих случаях лучевая терапия даже при распространенном раке мочевого пузыря (III и даже IV стадии) дает удовлетворительные не только ближайшие, но и отдаленные результаты.

Большинству наблюдаемых нами больных (в 72% случаев) диагноз опухоли мочевого пузыря был установлен в течение 6 месяцев от начала первых признаков заболевания; несмотря на это, применение оперативного лечения считалось невозможным в связи с распространенностью процесса. Такое сравнительно позднее обращение за медицинской помощью связано не только с недостаточным вниманием больного к появившимся симптомам и стремлением объяснить всякое заболевание возрастными изменениями, но и бессимптомностью течения опухолевого процесса.

Среди больных раком мочевого пузыря, принятых нами на лучевую терапию, у большей половины были распространенные процессы III и IV стадии (59,6%), что, несомненно, сказывалось на результатах лечения.

В табл. 29 приведены непосредственные результаты лучевой терапии только больных раком мочевого пузыря.

Наилучшие результаты получены у больных с I и II стадией заболевания. Однако уменьшение опухоли, исчезновение клинических симптомов у 48% больных с III стадией и у 20,3% с IV стадией также следует считать большим успехом.

Оценивая результаты лучевой терапии в общем, необходимо отметить, что у 120 больных (27,7%) раком мочевого пузыря при контрольной цистоскопии опухоль не выявлялась. В 46,3% случаев (201 больной) отмечалось уменьшение опухоли, исчезновение клинических симптомов, причем у 52 больных представлялось возможным осуществить радикальную операцию; у 113 больных лучевая терапия оказалась неэффективной, однако, как правило,

Непосредственные результаты лучевой терапии 434 больных раком мочевого пузыря в зависимости от стадии заболевания

| Стадия заболевания | Число больных | Исчезновение опухоли и клинических симптомов | Уменьшение опухоли, исчезновение клинических симптомов | Без эффекта |
|--------------------|---------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|
| I                  | 15            | 14                                           | 1                                                      | —           |
| II                 | 160           | 64 (40%)                                     | 92 (57,5%)                                             | 4 (2,5%)    |
| III                | 200           | 36 (18%)                                     | 96 (48%)                                               | 68 (34%)    |
| IV                 | 59            | 6 (10,2%)                                    | 12 (20,3%)                                             | 41 (69,5%)  |
| Всего . . .        | 434           | 120 (27,7%)                                  | 201 (46,3%)                                            | 113 (26%)   |

у этих больных прекращалась гематурия, значительно уменьшались дизурические явления, стихали боли, восстанавливался аппетит, нормализовалась температура. При цистоскопическом исследовании отмечалось исчезновение сопутствующих воспалительных явлений, а размеры опухоли оставались без изменения.

В целях профилактики общей и местной лучевой реакции в течение всего курса облучения применялись лейкоген, каферид, фолиевая кислота, витамины. Наиболее слабым больным через каждые 7—10 дней производилось переливание крови. Однако, несмотря на это, к концу облучения у многих больных снова возникали учащенные позывы и режущие боли при мочеиспускании, связанные с лучевой реакцией. При цистоскопическом исследовании слизистая мочевого пузыря в это время определялась гиперемированной и набухшей. В связи с развитием цистита контрольное исследование (цистоскопия, цистография), на основании которого можно судить о результатах лечения, должно проводиться спустя 3—4 недели после окончания облучения, когда снижаются или исчезают реактивные явления со стороны мочевого пузыря.

Для иллюстрации изложенного выше приводим несколько историй болезни.

Больной Х., 44 лет, поступил в радиологическое отделение Горьковской больницы № 57 20/V 1959 г. из Больницы имени С. П. Боткина, где после исследования было установлено наличие рака мочевого пузыря II стадии.

При поступлении жалобы на гематурию, дизурические явления.

Больной правильного телосложения; удовлетворительного питания. Кожа и видимые слизистые бледно-розового цвета. Периферические лимфатические узлы не пальпируются. Со стороны органов дыхания и сердечно-сосудистой системы патологических изменений нет. Живот мягкий. Печень и селезенка не увеличены. Почки не пальпируются, симптом Пастернацкого отрицателен с обеих сторон.

Анализ крови: Нб 79 ед., эр. 4 500 000, л. 7200, э. 3%, п. 5%, с. 53%, лимф. 30%, мон. 9%; РОЭ 9 мм в час.

Анализ мочи: цвет бурый, реакция кислая, удельный вес 1012, белок 0,6%, лейкоциты 8—12 в поле зрения, эритроциты выщелоченные и свежие до 100 в поле зрения.

При цистоскопии в мочевом пузыре выявлена опухоль, занимающая область левой стенки с захватом устья мочеточника. При пальцевом исследовании через прямую кишку определялась инфильтрация в области мочевого пузыря слева.

На цистограмме был виден дефект наполнения соответственно расположению опухоли.

Гистологическое исследование указало на наличие переходноклеточного рака (на основании биопсии).

Заключение: рак мочевого пузыря II стадии.

Больному проводилась дистанционная гамматерапия статическим методом на установке ГУТ-Со-400 с 2 надлобковых и 2 ягодичных полей размером  $8 \times 10$  см. Расстояние от источника до кожи 35 см, углы наклона пучка излучения  $40^\circ$  к горизонтальной плоскости. Ежедневно облучалось 2 поля с очаговой дозой 200 рад. Общая очаговая поглощенная доза составила 5500 рад за 5 недель. После облучения прекратилась гематурия, стихли дизурические явления. Больной стал трудоспособным.

При цистоскопии спустя 4 месяца после окончания облучения опухоли в мочевом пузыре не выявлено.

На цистограмме определялся хорошо заполненный контрастным веществом мочевой пузырь с ровными четкими контурами.

При контрольном цистоскопическом исследовании через  $4\frac{1}{2}$  года опухоли в мочевом пузыре не обнаружено.

Как видно из приведенной истории болезни, лучевая терапия мочевого пузыря может избавить больных от тяжелых страданий и продлить им жизнь и работоспособность на многие годы.

Больной Ч., 63 лет, поступил к нам 20/XI 1960 г. из урологического отделения Городской больницы № 6 с неоперабельным раком мочевого пузыря. Больной жаловался на учащенное мочеиспускание, наличие крови в моче. Пониженного питания, кожа и видимые слизистые бледные. Периферические лимфатические узлы не пальпируются. Сердце расширено влево на 1,5 см. Тоны приглушены. Артериальное давление 110/80 мм. Границы легких в норме. Перкуторно легочный звук с коробочным оттенком, дыхание везикулярное. Печень и селезенка не увеличены.

Анализ крови: Нб 68 ед., эр. 4 500 000; л. 4800, э. 6%, п. 2%, с. 64%, лимф. 22%, мон. 6%; РОЭ 12 мм в час.

Анализ мочи: цвет мутный, реакция кислая, удельный вес 1020, белок 0,66%, лейкоциты покрывают все поля зрения, эритроциты свежие и выщелоченные до 100 в поле зрения.

При цистоскопии: емкость пузыря 200 см<sup>3</sup>. На правой боковой стенке мочевого пузыря определяется массивная опухоль. Устья мочеточников не изменены.

Переходная складка в норме. Слизистая вокруг опухоли отечна, гиперемирована.

На цистограммах выявлялся дефект наполнения на правой боковой стенке с неровными контурами. При пальцевом исследовании через прямую кишку определялась плотная инфильтрация в паравезикальной клетчатке справа.

С 25/XI по 31/XII 1960 г. больному проводилась статическая дистанционная гамматерапия на установке ГУТ-Со-400 с 2 надлобковых и 2 ягодичных полей размером 8 × 10 см, расстояние от источника до кожи 35 см, углы наклона пучка излучения 40° к горизонтальной плоскости. Ежедневная очаговая доза 200 рад, а общая очаговая доза 6000 рад.

В результате лечения состояние больного улучшилось, прекратились гематурия, дизурические явления.

Спустя 4 месяца после облучения при цистоскопии отмечалось значительное уменьшение размеров опухоли. В паравезикальной клетчатке исчезла инфильтрация. Через 4½ месяца после лучевой терапии больному была произведена трансвезикальная электрокоагуляция остатков опухоли. Микроскопическое исследование удаленной опухоли указало на наличие папиллярного рака. При цистоскопии через 3 года после лечения в мочевом пузыре опухоли не выявлено.

Как видно из приведенной истории болезни, даже при больших опухолях мочевого пузыря лучевая терапия может не только улучшить общее состояние больного, но и перевести опухоль в операбельное состояние.

Как было указано, 59 наблюдаемых нами больных имели IV стадию заболевания с метастазами как в регионарных, так и в отдаленных лимфатических узлах.

Отдаленные метастазы, по данным Р. М. Фронштейна (1934), И. Н. Шапиро (1952) и Г. А. Рихтера (1959), наиболее часто встречаются в печени, легких, ребрах, костях таза и возникают лимфогенным путем. Авторы считают, что метастазы появляются при прорастании опухолью мышечного слоя, где в основном располагаются лимфатические сосуды.

Из 59 наблюдаемых нами больных с IV стадией заболевания у 38 метастазы были в лимфатических узлах таза, у 14 — в паховых лимфатических узлах, у 3 — в лимфатических узлах надключичной области, у 3 — в легких и у 1 больного в костях таза.

У всех этих больных при цистоскопии определялась опухоль, захватывающая значительную часть мочевого пузыря. Проводилась лучевая терапия как опухоли мочевого пузыря, так и метастазов.

Для иллюстрации лечения больного с отдаленными метастазами приводим следующее наблюдение.

Больной А., 48 лет, поступил в радиологическое отделение Городской больницы № 57 с жалобами на кровь в моче, болезненное и учащенное мочеиспускание, слабость.

Больной правильного телосложения, удовлетворительного питания. Кожа и видимые слизистые бледно-розового цвета. В левой надключичной области определяются плотные, увеличенные лимфатические узлы размером  $3 \times 4$  см. При рентгеноскопии желудочно-кишечного тракта органических изменений не обнаружено. Со стороны органов дыхания и сердечно-сосудистой системы патологических явлений также не выявлено. Живот мягкий, при пальпации определяется болезненность в надлобковой области. Печень и селезенка не увеличены. Симптом Пастернацкого отрицателен с обеих сторон.

Анализ крови: Нб 79 ед., эр. 4 650 000, л. 4000, э. 6%, п. 4%, с. 62%, лимф. 12%, мон. 16%; РОЭ 40 мм в час.

Анализ мочи: цвет бурый, удельный вес 1012, белок 0,33%, лейкоциты покрывают все поля зрения, эритроциты свежие и выщелоченные до 100 в поле зрения.

При цистоскопии выявлена грубоворсинчатая опухоль без четких границ, располагающаяся на дне мочевого пузыря с переходом на левую боковую стенку. Слизистая вокруг опухоли с буллезным отеком. В паравезикальной клетчатке при бимануальном исследовании определяется плотный инфильтрат, распространяющийся на парапростатическую клетчатку. Предстательная железа увеличена, плотная на ощупь, с нечеткими границами.

В течение 5 недель больному проводили статическую дистанционную гамматерапию на установке «Роквс» с 4 полей размером  $8 \times 10$  см. Очаговая поглощенная доза 6800 рад. Лимфатические узлы левой надключичной области были удалены. При их гистологическом исследовании обнаружены метастазы аденокарциномы. На послеоперационный рубец в левой надключичной области дано 3000 рад с одного поля. В результате лечения прекратилась гематурия, стихли дизурические явления, улучшилось общее состояние больного.

При цистоскопии спустя 2 месяца после облучения отмечалось незначительное уменьшение опухоли в мочевом пузыре (по-видимому, за счет снятия перифокального воспаления). Опухоль оставалась неоперабельной.

В течение 8 месяцев состояние больного было удовлетворительным, затем вновь появились гематурия, дизурические явления. Через  $1\frac{1}{2}$  года после лучевой терапии больной умер от генерализации опухолевого процесса.

Из приведенного наблюдения видно, что, несмотря на распространенный опухолевый процесс в мочевом пузыре и наличие метастазов в надключичной области, лучевая терапия привела к улучшению состояния больного в течение 8 месяцев и продлила его жизнь на  $1\frac{1}{2}$  года.

Надеясь на симптоматический эффект, мы считаем целесообразным проводить лучевую терапию даже у больных



с IV стадией рака мочевого пузыря с наличием отдаленных метастазов.

Под нашим наблюдением находилось 37 больных с рецидивирующими одиночными и множественными папилломами. Им, так же как больным раком мочевого пузыря, лучевая терапия проводилась разными методами: внутрисполостным, внутритканевым, дистанционной гамматерапией; нередко применялись сочетанные методы лечения. Результаты лечения этих больных представлены в табл. 30.

ТАБЛИЦА 30

**Результаты лучевой терапии больных с папилломами мочевого пузыря**

| Рецидивирующие папилломы | Число больных | Исчезновение опухоли и клинических симптомов | Уменьшение опухоли, исчезновение клинических симптомов | Без эффекта |
|--------------------------|---------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|
| Одиночные                | 14            | 9                                            | 4                                                      | 1           |
| Множественные            | 23            | 7                                            | 8                                                      | 8           |
| Всего . . .              | 37            | 16                                           | 12                                                     | 9           |

Приведенные данные показывают, что при лучевой терапии рецидивирующих папиллом мочевого пузыря, как и при других методах лечения, излечение достигается далеко не во всех случаях. При папилломатозе излечение было у  $\frac{1}{3}$  больных, т. е. немногим больше, чем при раке мочевого пузыря.

Трудности при лечении папилломатоза мочевого пузыря отмечают многие исследователи (Ellis и Oliver, 1955; Friedman, 1958; Wallace, 1959, и др.). Необходимы очень большие дозы для разрушения опухоли. Еще менее радиочувствительны рецидивирующие папилломы. Кроме того, как мы могли убедиться, исчезновение опухоли после терапии не предохраняет от рецидива.

Представляло известный интерес выявить радиочувствительность рака, развившегося из папиллом. Мы наблюдали 63 больных раком мочевого пузыря, у которых злокачественная опухоль развилась после многократной электрокоагуляции папиллом.



Из табл. 31 видно, что лучшие результаты получены у больных первой группы (в 36,5% случаев исчезновение опухолей), что может указывать на большую радиочувствительность рака, развившегося из папиллом.

ТАБЛИЦА 31

Сравнительные результаты лучевой терапии больных раковыми опухолями, развившимися из папиллом, и больных первичным раком мочевого пузыря

| Характер опухоли             | Число больных | Исчезновение опухоли и клинических симптомов | Уменьшение опухоли, исчезновение клинических симптомов | Без эффекта |
|------------------------------|---------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|
| Рак, развившийся из папиллом | 63            | 23 (36,5%)                                   | 26 (41,3%)                                             | 14 (22,2%)  |
| Первичный рак                | 434           | 120 (27,7%)                                  | 201 (46,3%)                                            | 113 (26,0%) |
| Всего . . .                  | 497           | 143 (28,7%)                                  | 227 (45,6%)                                            | 127 (25,7%) |

## 2. Результаты лечения

### в зависимости от гистологического строения опухоли

В доступной нам литературе мы не нашли четко определенной точки зрения относительно влияния гистологической структуры на чувствительность опухоли к лучевой терапии.

М. Т. Таукенов (1961), А. В. Козлова (1962), А. С. Павлов (1963), Fletcher (1956) считают, что чувствительность опухоли к ионизирующему излучению зависит от степени дифференцировки клеточных элементов, соотношения стромы и паренхимы и что максимальная радиочувствительность клеток отмечается в состоянии митоза.

У 40% (213) больных диагноз был подтвержден гистологически, у остальных клиническое течение заболевания и неоднократная цистоскопия избавляли от необходимости биопсии, которая, как известно, не всегда доказательна.

Ввиду недостаточности общего числа гистологических исследований и числовой неравноценности отдельных гистологических форм мы не можем сделать всестороннего и глубокого анализа результатов лечения и продолжительности жизни больных в зависимости от гистологического

строения опухоли. Среди наблюдаемых нами больных переходноклеточная форма рака определялась у 97 больных, папиллярная — у 90 и плоскоклеточная — у 21 больного; 2 больных имели аденокарциному.

Приведенные нами данные подтверждают мнение других авторов о том, что среди опухолей мочевого пузыря переходноклеточный и папиллярный раки встречаются чаще, чем плоскоклеточный и аденокарциномы (А. П. Фрумкин, 1954; И. М. Эпштейн, 1959; Г. А. Рихтер, 1959). Мы на своем материале не установили зависимости между продолжительностью жизни больных после лучевой терапии и гистологической структурой опухоли. Нередко опухоли одного и того же гистологического строения обладают разными биологическими качествами и разной чувствительностью к ионизирующему излучению (табл. 32).

ТАБЛИЦА 32

Результаты лечения больных раком мочевого пузыря в зависимости от гистологического строения опухоли

| Гистологическое строение опухоли | Число больных | Исчезновение опухоли и клинических симптомов | Уменьшение опухоли, исчезновение клинических симптомов | Без эффекта |
|----------------------------------|---------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|
| Переходноклеточный рак           | 97            | 29                                           | 60                                                     | 8           |
| Папиллярный рак                  | 90            | 24                                           | 59                                                     | 7           |
| Плоскоклеточный рак              | 21            | 9                                            | 7                                                      | 5           |
| Солидный рак                     | 2             | 1                                            | 1                                                      | —           |
| Аденокарцинома                   | 2             | 1                                            | —                                                      | 1           |
| Эпидермоидный рак                | 1             | —                                            | 1                                                      | —           |
| Всего . . .                      | 213           | 64                                           | 128                                                    | 21          |

Приведенные данные не выявляют какой-либо зависимости результатов лучевой терапии от гистологического строения опухоли. Результаты лечения в значительной степени определяются степенью распространения опухолевого процесса, общим состоянием больного, его индивидуальной реакцией и устойчивостью к ионизирующему излучению.

### 3. Результаты лечения в зависимости от метода лучевой терапии

Кроме указанных выше факторов, на результаты лечения влияют метод лучевой терапии и физические условия облучения.

Статическая дистанционная гамматерапия проведена нами 303 больным с опухолями мочевого пузыря. Облучение осуществляли на установках ГУТ-Со-400, «Гамма-трон-2», «Рокус» чаще всего с 2 надлобковых и 2 ягодичных полей. При распространенных опухолевых процессах применяли пятипольное облучение. Размеры полей облучения устанавливали в зависимости от величины опухоли, чаще всего они были  $6 \times 8$  см и  $8 \times 10$  см. Дистанция от источника до кожи составляла 35, 60, 75 см. Ежедневно облучали 2 поля с разовой дозой на каждое 200—250 р. Поглощенная доза в области опухоли у большинства больных составляла 5000—7000 рад. Лечение продолжалось 6—7 недель. В результате статической дистанционной гамматерапии опухоль и клинические симптомы исчезли на срок от 1 года до 8 лет у 79 больных (26%). Уменьшение опухоли и исчезновение клинических симптомов (гематурии, дизурии, боли) сроком от 6 месяцев до 7 лет отмечались у 96 больных (31,6%). Лучевая терапия оказалась неэффективной у 128 больных (42,4%). Статическая дистанционная гамматерапия была наиболее эффективной при раке мочевого пузыря I и II стадии (исчезновение опухоли отмечалось в 65 и 46,4% случаев соответственно), в то время как у больных II и IV стадии терапевтический эффект был незначительным.

При дистанционной гамматерапии мы всегда стремились закончить лечение с очаговой поглощенной дозой в пределах до 6000—7000 рад. Однако это удавалось далеко не во всех случаях. Нередко лечение заканчивали раньше из-за развивающейся местной реакции при очаговых дозах 4500—5000 рад.

Такое раннее развитие лучевого цистита наблюдалось у тех больных, которые поступали к нам на лечение после многократной электрокоагуляции опухоли или ранее проведенной рентгенотерапии. У некоторых больных при хорошей переносимости облучения для большей терапевтической эффективности мы увеличивали общую очаговую дозу до 8000 рад. Таким образом, поглощенная очаговая доза варьировала в широких пределах — от 4000 до

8000 рад. На основании опыта мы убедились, что при очаговой поглощенной дозе ниже 5000 рад излечение наступает только в отдельных случаях. С увеличением очаговой поглощенной дозы до 6000—7000 рад при продолжительности лечения 5—7 недель значительно улучшаются результаты лечения. Повышение очаговой дозы при дистанционной гамматерапии свыше 7000 рад не улучшает результатов лечения, а способствует более частому развитию лучевых циститов.

Результаты лечения разными очаговыми дозами приведены в табл. 33.

ТАБЛИЦА 33

Результаты статической дистанционной гамматерапии больных с опухолями мочевого пузыря в зависимости от величины очаговой дозы

| Величина поглощенной очаговой дозы (рад) | Число больных | Исчезновение опухоли и клинических симптомов | Уменьшение опухоли, исчезновение клинических симптомов | Без эффекта |
|------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|
| До 5 000                                 | 47            | 7                                            | 6                                                      | 34          |
| 5 000—6 000                              | 110           | 33                                           | 38                                                     | 39          |
| 6 000—7 000                              | 120           | 36                                           | 44                                                     | 40          |
| 7 000—8 000                              | 26            | 3                                            | 8                                                      | 15          |
| Всего . . .                              | 303           | 79 (26%)                                     | 96 (31,6%)                                             | 128 (42,4%) |

Из табл. 33 видно, что наибольшее число больных с исчезновением опухоли и уменьшением ее размеров наблюдается при очаговых дозах от 5000 до 7000 рад.

Не меньшее значение имеет величина ежедневной очаговой дозы. При ежедневной (разовой) очаговой дозе 150 рад излечения не наступало. С повышением дозы число благоприятных результатов увеличивалось с максимумом при дозе 230—250 рад. При малой ежедневной дозе увеличение общей очаговой дозы даже до 7500—8000 рад не намного улучшает результаты дистанционной гамматерапии.

Как свидетельствуют данные табл. 34, больше всего больных с исчезновением опухоли и уменьшением ее размеров наблюдается при ежедневных очаговых дозах 200—250 рад.

ТАБЛИЦА 34

**Результаты дистанционной гамматерапии в зависимости  
от величины ежедневной очаговой дозы**

| Величина<br>очаговой дозы<br>(рад) | Число<br>больных | Исчезновение<br>опухоли и<br>клинических<br>симптомов | Уменьшение<br>опухоли,<br>исчезновение<br>клинических<br>симптомов | Без эффекта  |
|------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| До 150                             | 12               | —                                                     | 2                                                                  | 10           |
| » 200                              | 130              | 15                                                    | 34                                                                 | 81           |
| » 250                              | 161              | 64                                                    | 60                                                                 | 37           |
| Всего . .                          | 303              | 79 (26 %)                                             | 96 (31,6 %)                                                        | 128 (42,4 %) |

Ротационная гамматерапия проводилась 71 больному. Облучение осуществлялось методом передней ротации на установках «Гамматрон-2» и «Рокус» с углом качания 240—270° и ширине осевого поля 6 см. Дистанция от источника до очага 75 см. Ежедневная очаговая доза большинства больных была 220—250 рад. Суммарная очаговая доза 7000—8600 рад за 6—7 недель.

В результате ротационной гамматерапии у 24 (33,8%) больных из 71 исчезли опухоль и клинические симптомы. У 33 (46,4%) больных опухоль уменьшилась и исчезли клинические симптомы. У 14 (19,8%) больных лечение было неэффективным (табл. 35).

ТАБЛИЦА 35

**Результаты статической и ротационной гамматерапии опухолей  
мочевого пузыря**

| Метод лучевой<br>терапии                         | Число<br>больных | Исчезновение<br>опухоли и<br>клинических<br>симптомов | Уменьшение<br>опухоли,<br>исчезновение<br>клинических<br>симптомов | Без эффекта  |
|--------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| Статическая ди-<br>станционная гам-<br>матерапия | 303              | 79 (26 %)                                             | 96 (31,6 %)                                                        | 128 (42,4 %) |
| Ротационная ди-<br>станционная гам-<br>матерапия | 71               | 24 (33,8 %)                                           | 33 (46,4 %)                                                        | 14 (19,8 %)  |
| Всего . . .                                      | 374              | 103                                                   | 129                                                                | 142          |

Лучшие результаты отмечались у больных со II стадией заболевания (исчезновение опухоли у 54,5% и уменьшение опухоли у 45,5% больных).

Как видно из табл. 35, количество больных с исчезновением опухоли и уменьшением ее размеров при ротационной гамматерапии больше, чем при статической дистанционной гамматерапии.

#### 4. Результаты лечения при сочетании дистанционного и внутриполостного облучения

Дистанционная гамматерапия в сочетании с внутриполостным облучением была проведена 58 больным опухолями мочевого пузыря, из них у 4 были папилломы, а у остальных 54 больных — рак мочевого пузыря.

В первые годы разработки сочетанного метода лучевой терапии 36 больным внутриполостное облучение осуществляли спустя 2—8 недель после окончания дистанционной гамматерапии, когда заканчивалась реакция на облучение, а цистоскопия показывала недостаточный терапевтический эффект после лечения. Этим больным внутриполостное лечение проводили путем введения радиоактивных растворов золота, натрия, кобальта (29 больных) и облучения центрально расположенным источником излучения (7 больных). Данные о распределении этих больных по степени распространения процесса приведены в табл. 36.

ТАБЛИЦА 36

Распределение больных в зависимости от распространенности процесса

| Тип опухоли       | Стадия заболевания | Число больных |
|-------------------|--------------------|---------------|
| Одиночные — рак   | I                  | 3             |
|                   | II                 | 18            |
|                   | III                | 10            |
|                   | IV                 | 1             |
| Множественный рак |                    | 1             |
| Папилломы         |                    | 3             |
| Всего . . .       |                    | 36            |

Дистанционную гамматерапию проводили на установке ГУТ-Со-400, а некоторым больным на «Гамматроне-2» с 4 или 5 полей по описанной ранее методике. Доза в области опухоли при дистанционном облучении в большинстве случаев была 5000—6500 рад.

Внутриполостное облучение радиоактивными растворами и центрально расположенным источником осуществляли с общими дозами на слизистой пузыря и на поверхности опухоли 2500—3000 рад. Таким образом, общая доза в области опухоли при сочетанном облучении составляла 7500—9500 рад.

В результате сочетанного лучевого лечения в таком ритме исчезновение опухоли наступило у 8 больных (22,2%), уменьшение опухоли, остановка ее роста и исчезновение клинических симптомов отмечены у 24 больных (66,7%) и у 4 больных (11,1%) лучевая терапия оказалась неэффективной (табл. 37).

ТАБЛИЦА 37

Результаты сочетанной лучевой терапии в зависимости от типа опухоли и стадии заболевания

| Тип опухоли               | Стадия заболевания | Число больных | Первичное излечение        | Уменьшение опухоли, исчезновение клинических симптомов | Без эффекта          |
|---------------------------|--------------------|---------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------|
| Одиночные — рак           | I                  | 3             | 2                          | 1                                                      | —                    |
| »                         | II                 | 18            | 5                          | 12                                                     | 1                    |
| »                         | III                | 10            | —                          | 9                                                      | 1                    |
| »                         | IV                 | 1             | —                          | 1                                                      | —                    |
| Множественные — рак       |                    | 1             | —                          | —                                                      | 1                    |
| Папилломы мочевого пузыря |                    | 3             | 1 (с одиночной папилломой) | 1 (с папилломатозом)                                   | 1 (с папилломатозом) |
| Всего . . .               |                    | 36            | 8 (22,2%)                  | 24 (66,7%)                                             | 4 (11,1%)            |

При сочетанном методе лучевой терапии по сравнению с только дистанционным облучением общая доза, поглощенная в опухоли, повышалась в среднем на 3000—3500 рад и достигала 7500—9500 рад. Однако вместе с увеличением дозы возрастал и общий срок лечения.



В тех случаях, когда внутриполостной метод применялся через 2—8 недель после наружного облучения, дополнительная доза 3000—3500 рад не могла оказывать необходимого действия. С целью создания более рационального распределения дозы во времени и вместе с тем увеличения общей дозы, поглощенной в опухоли без дополнительной лучевой нагрузки нормальных тканей, мы стали проводить внутриполостное облучение во время дистанционной гамматерапии с промежутками 1—2 дня с тем, чтобы весь курс лучевой терапии продолжался не более 6—7 недель.

Для внутриполостного облучения мы использовали шаровидные источники излучения — радиоактивные бусы  $\text{Co}^{60}$ .

В зависимости от величины объема, подлежащего облучению, на шелковую нить нанизывали то или иное количество радиоактивных и инактивных бус. Обычно использовали источник общей активностью 30—50 мкюри, который занимал в мочевом пузыре объем 30 см<sup>3</sup>. Мощность дозы на поверхности источника в первом случае была 161 р/час и во втором 298 р/час. Разовая (дневная) доза при внутриполостном облучении на слизистой пузыря составляла 482—965 рад, общая доза на слизистой путем внутриполостного облучения 3500—4000 рад.

Дистанционную гамматерапию проводили на установках ГУТ-Со-400 и «Гамматрон-2». Облучали 4—5 полей (выбранных нами на основании изучения геометрии дозного поля), создающих значительный интервал в дозах, поглощенных опухолью и нормальными окружающими тканями. Ежедневная доза в опухоли составляла 190—250 рад, общая доза в области опухоли при дистанционном облучении была 5000—5500 рад.

Суммарная доза в области опухоли при сочетанном облучении составляла 7720—9500 рад (за 6—7 недель). Лучевая терапия при таких условиях проведена 22 больным с опухолями мочевого пузыря.

В результате лечения у 10 больных (45,5%) из 22 опухоль исчезла, а у остальных 12 больных (54,5%) отмечалось значительное уменьшение опухоли, исчезновение клинических симптомов (табл. 38).

Данные табл. 38 позволяют полагать, что сокращение срока лечения до 6—7 недель при тех же по величине дозах в области опухоли может благоприятно сказаться на результатах сочетанной лучевой терапии. По нашим дан-

ТАБЛИЦА 38

**Результаты сочетанного облучения 22 больных в зависимости от типа опухоли и стадии заболевания**

| Тип опухоли             | Стадия заболевания | Число больных | Первичное излечение | Уменьшение опухоли, исчезновение клинических симптомов | Без эффекта |
|-------------------------|--------------------|---------------|---------------------|--------------------------------------------------------|-------------|
| Одиночные опухоли — рак | II                 | 7             | 4                   | 3                                                      | —           |
|                         | III                | 11            | 4                   | 7                                                      | —           |
|                         | IV                 | 2             | 2                   | —                                                      | —           |
| Множественный рак       |                    | 1             | —                   | 1                                                      | —           |
| Папилломатоз            |                    | 1             | —                   | 1                                                      | —           |
| Всего . . .             |                    | 22            | 10(45,5%)           | 12(54,5%)                                              |             |

ным, благодаря сокращению общего срока лечения удельный вес больных, у которых опухоль исчезла, повысился с 22,2 до 45,5%.

В табл. 39 приведены сравнительные данные результатов статической, ротационной и сочетанной лучевой терапии.

ТАБЛИЦА 39

**Результаты лучевой терапии опухолей мочевого пузыря в зависимости от метода лечения**

| Метод лучевой терапии                  | Число больных | Исчезновение опухоли и клинических симптомов | Уменьшение опухоли, исчезновение клинических симптомов | Без эффекта |
|----------------------------------------|---------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|
| Статическая дистанционная гамматерапия | 303           | 79 (26%)                                     | 96 (31,6%)                                             | 128 (42,4%) |
| Ротационная дистанционная гамматерапия | 71            | 24 (33,8%)                                   | 33 (46,4%)                                             | 14 (19,8%)  |
| Сочетанная лучевая терапия             | 22            | 10 (45,5%)                                   | 12 (54,5%)                                             | —           |

Мы видим, что при сочетанной лучевой терапии исчезновение опухоли наблюдается на 19,5% чаще, чем при

статической гамматерапии, и на 11,7% чаще, чем при ротационном облучении. Необходимо также отметить, что при сочетанном облучении опухоль исчезала даже у больных с IV стадией, чего не наблюдалось при проведении только дистанционной гамматерапии.

Таким образом, сочетанный метод облучения с соблюдением необходимого ритма и без излишней растянутости еще больше повышает эффективность лечения.

### 5. Результаты лечения комбинированным методом

По мнению А. В. Козловой (1955) и М. И. Жуковой (1958), при комбинированном лечении опухолей мочевого пузыря, когда лучевая терапия предшествует операции или применяется после нее, рецидивы появляются значительно реже и в более отдаленные сроки.

Мы совместно с Н. В. Григорьевой (1965) наблюдали 76 больных с опухолями мочевого пузыря, которым проводилось комбинированное лечение. У 52 больных дистанционная гамматерапия предшествовала операции. Все больные имели III стадию заболевания, поэтому им было отказано в оперативном лечении.

После дистанционной гамматерапии по описанной выше методике всех 52 больных спустя 1½—5 месяцев после облучения стало возможно оперировать.

Из 52 больных эндовезикальная электрокоагуляция остатков опухоли проведена 40, трансвезикальная электрокоагуляция — 6 больным; 6 больным была произведена резекция стенки мочевого пузыря.

Таким образом, лучевая терапия больных раком III стадии привела к значительному уменьшению, ограничению опухолевого процесса и позволила применить оперативное лечение.

Для иллюстрации приводим следующее наблюдение.

Больная Б., 40 лет, поступила в радиологическое отделение Городской больницы № 57 в апреле 1960 г. с жалобами на кровь в моче и частое болезненное мочеиспускание.

Больная правильного телосложения. Кожа и видимые слизистые бледно-розового цвета. Периферические лимфатические узлы не увеличены. Со стороны органов дыхания и сердечно-сосудистой системы патологии не выявлено. Живот мягкий, безболезненный. Печень и селезенка не увеличены. Симптом Пастернацкого отрицательный с обеих сторон.

Анализ крови: Нb 67 ед., эр. 4 600 000, л. 6700, э. 1%, п. 1%, с. 73%, лимф. 19%, мон. 6%; РОЭ 12 мм в час.

Анализ мочи: цвет бурый, удельный вес 1022, белок 0,66%, реакция щелочная, лейкоциты до 100 в поле зрения, эритроциты свежие и выпущенные покрывают все поле зрения.

При рентгеноскопии органов грудной клетки патологических изменений не выявлено. При цистоскопии обнаружена обширная опухоль на широком основании, мясистой вида, расположенная на левой боковой стенке с переходом на дно мочевого пузыря.

При исследовании *per vaginam* определяется инфильтрация клетчатки в области левой половины мочевого пузыря и его шейки. На цистограммах — дефект наполнения, захватывающий всю левую половину мочевого пузыря, размером  $5 \times 6$  см.

На внутривенной урограмме функция почек не нарушена.

Гистологическое исследование (биопсия) установило папиллярный рак.

С 27/IV по 13/VI 1960 г. больной проведена дистанционная гамматерапия с 4 полей размером  $8 \times 10$  см с общей очаговой поглощенной дозой в области опухоли 5900 рад.

В результате лечения исчезла гематурия, прекратились дизурические явления, улучшилось общее состояние. Больная приступила к работе.

При контрольной цистоскопии через 2 месяца после облучения было отмечено значительное уменьшение размеров опухоли — до  $2 \times 2,5$  см. В плане комбинированного лечения была произведена эндовезикальная электрокоагуляция остатков опухоли.

Больная находилась под наблюдением 4 года. Здорова, работает. Многократные цистоскопические исследования, проводимые через каждые 6—8 месяцев, рецидива опухоли не выявили.

Наши наблюдения свидетельствуют о том, что тогда, когда возможно оперативное удаление опухоли, его следует производить в период от  $1\frac{1}{2}$  и не позднее 4 месяцев после окончания облучения. Более поздняя операция способствует активизации роста остаточной опухоли.

В другой группе больных, состоящей из 24 человек, операция предшествовала лучевой терапии. Облучение в этих случаях применялось для закрепления эффекта оперативного вмешательства.

Из 24 больных у 20 была II стадия заболевания, а у 4 — III стадия; 6 больным была сделана резекция мочевого пузыря, а у 18 больных производилась электрокоагуляция опухоли, причем 12 больным трансвезикально, а 6 — эндовезикально.

Послеоперационная дистанционная гамматерапия осуществлялась по изложенной ранее методике с суммарной очаговой поглощенной дозой 4500—6000 рад.

Наблюдения за больными этой группы убедили нас в том, что после комбинированного лечения рецидивы возникают реже и в более отдаленные сроки.

Результаты комбинированного метода лечения приводим в табл. 40.

ТАБЛИЦА 40

## Результаты комбинированного лечения опухолей мочевого пузыря

| Способ лечения                                     | Число больных        | Стадия заболевания | Прогноз | Выпали из наблюденья | Живы без рецидива и клинических проявлений |                    |          |          |         |             | Умерли в период        |                    |                |
|----------------------------------------------------|----------------------|--------------------|---------|----------------------|--------------------------------------------|--------------------|----------|----------|---------|-------------|------------------------|--------------------|----------------|
|                                                    |                      |                    |         |                      | от 6 месяцев до 1 года                     | от 1 года до 2 лет | 2—3 года | 3—4 года | 4—5 лет | более 5 лет | от 3 месяцев до 1 года | от 1 года до 2 лет | от 2 лет позже |
| Дистанционная гамматерапия с последующей операцией | 52                   | III                | 50      | 2                    | 4                                          | 15                 | 13       | 7        | 8       | 3           | 2                      | —                  | 1              |
|                                                    | 20<br>4              | II<br>III          | 20<br>4 | —<br>—               | —<br>—                                     | 5<br>4             | 6<br>—   | 5<br>—   | 4<br>—  | —<br>—      | —<br>—                 | —<br>—             | —<br>—         |
| Операция с последующей дистанционной гамматерапией |                      |                    |         |                      |                                            |                    |          |          |         |             |                        |                    |                |
| Всего . . .                                        | 56 }<br>76 }<br>20 } | III<br>II          | 74      | 2                    | 4                                          | 24                 | 19       | 12       | 12      | 3           | 2                      | —                  | 1              |

ТАБЛИЦА 41

**Результаты лечения опухолей мочевого пузыря  
в зависимости от метода**

| Метод лечения                                                                                                                                                                  | Число<br>боль-<br>ных | Исчезновение<br>опухоли и<br>клинических<br>симптомов | Уменьшение<br>опухоли,<br>исчезновение<br>клинических<br>симптомов | Без эффекта  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| Статическая ди-<br>станционная гамма-<br>терапия                                                                                                                               | 303                   | 79 (26 %)                                             | 96 (31,6 %)                                                        | 128 (42,4 %) |
| Ротационная ди-<br>станционная гамма-<br>терапия                                                                                                                               | 71                    | 24 (33,8 %)                                           | 33 (46,4 %)                                                        | 14 (19,8 %)  |
| Дистанционная<br>гамматерапия через<br>свинцовую решетку                                                                                                                       | 9                     | 5                                                     | 4                                                                  | —            |
| Сочетанная луче-<br>вая терапия                                                                                                                                                |                       |                                                       |                                                                    |              |
| дистанционная<br>гамматерапия в<br>сочетании с внут-<br>риполостным об-<br>лучением радио-<br>активными рас-<br>творами с пере-<br>рывом между ни-<br>ми от 2 до 8 не-<br>дель | 36                    | 8 (22,2 %)                                            | 24 (66,7 %)                                                        | 4 (11,1 %)   |
| дистанционная<br>гамматерапия в<br>сочетании с внут-<br>риполостным об-<br>лучением буса-<br>ми $Co^{60}$ за 6—7<br>недель                                                     | 22                    | 10 (45,5 %)                                           | 12 (54,5 %)                                                        | —            |
| Комбинирован-<br>ный метод                                                                                                                                                     |                       |                                                       |                                                                    |              |
| Дистанционная<br>гамматерапия в ком-<br>бинации с операцией                                                                                                                    | 76                    | 76 (100 %)                                            | —                                                                  | —            |
| Дистанционная<br>гамматерапия в соче-<br>тании с радиохирур-<br>гическим лечением                                                                                              | 9                     | 4                                                     | 5                                                                  | —            |
| Эндовезикальная<br>электрокоагуляция<br>с последующим внут-<br>риполостным введе-<br>нием радиоактивных<br>растворов                                                           | 8                     | 3                                                     | 5                                                                  | —            |
| Всего . . .                                                                                                                                                                    | 534                   | 209 (39 %)                                            | 179 (33,7 %)                                                       | 146 (27,3 %) |

При комбинированных методах лечения около 48% больных (в основном с III стадией) живут без рецидива и клинических проявлений болезни более 3 лет.

Несмотря на удовлетворительные результаты, полученные при комбинированных методах лечения, радикальная операция, какой является резекция мочевого пузыря, была выполнена, к сожалению, только у 6 больных. По нашему мнению, это объясняется распространенностью опухолевого процесса, а также некоторым негативизмом хирургов к предоперационной лучевой терапии.

В заключение приводим таблицу, по которой можно судить о результатах лечения опухолей мочевого пузыря в зависимости от метода (табл. 41).

Итак, из 534 больных с опухолью мочевого пузыря у 209 (39%) исчезли опухоль и клинические симптомы, у 179 (33,7%) значительно уменьшилась опухоль и исчезли клинические симптомы и у 146 больных (27,3%) лечение оказалось безуспешным.

В заключение можно сказать, что различные виды лучевой терапии являются дополнительными к оперативному лечению, которое остается главным и основным. Наилучшие результаты наблюдаются при комбинированной терапии опухолей мочевого пузыря: сочетание оперативного лечения с лучевым.



**РЕАКЦИИ И ОСЛОЖНЕНИЯ  
ПРИ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ  
ОПУХОЛЕЙ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ,  
ИХ ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ**

При лучевой терапии злокачественных новообразований могут возникнуть лучевые реакции и осложнения как со стороны облучаемого органа, так и окружающих его тканей.

Степень и длительность лучевых реакций и осложнений зависит не только от вида излучения, метода и ритма облучения, ежедневной и суммарной дозы, локализации опухоли, возраста больного, общего состояния организма, предшествующего лечения, но и от разной чувствительности больных к ионизирующему излучению. При дальнейшем изложении раздела мы подробно коснемся вопросов профилактики, течения и лечения реакций и осложнений, возникающих при лучевой терапии опухолей мочевого пузыря.

В зависимости от клинического проявления лучевые реакции разделяются на местные и общие, ранние и более поздние изменения, которые трактуются как лучевые осложнения.

Местные лучевые реакции при лечении опухолей мочевого пузыря проявляются в виде изменений кожи облучаемых полей (эритема, сухой и влажный эпидермит) и слизистой мочевого пузыря (циститы разной степени и тяжести).

Достижения современной техники — создание гамма-установок типа «Рокус», «Рад», а также совершенствование методики дистанционной гамматерапии — позволяют в настоящее время проводить лучевую терапию глубоко залегающих опухолей с очаговыми дозами 7000—8000 рад без лучевых реакций со стороны кожи облучаемых полей. Однако, несмотря на это, все еще встречаются реакции со стороны кожи, которые проявляются в виде эритемы, редко сухого и еще реже влажного эпидермита.

Эритема кожи облучаемых полей на тубусных аппаратах типа ГУТ-Со-400 возникает от дозы 2500—3000 р (А. В. Козлова, 1956; А. С. Павлов, 1959; Г. Ф. Невская, 1959), тогда как на установках «Рокус», «Рад», «Гамма-трон-2» она появляется значительно позднее — при дозе 4000—4500 р.

По данным Ratti (1959), при дистанционной гамматерапии опухолей мочевого пузыря циститы развиваются уже при очаговой дозе 3500—4000 рад. Rubin и Burgan (1959) отмечают появление цистита у 55% больных на 4—5-й неделе от начала лучевой терапии. Browne и Ogden (1960) на 3-й неделе облучения у 51% больных наблюдали явления легкого цистита и диареи.

Лучевые реакции в виде циститов различной степени мы наблюдали в конце курса облучения у всех наших больных. Чаще всего появление первых признаков цистита (частые позывы к мочеиспусканию, неприятное ощущение по ходу уретры) совпадало с очаговыми дозами около 4000 рад. Более раннее развитие лучевых циститов при дозе около 3000 рад наблюдалось у больных, перенесших многократные электрокоагуляции (72 больных) или же рентгенотерапию (26 больных).

Мы, так же как А. В. Козлова (1962) и А. С. Павлов (1963), считаем, что во время лучевой терапии производить цистоскопию нецелесообразно.

Изучая влияние величины очаговой дозы на частоту и степень лучевых реакций, мы отмечали у 260 больных циститы легкой степени (позывы на мочеиспускание через 2—2½ часа, неприятное ощущение по ходу уретры) после очаговой дозы 4000—5000 рад. После дозы 5500—6000 рад наблюдались циститы средней тяжести (позывы к мочеиспусканию через 30—35 минут, режущие боли в уретре) у 163 больных. Тяжелые циститы (с позывами на мочеиспускание через 10—15 минут, режущие боли в уретре, тенезмы) возникали у 80 больных после очаговых доз 6500—7500 рад. Цистоскопия при циститах средней тяжести, которую следует производить в особых случаях и очень осторожно, выявляет резко гиперемированную, отечную слизистую. Нередко удается рассмотреть опухоль, покрытую серым некротическим налетом, с буллезным отеком слизистой вокруг нее. В моче увеличивается количество лейкоцитов и некротических пленок.

Циститы даже средней тяжести не должны являться причиной прекращения лучевой терапии.

Лучевые циститы, как правило, заканчиваются через 3—4 недели после окончания облучения. Длительные, в течение 6 и более месяцев («хронические»), циститы наблюдаются главным образом после повторных курсов дистанционной гамматерапии и внутрисполостного облучения.

Помимо изменения в тканях зоны облучения, лучевая терапия вызывает изменения общего характера, которые выражаются в нарушении функций центральной нервной системы и морфологического состава крови. Общая реакция организма проявляется разн. У одних больных клинически она ничем себя не проявляет, у других наступают слабость, диспепсические явления, нарушения сердечно-сосудистой деятельности в виде тахикардии, колющих болей в области сердца и т. п.

Применяя лучевую терапию больным с опухолями мочевого пузыря, мы почти не отмечали выраженной общей реакции. У некоторых больных были нарушения функции желудочно-кишечного тракта, что мы объясняем непосредственным раздражением кишечника, попавшего в зону облучения. Эти изменения проявлялись поносами или запорами и ухудшением общего состояния больных. С нормализацией функции кишечника улучшалось и общее состояние. Так как мочевой пузырь расположен вдали от органов кроветворения, облучение его не вызывает больших изменений периферической крови. Наши наблюдения также подтвердили это положение.

Поздние лучевые реакции многие авторы (А. В. Козлова, 1951; А. С. Павлов, 1963; Becker, 1953; Rode, 1960, и др.) справедливо трактуют как осложнения после лучевой терапии. Лучевые осложнения выражаются в виде атрофии, индуративного отека кожи, подкожной клетчатки, тканей и органов малого таза, в виде язвенных циститов, атрофии слизистой мочевого пузыря, опухолевидными образованиями (псевдорак). Поздние лучевые осложнения чаще всего возникают у больных, перенесших несколько курсов лучевой терапии с последующими тяжелыми циститами.

Из наблюдаемых нами больных поздние лучевые осложнения были обнаружены у 14 человек. Все они по поводу неоднократных рецидивов опухоли прошли 2—3 курса лучевой терапии с интервалом в 6—10 месяцев. У 11 больных изменения проявлялись атрофией, индуративным отеком кожи, подкожной клетчатки и других тканей малого

таза. Доза на коже каждого поля после неоднократной дистанционной гамматерапии составляла 7000—9000 р.

Уменьшение емкости мочевого пузыря, бледность складок, язвенные циститы отмечались у 4 больных. У 1 больного, как мы считаем, с особо высокой радиочувствительностью от очаговой дозы 6500 рад через 8 месяцев наступила атрофия слизистой мочевого пузыря. Упорные кровотечения при этом не удавалось остановить никакими средствами. Эти больные, как правило, быстро погибают.

Применяя лучевую терапию при распространенных раках мочевого пузыря, невозможно избежать облучения прямой кишки и других органов и тканей малого таза. Поэтому у больных развиваются проктиты.

У 23 больных при ректороманоскопии определялась отекая, гиперемизованная участками слизистая с расширенными сосудами, кровоточащими при прикосновении инструментом, и обилием слизи. Другим не менее грозным осложнением является нарушение или прекращение менструаций у женщин, что наступает вскоре после окончания лучевой терапии и объясняется вовлечением в зону облучения яичников. При облучении мочевого пузыря 5 полями размером  $8 \times 10$  см яичники попадают в зону 60—50% изодозы. Прекращение или длительные задержки менструации мы наблюдали у 5 больных. Здесь уместно подчеркнуть, что лучевые осложнения со стороны мочевого пузыря нередко возникают и при лучевой терапии рака женских половых органов. Это можно объяснить чрезвычайно большой лучевой нагрузкой, создающейся в относительно небольшом объеме тканей малого таза при внутривлагалищном, внутриматочном и наружном облучениях. Изменения в мочевом пузыре могут появиться в ближайшие и отдаленные сроки после лечения (М. Г. Шербина, С. В. Струцовская, В. А. Репина, 1960).

У нас под наблюдением находилось 6 больных с поздними лучевыми осложнениями мочевого пузыря, возникшими после нескольких курсов лучевой терапии по поводу рака шейки матки. Осложнения выражались в виде индуративного отека кожи, подкожной клетчатки и тканей передней брюшной стенки, язвенного цистита, проктита.

Среди поздних осложнений наиболее трудными для диагностики являются опухолевидные образования (псевдодрак), развитие которых связано с рубцовыми изменениями в окружающих тканях. Нередко эти образования принимают за рецидив рака и больных подвергают повтор-

ному лучевому лечению, которое еще более ухудшает состояние пациента. В качестве примера приводим наблюдение опухолевидного лучевого повреждения мочевого пузыря после рентгенотерапии кистомы яичника.

Больная И., 60 лет, обратилась в радиологический отдел Института рентгено-радиологии с жалобами на частое мочеиспускание (через  $1\frac{1}{2}$ —2 часа), периодическое появление крови в моче. В июне 1954 г. по поводу кистомы левого яичника перенесла операцию (удаление матки с придатками). Послеоперационный период протекал без осложнений, однако в левом параметрии определялся инфильтрат небольших размеров ( $2 \times 2$  см). Через  $1\frac{1}{2}$  месяца после операции была проведена рентгенотерапия с 8 полей (напряжение 180 кв, сила тока 15 ма, фильтр 0,5 Си и 1 мм Al, расстояние 60 см, поля  $8 \times 10$  см, по 200 р на поле, по 2 поля в день) с общей дозой на коже каждого облучаемого поля 1200 р. Лучевую терапию больная переносила плохо, отмечалась общая лучевая реакция: слабость, потеря аппетита, головокружение, лейкопения (количество лейкоцитов уменьшалось до 3000 в  $1 \text{ мм}^3$ ).

9/XII 1955 г., т. е. немногим больше чем через год, при контрольном осмотре был обнаружен инфильтрат в левом параметрии и ректо-вагинальной перегородке, который расценивался как рецидив опухоли. По этому поводу на левую половину малого таза с 3 полей (2 передних и 1 заднее) при прежних условиях была проведена рентгенотерапия с общей дозой на коже каждого облучаемого поля 1500 р. Лечение было прекращено из-за нарастающей общей реакции.

Через 5 месяцев, в апреле 1956 г., на задней стенке влагалища обнаружен неподвижный узел размером около 2 см. Инфильтрата в параметрии не определялось. Вновь на область малого таза с 3 полей была проведена глубокая рентгенотерапия с той же общей дозой на коже каждого облучаемого поля и, кроме того, проведена внутривлагалищная кюритерапия с дозой 4 500 рад. И на этот раз лучевая терапия сопровождалась выраженной общей реакцией. Узел на задней стенке влагалища исчез. В марте 1957 г. в левом параметрии вновь обнаружен инфильтрат, по поводу чего проведена глубокая рентгенотерапия с 3 полей, которая была прекращена при дозе на коже полей около 700 р вследствие резкой общей лучевой реакции. Количество лейкоцитов у больной уменьшилось до 2200, появились слабость, головокружение, тошнота, рвота.

Лучевая терапия проводилась поликлинически в рентгенотерапевтическом отделе Больницы имени С. П. Боткина. С 1957 по 1961 г. явления общей лучевой реакции постепенно стихли. Больная за это время к врачам не обращалась. В мае 1961 г. она впервые заметила кровь в моче. Через 2—3 дня после этого к гематурии присоединились дизурические явления (позывы на мочеиспускание через  $1-1\frac{1}{2}$  часа), которые через неделю исчезли. В сентябре—октябре 1961 г. снова появилась сильная гематурия с дизурическими явлениями, которая заставила больную обратиться к врачу. При цистоскопии по левой боковой стенке мочевого пузыря обнаружена опухоль. С диагнозом опухоли мочевого пузыря больная направлена в Институт рентгено-радиологии, куда была госпитализирована 1/XII 1961 г. Основные жалобы: учащенные позывы на мочеиспускание без болей, периодически кровь в моче. Общее со-

состояние больной удовлетворительное. Сон и аппетит хорошие, похудания не отмечает (вес 77,5 кг).

При клиническом обследовании со стороны органов костно-мышечной системы, дыхания, сердечно-сосудистой, пищеварительного тракта, нервно-психических патологических изменений не обнаружено. По белой линии живота ниже пупка операционный рубец. Кожа живота справа и слева от рубца соответственно полям облучения размером  $8 \times 10$  см атрофирована, с телеангиэктазиями. Слева подкожная клетчатка склерозирована, неподвижная, при глубокой пальпации определялся болезненный, больших размеров инфильтрат.

Исследование женских половых органов: левая большая половая губа отечна, гиперемирована; влагалище короткое и в виде слепого мешка в результате операции и лучевой терапии.

Ректальное исследование: в области параметрия и паравезикальной клетчатки слева плотный инфильтрат без четких контуров, распространяющийся до стенки таза с переходом на левую половину мочевого пузыря, с которым тесно связан; правая часть мочевого пузыря свободна. Ректоскопия: просвет прямой кишки до уровня 18 см без изменений. Слизистая на всем протяжении утолщена, отечна, гиперемирована, с телеангиэктазиями.

Цистоскопия: емкость мочевого пузыря 150 мл, моча со значительной примесью крови; слизистая всей левой половины ярко гиперемирована, отечна, утолщена, кровоточит; несколько латеральнее левого устья, на заднебоковой стенке мочевого пузыря располагается опухоль размером  $4 \times 4$  см на широком основании, вдающаяся в полость пузыря, слизистая на ней изъязвлена.

Цистоскопическая картина типична для раковой опухоли.

Произведенная биопсия показала: клетки эпителия слизистой мочевого пузыря набухшие, отмечается пикноз, набухание и вакуолизация ядер, подлежащая ткань склерозирована, местами базофильная окраска; многие соединительнотканые клетки дегенеративно изменены, имеются обширные круглоклеточные инфильтраты; стенки сосудов утолщены, склерозированы, некоторые сосуды тромбированы.

На основании данных гистологического и клинического обследования поставлен диагноз: лучевое повреждение мочевого пузыря, паравезикальной и параректальной клетчатки, кожи и подкожной клетчатки в области облучаемых полей. Состояние после проведенной рентгенотерапии в 1954—1957 гг. по поводу кистомы левого яичника.

Проведенное лечение заключалось в применении АКТГ, повторных трансфузий крови, пресакральной новокаиновой блокады, витаминотерапии. Общее состояние больной улучшилось, прекратились гематурия и дизурия. Инфильтрат в параметрии значительно уменьшился в размере. При пальпации живота слева исчезла болезненность, уменьшилась инфильтрация тканей в области облучаемых полей. За 49 дней пребывания в клинике больная прибавила в весе 4 кг.

Цистоскопия (8/I 1962 г.): емкость мочевого пузыря 300 мл, слизистая в правой половине мочевого пузыря нормальная, опухоль, обнаруженная слева в заднебоковой стенке, уменьшилась, приобрела гладкие контуры.

При контрольном осмотре 26/IV выявлено, что гематурия и дизурические явления отсутствуют, стул нормальный. При пальпации



живота и ректальном исследовании размеры инфильтрата в параметрии еще более уменьшились.

Цистоскопия: моча мутноватая, макроскопически без примеси крови, емкость мочевого пузыря 250 мл, стенка его несколько трабекулярна; слизистая передней и правой боковой стенок не изменена, на задней стенке расширенные сосуды (телеангиэктазии); по задне-левой боковой стенке мочевого пузыря (от 3 до 6 часов) располагается плоское, с гладкой поверхностью, ровными контурами округлое образование размером  $3 \times 3,5$  см, несколько вдающееся в просвет мочевого пузыря, покрытое нормальной слизистой с инъецированными сосудами; по верхнему краю образования слизистая на небольшом участке разрыхлена с очаговыми кровоизлияниями. По сравнению с цистоскопической картиной от 8/1 1962 г. очертания образования стали более гладкими, слизистая над ним приближается к нормальной. Участков деструкции с фибринозным налетом, папиллоподобных разрастаний, отмечаемых ранее, нет. При пальпации живота в области лучевых повреждений кожи — склероз подкожной клетчатки и атрофия кожи. Региструм — ампула прямой кишки свободна, по передне-боковой стенке слева пальпируется плотное образование  $2 \times 2$  см, соответствующее таковому в мочевом пузыре. Динамическое наблюдение вместе с данными клинического обследования подтвердили наше предположение о наличии в данном случае лучевого повреждения.

При дифференциальной диагностике мы учитывали, что кистомы яичника (папиллярные, полипозные, серозные) имеют доброкачественное течение и не дают метастазов. Проведение нескольких курсов рентгенотерапии, по-видимому, не имело оснований. Предположение о том, что гистологическое исследование было ошибочным, опухоль имела злокачественный характер и у больной после операции возникли метастазы в параметрии и влагалище, малоубедительно, так как под влиянием сравнительно небольших доз излучения (около 1500—2000 р на уровне параметрии) вряд ли могло произойти исчезновение опухолевого инфильтрата.

Необходимо было учитывать тяжелую общую реакцию, наступавшую каждый раз во время рентгенотерапии при сравнительно небольших общих очаговых дозах, указывающую на высокую индивидуальную радиочувствительность организма больной, которая предрасполагает к развитию осложнений.

Метастазы в параметрии обычно не распространяются на брюшную стенку вплоть до подкожной клетчатки, а у данной больной инфильтрация на брюшную стенку соответствовала полю облучения, с вовлечением подкожной клетчатки и кожи, на которой выявлялись резко выраженные лучевые изменения. Отсутствие сильных болей и удовлетворительное состояние также не соответствовали диа-



гнозу рака мочевого пузыря с вовлечением окружающих тканей или рецидива злокачественной опухоли яичника с распространением процесса на мочевой пузырь. Данные анамнеза и клинического обследования послужили основанием предположить лучевое повреждение, что было подтверждено биопсией.

Терапия лучевых реакций и осложнений. С целью профилактики лучевых реакций кожи рекомендуется смазывать области полей облучения эмульсией алоэ, топленым свиным жиром, «Бархатным» кремом, бальзамом Шостаковского в разведении 1:4. Запрещается мыть, растирать мочалкой и расчесывать кожу полей облучения.

При лечении лучевых реакций кожи используют витаминизированный рыбий жир, облепиховое масло. Применяя в радиологической клинике Городской больницы № 57 0,5% преднизолоновую мазь, мы убедились в ее эффективности. Эритема проходила через 4—5 дней, и кожа вновь становилась эластичной, в то время как без применения мази эритема стихала только через 1½—2 недели, оставляя сухость кожи.

При лечении сухого эпидермита применение 10% стрептоцидовой, 0,5% преднизолоновой или оксикортовой мази приводит к более быстрому купированию реакции. При влажном эпидермите кожу необходимо обрабатывать антисептическими средствами. Применяется раствор риванола 1:10 000, стрептоцидовая или синтомициновая эмульсия на рыбьем жире. Пузырьки необходимо вскрывать, стенки их иссекать, а раневую поверхность обрабатывать указанными антисептическими средствами, витаминизированным рыбьим жиром; 10% анестезиновая мазь уменьшает зуд и болевые ощущения.

Лечение лучевых циститов в основном сводится к промываниям мочевого пузыря антисептическими растворами 2—3 раза в неделю (риванол 1:10 000, фурацилин 1:5000), периодическим введением в пузырь 5% синтомициновой эмульсии и витаминизированного рыбьего жира. Применяются анальгетики. После определения бактериальной флоры и ее чувствительности к антибиотикам назначается соответствующая терапия, чаще всего фурадонин, левомецетин. Для снятия болей, спазмов и тенезмов целесообразно применять пресакральные новокаиновые (0,25%) блокады через каждые 3—4 дня.

Терапия поздних лучевых осложнений мочевого пузыря включает комплекс мероприятий, направленных на укреп-

пление общего состояния больного и ликвидацию местных изменений. Необходимо делать регулярные переливания консервированной крови (50—60 мл каждые 8—10 дней, всего 6—7 раз), проводить витаминотерапию (витамины С, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub> внутримышечно через день), внутривенное вливание Sol. Glucosae 40% 20 мл через день, всего 7—10 вливаний. Преднизолон 0,005 по 1 таблетке 2—3 раза в день. Рекомендуется ежедневно натошак принимать 50—100 мл 1% раствора новокаина. При индурации кожи, подкожной клетчатки и тканей малого таза проводятся циркулярные новокаиновые блокады, пресакральные новокаиновые блокады (Sol. Novocaini 0,25% 80—100 мл) 1 раз в 3—4 дня. Диета, исключающая алкоголь, специи, соленую и кислую пищу, ежедневное введение в мочевой пузырь витаминизированного рыбьего жира, медицинской желчи либо раствора хвойно-каротиновой пасты. После определения флоры и ее чувствительности к антибиотикам — соответствующая терапия (фурадонин 0,1 г 3—4 раза в день, левомецетин 0,5 г 3 раза в день). При проктитах — ромашковые микроклизмы 1 раз в день, масляные клизмы на ночь. Свечи анестезиновые 5—6 раз в день. Больным преклонного возраста необходима медикаментозная терапия, направленная на улучшение деятельности сердечно-сосудистой системы.

### ЗАЩИТА МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА ПРИ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ

В связи с широким применением источников ионизирующих излучений при лечении злокачественных новообразований возникает необходимость обеспечения защиты медицинского персонала от радиоактивных излучений. Имеющиеся установки для дистанционной гамматерапии (как отечественные, так и зарубежные) не обеспечивают полной защиты от излучения даже тогда, когда радиоактивный источник находится в контейнере, т. е. в нерабочем положении (М. Ш. Вайнберг, 1959). Мощность дозы на расстоянии 25 см от поверхности контейнера отечественного гамма-аппарата ГУТ-Со-400 равна 0,53 р/час, что создает предельно допустимую дозу (0,017 р) для обслуживающего персонала в течение 15 минут.

Защитные свойства кожуха аппарата ГУТ-Со-400 при нахождении препарата  $\text{Co}^{60}$  (активностью 400 г-экв. радия) в положении хранения характеризуются следующими данными:

| Расстояние от поверхности защитного кожуха (см)                                 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 500 | 100 |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|
| Время работы (минуты), в течение которого достигается предельно допустимая доза | 15 | 16 | 22 | 25 | 28 | 23  | 120 |

За время, указанное в таблице, медицинский персонал в процедурном помещении в момент укладки больных за рабочий день получит не более 0,013 р. Известно, что для укладки одного больного требуется в среднем 1—2 минуты. За рабочий день на гамма-установке могут получить лечение не более 10—12 человек, а если каждому больному об-

лучать 2 поля, что чаще всего и делают, то число их сокращается до 6—8. Таким образом, недостаточная защита гамма-установки значительно сокращает пропускную способность кабинета.

При проверке установлено, что мощность дозы на расстоянии 25 см от поверхности контейнера новых отечественных гамма-установок «Рокус» и «Рад» значительно меньше и не превышает 10 мр/час.

Изучая защиту аппаратов «Гамматрон-2» и ГУТ-Со-400, сотрудники дозиметрического отдела Московского научно-исследовательского рентгено-радиологического института получили результаты, которые приводятся в табл. 42.

ТАБЛИЦА 42

Результаты дозиметрических исследований защиты некоторых гамма-установок (данные Московского научно-исследовательского рентгено-радиологического института)

| Расстояние и место, где производились измерения                                     | ГУТ-СО-400          | «Гамматрон-2»                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|
| Разные точки на поверхности контейнера с источником в положении хранения            | От 7 до 25 мкр/сек  | 0,8 мкр/сек                     |
| Разные точки на расстоянии 50—55 см от контейнера с источником в положении хранения | От 1,8 до 4 мкр/сек | 0,1 мкр/сек                     |
| У двери при рабочем положении источника                                             | От 4 до 5 мкр/сек   | Меньше чувствительности прибора |
| В пультовой                                                                         | Менее 1 мкр/сек     | То же                           |

При укладке больного на процедурный стол медицинский персонал находится на расстоянии 50—55 см от контейнера с излучателем. Из табл. 42 видно, что мощность дозы излучения в этой зоне для аппарата «Гамматрон-2» 0,1 мкр/сек, а для ГУТ-Со-400 — 4 мкр/сек.

По мере увеличения знаний о биологическом действии излучения предельно допустимая доза снижалась. Так, в 1934 г. она составляла 0,2 р в день. В 1936 г. доза была снижена до 0,1 р, а в 1955 г. — до 0,05 р в день.

Защита на новых отечественных гамма-установках «Рокус», «Луч», «Рад» такая же, как на «Гамматроне-2».

Международная комиссия по радиологической защите установила, что предельно допустимая доза (дневная, недельная, годовая) — это такая доза ионизирующего излучения, которая в свете современных знаний и возможности регистрации не вызывает заметных повреждений человеческого организма в любой момент времени на протяжении его жизни. В соответствии с этими рекомендациями в Советском Союзе действуют санитарные правила, согласно которым предельно допустимая доза облучения за рабочую неделю снижена до 0,017 р в день, или 0,1 р в неделю.

В последние годы в радиологических отделениях широко применяется внутриполостной метод лучевой терапии. В связи с тем, что этот метод является одним из ведущих в плане комплексной лучевой терапии опухолей мочевого пузыря, мы считали своим долгом изучить условия внутриполостных процедур, определить возможные уровни облучения на разных этапах его выполнения и предложить методические рекомендации, которые способствовали бы наименьшему риску и максимальной эффективности. Изучая степень безопасности персонала в процессе внутриполостной процедуры, мы делали измерения величины дозы на разных этапах изготовления и применения линейных и объемных источников в реальных условиях.

**Работа с линейными и шаровидными источниками излучения.** Линейные препараты и бусы  $\text{Co}^{60}$  для внутриполостной лучевой терапии применяются в специальных баллонах-катетерах и зондах-баллонах. Общая активность вводимых в зонд препаратов обычно составляет 50—60 мкюри, что создает мощность дозы 100—120 р/час. Зонд готовит медицинская сестра, которая выполняет эту процедуру, находясь за защитным радиоманипуляционным столом (РМС). Один зонд заполняется радиоактивными источниками за 3 минуты. При выполнении этой процедуры руки, голова, корпус и ноги медицинской сестры подвергаются неравномерному облучению. Максимальную дозу излучения получают руки, которые не защищаются экраном стола. Доза, которая приходится на руки, может быть снижена только за счет увеличения расстояния от объекта до источника излучения применением дистанционного инструментария. Данные о степени облучения рук в зависимости от расстояния приведены в табл. 43.

Данные табл. 43 свидетельствуют о том, что при использовании дистанционных пинцетов продолжительность

ТАБЛИЦА 43

Доза, приходящаяся на руки работника при изготовлении источника активностью 45 мкюри (9 бус по 5 мкюри  $\text{Co}^{60}$ )

| Этапы рабочей процедуры                   | Изготовление источника                               |                      |            |                                 |                    |            |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------|------------|---------------------------------|--------------------|------------|
|                                           | с использованием дистанционных пинцетов длиной 25 см |                      |            | без пинцетов                    |                    |            |
|                                           | средняя мощность дозы (мкр/сек)                      | время (секунды)      | доза (мкр) | средняя мощность дозы (мкр/сек) | время (секунды)    | доза (мкр) |
| Отбор препаратов в транспортный контейнер | 200                                                  | 20                   | 4 000      | 2 400                           | 10                 | 24 000     |
| Введение препарата в зонд                 |                                                      |                      |            |                                 |                    |            |
| 1-го                                      | 9                                                    | 15                   | 120        | 110                             | 8                  | 880        |
| 2-го                                      | 18                                                   | 15                   | 240        | 220                             | 8                  | 1 760      |
| 3-го                                      | 27                                                   | 15                   | 405        | 330                             | 8                  | 2 640      |
| 4-го                                      | 36                                                   | 15                   | 540        | 440                             | 8                  | 3 520      |
| 5-го                                      | 45                                                   | 15                   | 675        | 550                             | 8                  | 4 400      |
| 6-го                                      | 54                                                   | 15                   | 810        | 660                             | 8                  | 5 280      |
| 7-го                                      | 63                                                   | 15                   | 945        | 770                             | 8                  | 6 160      |
| 8-го                                      | 72                                                   | 15                   | 1 080      | 880                             | 8                  | 7 040      |
| 9-го                                      | 81                                                   | 15                   | 1 215      | 990                             | 8                  | 8 030      |
| Фиксация препаратов                       | 81                                                   | 10                   | 810        | 81                              | 10                 | 810        |
| Всего . . .                               | —                                                    | 165<br>(2,75 минуты) | 12 000     | —                               | 92<br>(1,2 минуты) | 70 000     |

процедуры увеличивается более чем в 2 раза, зато доза, приходящаяся на руки персонала, снижается в 6 раз.

Во время изготовления источника излучения голова работника находится за защитным стеклом экрана на расстоянии 0,5 м от источника. На таком расстоянии при свинцовом эквиваленте стекла экрана 19 мм создается мощность дозы (при наличии на столе всего рабочего запаса), равная 5 мкр/сек. Без экрана на той же дистанции мощность дозы на уровне головы составляет 20 мкр/сек. За время всей процедуры за защитным столом голова получит дозу около 400 мкр, что в 125 раз ниже предельно допустимой дозы.

Корпус и ноги работника находятся за свинцовым экраном толщиной 80 мм, где мощность дозы излучения ме-

нее 1 мкр/сек. Доза облучения всего тела составляет не более 50 мкр за процедуру.

Таким образом, при работе за защитным радиоманипуляционным столом наибольшая доза приходится на руки манипулятора, все остальные части тела облучаются дозой, меньшей в 300 раз.

Второй этап заключается во введении источников излучения в полостной орган. Его выполняет врач, который находится за специальной защитной ширмой, имеющей толщину свинцового экрана 80 мм.

Доставку к рабочему месту зонда, находящегося в защитном контейнере с толщиной свинца 3 см, производит медицинская сестра. Длина ручки контейнера 0,5 м. На таком расстоянии мощность дозы составляет 3 мкр/сек. За время транспортировки источника (20—25 секунд) персонал подвергается облучению в дозе 60—90 мкр, при доставке источника без контейнера пинцетом длиной 25 см на вытянутой руке в течение 10 секунд мощность дозы составляет 15 мкр/сек, а общая доза — 150 мкр.

Проводя дальнейшую хронометрию, мы установили, что введение зонда в мочевой пузырь занимает 1 минуту, центрация — также одну минуту, фиксация зонда в полости — примерно 0,5 минуты. Таким образом, время процедуры составляет 2,5 минуты. Из этого количества времени первые 30 секунд источник находится снаружи на расстоянии 25 см от руки, где мощность дозы 81 мкр/сек. Остальные 2 минуты источник находится в полости тела, где мощность дозы на расстоянии 25 см от него 60 мкр/сек. Таким образом, доза облучения рук врача в процессе введения составляет  $(30 \times 81) + (60 \times 120) = 2430 + 7200 = 9630$  мкр  $\approx 0,01$  р. При работе без дистанционных пинцетов мощность дозы излучения увеличивается только в течение первой минуты, т. е. во время введения источника излучения. В этом случае мощность дозы на коже рук составляет 2400 мкр/сек, а доза излучения за 0,5 минуты  $2400 \times 30 = 72000$  мкр; к этой величине прибавляется 7200 мкр на остальных этапах; итого 79 200 мкр.

Транспортируют больного с введенным источником излучения санитары. Эта процедура состоит из трех этапов: укладка больного на каталку, перевозка и перекладывание его на койку. При укладке на каталку и на койку санитары находятся в зоне излучения с мощностью дозы 30—40 мкр/сек (дистанция 50—60 см). Перекладывание больного должно производиться быстро, но осторожно; на это



затрачивается не более 3 минут. Таким образом, общая доза облучения санитаров составит  $180 \times 35 = 6300$  мкр. При перевозке больных персонал находится на расстоянии 1 м от источника. Мощность дозы на таком расстоянии 8—9 мкр/сек. Среднее время транспортировки составляет 5 минут; суммарная доза за это время достигает—2400—2700 мкр, т. е. седьмая часть предельно допустимой дозы.

Одним из важных факторов внутриволостной лучевой терапии является контроль за правильным расположением источников в полости по отношению к опухоли. Для этих целей наиболее часто применяется рентгенологический контроль — рентгенография. Контрольное рентгенологическое исследование производится у постели больного при помощи передвижных рентгеновских аппаратов. Исследование больных в рентгеновском кабинете связано не только с большим дополнительным облучением персонала, но и с риском смещения источника. Контрольное исследование больного у постели производит рентгенотехник. Время исследования составляет 5 минут, из которых рентгенотехник облучается преимущественно в течение 30 секунд (во время установки кассеты и ее удаления). За это время руки попадают в зону излучения с мощностью дозы 60 мкр/сек (суммарная доза 1800 мкр), а корпус — 30 мкр/сек (суммарная доза 900 мкр). Чтобы уменьшить дозу облучения на этом этапе, следует пользоваться кассетами больших размеров (30×40), что позволяет более быстро их устанавливать.

Анализ всей процедуры введения в полость источников излучения со средней активностью 45 мкюри показывает, что врач и медицинская сестра получают дозу излучения значительно меньше предельно допустимой (табл. 44).

В табл. 44 и 45 приведены данные дозиметрии в момент введения и удаления радиоактивных препаратов из мочевого пузыря.

В табл. 45 нет данных о степени облучения медицинской сестры при разборе линейного источника после окончания курса лучевой терапии, поэтому мы даем их отдельно для рук: 1) демонтаж баллона-катетера занимает (2 минуты) —  $160 \times 120 = 0,020$  р; 2) обработка препаратов (2 минуты) — 0,02 р; 3) помещение в сейф (20 секунд) — 0,004 р. Всего 0,044 р.

**Безопасность персонала при внутриволостном введении макросуспензии  $\text{Co}^{60}$ .** Приготовление и введение макросуспензии производится при помощи специального аппарата.

ТАБЛИЦА 44

**Степень облучения медицинского персонала при введении  
в полость источника излучения общей активностью 45 мкюри**

| Этапы процедуры                             | Время<br>(минуты) | Доза излучения (р) |                |                    |                |             |             |
|---------------------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|-------------|-------------|
|                                             |                   | врач               |                | медицинская сестра |                | санитарка   |             |
|                                             |                   | руки               | корпус         | руки               | корпус         | руки        | корпус      |
| Отбор препаратов на изготовление зонда      | 2,5               | —                  | —              | 0,012              | 0,00005        | —           | —           |
| Введение источника в полость тела           | 2,5               | 0,01               | 0,00005        | —                  | —              | —           | —           |
| Транспортировка и укладка больного на койку | 5                 | 0,0001             | 0,0001         | —                  | —              | 0,02        | 0,01        |
| Рентгенологический контроль                 | 5                 | 0,002              | 0,001          | 0,002              | 0,001          | —           | —           |
| <b>Всего . . .</b>                          | <b>15</b>         | <b>0,0121</b>      | <b>0,00115</b> | <b>0,014</b>       | <b>0,00105</b> | <b>0,02</b> | <b>0,01</b> |

ТАБЛИЦА 45

**Степень облучения персонала в процессе выведения источника  
активностью 45 мкюри**

| Этапы процедуры                                        | Время<br>процедуры<br>(минуты) | Доза излучения (р) |               |                    |               |             |             |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|-------------|-------------|
|                                                        |                                | врач               |               | медицинская сестра |               | санитарка   |             |
|                                                        |                                | руки               | корпус        | руки               | корпус        | руки        | корпус      |
| Доставка больного                                      | 5                              | 0,0001             | 0,0001        | —                  | —             | 0,02        | 0,01        |
| Извлечение зонда, доставка к столу                     | 1                              | 0,0036             | 0,0001        | —                  | —             | —           | —           |
| Промывание зонда                                       | 2                              | —                  | —             | 0,0072             | 0,002         | —           | —           |
| Стерилизация                                           | 15                             | —                  | —             | —                  | —             | —           | —           |
| Извлечение из стерилизатора и помещение в рабочий сейф | 1                              | —                  | —             | 0,0003             | 0,0003        | —           | —           |
| <b>Всего . . .</b>                                     | <b>24</b>                      | <b>0,0037</b>      | <b>0,0002</b> | <b>0,0075</b>      | <b>0,0023</b> | <b>0,02</b> | <b>0,01</b> |

На изготовление и введение макросуспензии уходит около 2 минут. Данные о степени облучения персонала в течение этого времени, а также при транспортировке и контрольном рентгенологическом исследовании представлены в табл. 46.

ТАБЛИЦА 46

Степень облучения персонала при приготовлении и введении макросуспензии активностью 80 мкюри

| Этапы процедуры                                     | Время процедуры (минуты) | Доза излучения (р) |        |                    |        |           |        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|-----------|--------|
|                                                     |                          | врач               |        | медицинская сестра |        | санитарка |        |
|                                                     |                          | руки               | корпус | руки               | корпус | руки      | корпус |
| Извлечение флакона из сейфа и помещение в контейнер | 0,3                      | —                  | —      | 0,0006             | 0,0003 | —         | —      |
| Доставка контейнера к прибору                       | 0,3                      | —                  | —      | 0,0002             | 0,0002 | —         | —      |
| Приготовление макросуспензии                        | 0,5                      | 0,0001             | 0,0001 | 0,003              | 0,001  | —         | —      |
| Введение макросуспензии                             | 1,0                      | 0,0002             | 0,0002 | 0,0002             | —      | —         | —      |
| Транспортировка и укладка больного на койку         | 5                        | 0,0001             | 0,0001 | —                  | —      | 0,04      | 0,02   |
| Контрольное рентгенологическое исследование         | 5                        | 0,004              | 0,002  | 0,004              | 0,002  | —         | —      |
| Всего . . .                                         | 12,1                     | 0,0044             | 0,0024 | 0,0078             | 0,0035 | 0,04      | 0,02   |

По окончании внутриполостного облучения, которое продолжается 4—6 часов, больного доставляют из палаты в радиоманипуляционную, где выводят источник излучения.

Извлечение и промывание шариков  $\text{Co}^{60}$  осуществляется при дистанционном (2 м) управлении аппаратом. Отмытые источники извлекают из сосуда дистанционным пинцетом (50 см) и помещают в сейф. О степени облучения персонала при извлечении макросуспензии активностью 80 мкюри можно судить по данным табл. 47.

## Степень облучения персонала при извлечении макросуспензии

| Этапы процедуры                                   | Время процедуры (минуты) | Доза излучения (р) |        |                    |        |           |        |
|---------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|-----------|--------|
|                                                   |                          | врач               |        | медицинская сестра |        | санитарка |        |
|                                                   |                          | руки               | корпус | руки               | корпус | руки      | корпус |
| Доставка больного в радиоманипуляционную          | 5                        | 0,0001             | 0,0001 | —                  | —      | 0,04      | 0,02   |
| Присоединение баллона-катетера к аппарату         | 1                        | 0,0036             | 0,0012 | —                  | —      | —         | —      |
| Опорожнение баллона                               | 1                        | 0,0002             | 0,0002 | —                  | —      | —         | —      |
| Промывание баллона и системы                      | 2                        | 0,0004             | 0,0004 | 0,0021             | 0,001  | —         | —      |
| Извлечение сетки и помещение источников во флакон | 0,3                      | —                  | —      | 0,001              | 0,0005 | —         | —      |
| Помещение источника в сейф                        | 0,5                      | —                  | —      | 0,0002             | 0,0002 | —         | —      |
| Всего . . .                                       | 9,8                      | 0,0043             | 0,0019 | 0,0033             | 0,0017 | 0,04      | 0,02   |

Из всего изложенного выше видно, что методика внутривполостного облучения технически проста и легко выполняема. Однако, применяя ее, необходимо соблюдать правила охраны труда и техники безопасности для медицинского персонала, т. е. всегда пользоваться специальными инструментами и защитными приспособлениями.

Проведенные нами дозиметрические исследования позволили выявить степень лучевой опасности на разных этапах выполнения внутривполостного облучения и отработать ее до такого уровня, при котором медицинский персонал получает лучевую нагрузку значительно ниже предельно допустимой.

- Григорьева Н. В. Дистанционная гамматерапия рака мочевого пузыря. Дисс. канд. М., 1965.
- Гроссман Ф. С. Вестн. рентгенол. и радиол., 1931, 9, 4, 380.
- Гроссман Ф. С. Радиотерапия хирургических заболеваний. Ленинизд., 1937, 213.
- Гусев Н. Г. Труды конференции по применению радиоактивных изотопов в медицине. М., 1953, 12.
- Давыдова Е. М. Труды Московского областного научно-исследовательского клинического института (МОНКИ). М., 1949, 10.
- Добровольский В. И. Урология, 1928, 5, 1, 49, 23.
- Домшлаг М. П. Очерки клинической радиологии. Дисс. докт. М., 1958.
- Дубовой Е. Д. и Мотненко А. Н. В кн.: 2-я Всесоюзная конференция урологов. М., 1954, 160.
- Дунаевский Л. И., Григорьева Н. В. Материалы 5-й Всесоюзной конференции урологов. М., 1965, 27.
- Еремин И. К. Труды Воронежского медицинского института. Т. XIII, юбилейная научная сессия. Воронеж, 1961, 144.
- Еремин И. К. В кн.: Научная сессия Воронежского областного рентгенологического, радиологического и онкологического института. Воронеж, 1955, 18.
- Ерухимов Л. С. Распознавание и лечение злокачественных опухолей мочевого пузыря. Дисс. докт. М., 1967.
- Жукова М. Н. Труды 3-й Всесоюзной конференции урологов, М., 1960, 28.
- Жукова М. Н. Тезисы докладов 3-й Всесоюзной конференции урологов. Тбилиси, 1958, с. 17.
- Жукова М. Н. и Репкина И. К. Урология, 1957, 1, 40.
- Зильбер Л. А. Вирусная теория происхождения злокачественных опухолей. Медгиз, М., 1946.
- Иваницкая Е. П., Хрущев М. М., Кочаровская И. Б. Доклады научной сессии Московского научно-исследовательского института рентгенологии и радиологии. М., 1961.
- Исаев Б. М., Маргулис О. Я. Вестн. рентгенол. и радиол., 1954, 1, 68.
- Кантин А. В. Вестн. рентгенол. и радиол., 1953, 1, 39.
- Кантин А. В., Чочна К. Н., Герасимьяк В. Г., Никонова О. Н., Петухова Л. В., Старшинин А. И., Шварценберг Е. М. Труды Научно-исследовательского института рентгенологии и радиологии и II Пленума правления Общества рентгенологов и радиологов, Медгиз, 1955, 51.
- Козлова А. В. Лучевая терапия больных с запущенными формами злокачественных новообразований. Дисс. докт. М., 1951.
- Козлова А. В. Вестн. рентгенол. и радиол., 1951, 2, 10.
- Козлова А. В. Труды Научно-исследовательского института рентгенологии и радиологии и II Пленума правления Общества рентгенологов и радиологов. Медгиз, М., 1955, 244.
- Козлова А. В. Основы радиовой терапии. Медгиз, М., 1956.
- Козлова А. В. Медиц. радиол., 1959, 1, 12.
- Козлова А. В. Методика применения радиоактивных изотопов с лечебной целью. Руководство для врачей. Медгиз, М., 1960.
- Козлова А. В. Радиобиол., радиотер., 1962, 3, 3.
- Козлова А. В. Актуальные вопросы лучевой терапии. Мед. радиол., 1962, 4, 3—8.

- Козлова А. В. Мед. радиол., 1962, 6, 5.
- Козлова А. В., Поройков И. В. Вестн. рентгенол. и радиол., 1951, 1, 9.
- Козлова А. В., Саркисян Ю. Х. Мед. радиол., 1962, 7, 11.
- Козлова А. В., Саркисян Ю. Х., Цыбульский И. Б. Мед. радиол., 1962, 11, 32.
- Козлова А. В., Саркисян Ю. Х., Фролова А. В., Павлова Т. Г. Мед. радиол., 1964, 1, 4.
- Козлова А. В., Попова Т. В., Костроминна К. И. Материалы объединенной научной конференции по новым методам лучевой диагностики, терапии и дозиметрии. В. I. Киев, 1965, 121.
- Козлова А. В., Попова Т. В., Соверикова И. Е. Мед. радиол., 1966, № 11, 3.
- Корин Д. Л., Марусев Е. А. Урология, 1964, 1, 46.
- Клиническая дозиметрия. Серия технических докладов № 43. Вена, 1965.
- Крайзельбург Л. П., Федорова А. К. и Ремеева Ф. К. В сб.: Материалы по борьбе со злокачественными опухолями, № 2. Уфа, 1951, 24.
- Кронгауз А. Н. Исследования в области дозиметрии рентгеновых и радиевых лучей. В сб.: Государственный институт рентгенологии и радиологии. Обзор деятельности за 1924—1954 гг. М., 1954, 75.
- Кронгауз А. Н. Вестн. рентгенол. и радиол., 1959, 3, 52.
- Кронгауз А. Н. Измерение и расчет поглощенных доз при внешнем и внутреннем облучении. М., 1963.
- Кронгауз А. Н. и Алиев Б. М. Мед. радиол., 1963, 8, 2, 10.
- Кронгауз А. Н., Петров В. А., Линчевская Г. А., Палладиева Н. М. Измерение и расчет поглощенных доз при внешнем и внутреннем облучении. Медгиз, М., 1963.
- Кучера Я. Н. Урология, 1963, 4, 45.
- Левант Д. Е. Тезисы докладов 3-й Всесоюзной конференции урологов. Тбилиси, 1958, 21.
- Левант Д. Е. Труды 3-й Всесоюзной конференции урологов. Медгиз, М., 1960, 10.
- Левингер, Яфа, Браунелл. В кн.: Радиационная дозиметрия. Под ред. Д. Хайна и Г. Браунелла. М., 1958, 570.
- Лукьянченко Б. Я. Хирургия, 1964, 1, 128.
- Лукомский Г. И., Березов Ю. Е. Эндоскопическая техника в хирургии. Изд. «Медицина», М., 1967.
- Мамиконов М. Г. Труды 1-й Республиканской конференции урологов Азербайджана. Баку, 1958, 278.
- Маршенбах Е. Б. Урология, 1964, 2, 44.
- Мгалоблишвили Г. И. Урология, 1960, 4, 17.
- Милославский И. М., Школьник М. И., Файн Е. А. Тезисы доклада 1-й конференции урологов Грузинской ССР. Тбилиси, 1961, 184.
- Морозов А. И. Диагностика и лечение эпителиальных опухолей мочевого пузыря. Дисс. канд. М., 1955.
- Мыш В. М. Клинические лекции по урологии. Государственное издательство биологической и медицинской литературы, М., 1936.
- Невская Г. Ф. Вестн. рентгенол. и радиол., 1959, 2, 63.
- Нейман И. М., Синай А. Я., Темкин И. С. Труды 2-й Всесоюзной конференции урологов. Госмедиздат, М., 1954, 159.

- Нихамкина Е. А. Урология, 1958, 3, 58.
- Нихамкина Е. А. Тезисы докладов 3-й Всесоюзной конференции урологов. Тбилиси, 1958, 21.
- Нихамкина Е. А. Труды 3-й Всесоюзной конференции урологов. М., 1960, 35.
- От редакции. Урология, 1964, 4, 47.
- Павлов А. С. Вопросы рентгенологии и радиологии. Т. 10, 1959, 265.
- Павлов А. С. Радиобиология-радиотерапия, 1960, 1, 61.
- Павлов А. С. Труды VII Всесоюзного съезда рентгенологов и радиологов. Саратов, 1961, 172.
- Павлов А. С. Хирургия, 1962, 7, 144.
- Павлов А. С. Внутритканевая  $\gamma$ - и  $\beta$ -терапия злокачественных опухолей. Дисс. докт. М., 1963.
- Палладиева Н. М. Исследование пространственного распределения  $\gamma$ -излучения от источника  $\text{Co}^{60}$  различной геометрической формы в тканеподобных средах. Дисс. канд. Л., 1952.
- Переслегин И. А. Материалы межобластной научно-практической конференции рентгенологов, радиологов, рентгенолаборантов Северо-Запада РСФСР. Архангельск, 1964, 3.
- Перельман С. Урология, 1934, XI, I, 57.
- Перумова Н. Д. Фотографический метод дозиметрии  $\gamma$ -лучей радия для клинической практики. Дисс. докт. Л., 1952.
- Петров В. А. Доклад на конференции организаторов противораковой борьбы. Рукопись. Ленинград, 17—19/XII 1953 г.
- Пинчук Г. И. Тезисы докладов на конференции врачей Ростовской области. Ростов-на-Дону, 1959, 43.
- Побединский М. Н. В кн.: Всесоюзное общество рентгенологов. Пленум, проведенный 16—20/VI 1952 г. Тезисы докладов. М., 1952.
- Побединский М. Н. Доклад на конференции по вопросам организации противораковой борьбы. Рукопись. Ленинград, 17—19/XII 1953 г.
- Побединский М. Н. Лучевые осложнения при рентгено-радиотерапии. Медгиз, М., 1954.
- Погожева Л. Н. Вестн. рентгенол. и радиол., 1961, 6, 64.
- Погожева Л. Н. Урология, 1963, 5, 44.
- Полонский Б. Л. Тезисы докладов 3-й Всесоюзной конференции урологов. Тбилиси, 1958, 11.
- Полонский Б. Л. Урология, 1963, 5, 39.
- Полонский Б. Л. Материалы 5-й Всесоюзной конференции и урологов. М., 1965.
- Пытель А. Я. Врач. дело, 1953, 3, 261.
- Пытель А. Я. Урология, 1964, 3, 33.
- Пытель А. Я. Материалы 5-й Всесоюзной конференции урологов. М., 1965.
- Пытель А. Я. Пытель Ю. А. Рентгенодиагностика урологических заболеваний. М., 1966.
- Раевский Б. Дозы радиоактивных излучений и их действие на организм. Таблицы и пояснения к обоснованию мероприятий по защите от излучения. Перевод с немецкого. Медгиз, М., 1959.
- Репкина И. К. Сборник научных трудов Института усовершенствования врачей № 1. Минск, 1958, 58.



- Рихтер Г. А. Злокачественные опухоли мочевого пузыря и их лечение. Медгиз, М., 1959.
- Розенцвейг Б. К. Труды 1-й Украинской конференции рентгенологов и онкологов. Харьков, 1934, 81.
- Розенцвейг Б. К., Суханов М. Е. Труды 2-й Всесоюзной конференции урологов. Госмедиздат, М., 1954, 156.
- Розенцвейг Б. К. и Суханов М. Е. Врач. дело, 1955, 4, 331.
- Сабельников И. И. Урология, 1963, 4, 40.
- Савченко Е. Д., Григорьева Н. В. Мед. радиол., 1964, 2, 44.
- Саркисян Ю. Х. Тезисы докладов I Всероссийского съезда рентгенологов и радиологов. Куйбышев, 1961, 127.
- Саркисян Ю. Х., Зубовский Г. А. Мед. радиол., 1961, 10, 39.
- Саркисян Ю. Х. Мед. радиол., 1962, 10, 38.
- Саркисян Ю. Х. Мед. радиол., 1967, 7, 14.
- Симонова В. И. Тезисы докладов 3-й Всесоюзной конференции урологов. Тбилиси, 1958, 16.
- Стрелин Г. С. В кн.: Биологическое действие ионизирующих излучений, дозиметрия и применение радиоактивных веществ с лечебной целью. Медгиз, М., 1954, 19.
- Суханов М. Е. Урология, 1955, 3, 38.
- Тагер И. Л., Перельман В. М. Урология, 1960, 25, 4, 24.
- Тагер И. Л., Сантоницкий М. Fortschs. Röntgenstr., 1936, 53, 882.
- Таукенов М. Т. К методике лечения опухолей мочевого пузыря. Дисс. канд. Алма-Ата, 1961.
- Таубкин Г. Г. Урология, 1956, 3, 64.
- Темкин И. С. Сов. мед., 1948, 2, 17.
- Утехин Е. В. Распределение доз гамма-излучения радиоактивного Со<sup>60</sup> в различных частях тела человека. Дисс. канд. Л., 1954.
- Файнштейн З. В. Труды 2-й Всесоюзной конференции урологов. М., 1954, стр. 154.
- Файнштейн З. В. Урология, 1963, 4, 43.
- Федоров А. К. Доклады 1-й научно-практической конференции по медицинской радиологии. Уфа, 1958, 62.
- Фриц В. Б. Краткий реферат доклада на 1-й научной конференции аспирантов и ординаторов I Московского медицинского института. М., 1957, 75.
- Фронштейн Р. М. В кн.: Злокачественные опухоли. Клиническое руководство под ред. Н. Н. Петрова. Госмедиздат, М., 1934, 359.
- Фрумкин А. П. Труды 2-й Всесоюзной конференции урологов. Медгиз, М., 1954, 166.
- Фрумкин А. П. Тезисы докладов 3-й Всесоюзной конференции урологов. Тбилиси, 1958, 21.
- Хольцов Б. Н. В кн.: Клиника злокачественных опухолей. Т. 2. В. 1. Медгиз, М., 1930, 35.
- Хрущов В. И. Урология, 1961, 5, 46.
- Цулукидзе А. П. Тбилисский ин-т усовершенствования врачей. Сборник трудов. Т. II, Тбилиси, 1951.
- Шабад Л. М. Сов. мед., 1949, 6, 1.
- Шапиро И. Н. Опухоли мочевого пузыря. Новообразования органов мочевой и мужской половой систем. Клиника и лечение. Медгиз М., 1950.
- Шапиро И. Н. Труды 2-й Всесоюзной конференции урологов. Медгиз, М., 1954, 167.

Шапиро И. Н., Фронштейн Р. М. В кн.: Злокачественные опухоли. Клиническое руководство. Т. 2. Под ред. Н. Н. Петрова, глава XVII, 842. Медгиз, М., 1952.

Шварценберг Е. М. Лучевое лечение опухолей мочевого пузыря. Дисс. канд. Л., 1957.

Шварценберг Е. М. Урология, 1958, 3, 32.

Шварценберг Е. М. В кн.: Вопросы клинической радиологии. Л., 1960, 78.

Шербина М. Г., Струцовская С. В., Репина В. А. В кн.: Вопросы клинической радиологии. Л., 1960, 264.

Эпштейн И. М. Урология. Медгиз, М., 1959.

Эрямкин Г. И. Урология, 1960, 4, 31.

Юзефович К. М. В сб.: Проблемы клинической онкологии. Одесский рентгено-онкологический институт. Одесса, 1938, 75.

Allan J., Nelson M. The contribution of radiotherapy to the treatment of cancer of the bladder. M. J. Ausbrucia, 1955, 1, 94.

Anderson J. C. Brit. J. Urol., 1958, 30, 3, 330.

Armstrong W. D., Bonser G. В сб.: Современные проблемы онкологии, VI (XIX). Серия Б, 1951, № 3 (6).

Banel D. Brit. J. Urol., 1950, 22, 381.

Barringer B. S. J. Am. Med. Ass. Chicago, 1942, 120, 2, 909.

Battezzati M., Belardi P., Donini J., Becchi G. Minerva chir. Torino, 1963, v. 18, N. 4, p. 153—156.

Becker J., Scheer K. E. Z. Urol., 1953, 46, 3, 161.

Becker J., Scheer K. Strahlentherapie, 1953, 90, 546.

Becker J. Strahlentherapie, 1956, 101, 2, 208.

Beer E. Am. J. Surg., 1928, 4, 154.

Beer E. Am. J. Surg., 1937, 38, 192.

Bensaude R. Maladies de l'intestin. Paris, 1935.

Berry N., Burr R. Canad. Med. Ass. J., 1956, 75, 93.

Bilger T., Raiga J. C., Burg C., Chevallier A. J. d'Urol., 1955, 61, 10, 743.

Bistolfi F., Alberti C. Radiol. Med., 1956, 42, 11, 1100.

Bloom H. Brit. J. Radiol., 1960, 33, 392, 471.

Bloom H. J. Brit. J. Radiol., 1960, 33, 471.

Blomfield G. Современные проблемы онкологии, 1959, 6, 31.

Brady J., Gislason G. Am. J. Roentgenol., 1963, 89, 1, 150.

Bratherton D. Brit. J. Radiol., 1955, 28, 508.

Browne H., Ogden D. Am. J. Roentgenol., 1960, 83, 1.

Bruser (Брусер). Установки для телетерапии с радиоактивными изотопами. Материалы Международной конференции в Женева. Т. 10, 1955.

Boland J. Brit. J. Radiol., 1957, 30, 351.

Busby S. M. Canad. Med. Ass. J., 1955, 73, 872.

Busby S. M. Canad. J. Surg., 1957, 1, 69.

Burkell C. C., Narton F. A. Am. J. Roentgenol., 1956, 76, 5, 895.

Buschke F. Radiology, 1957, 69, 489.

Crigler C., Fletcher G., Miller L., Jones S. South Med. J., 1959, 52, 9, 1091.

Catton G. E. Canad. Ass. Radiol., 1957, 8, 36.

Colby F., Shiffen R. J. Urol., 1947, 57, 1, 133.

Cordonnier J., Seaman N. J. Urol. (Baltimore), 1956, 76, 3, 256.

- Couvelaire R., Mozzoni A. J. Urol. med. chir., 1959, 65, 12, 871.
- Cox R. Brit. J. Radiol., 1960, 33, 480.
- Cova P., Sarasin R., Sko G. Am. Radiol., 1961, 4/7, 463.
- Cuccia C., Jones S., Grigler C. J. Urol. (Baltimore), 1958, 79, 1, 99.
- Cuccia C., Jones S., Grigler C. J. Radiology, 1958, 71, 5, 788.
- Dean A. J. Urol. (Baltimore), 1948, 60, 92.
- Dean A., Mostofi F., Thomson R., Clark M. J. Urol. (Baltimore), 1954, 71, 5.
- Denoix R., Schwartz D. Tabac et cancer de la vessie. Bull. Assoc. franç. étude cancer, 1956, 43, 4, 387.
- Dickson R., Lang E. Am. J. Roentgenol., 1960, 83, 1.
- Dikes G., Masina H. Brit. J. Urol., 1949, 21, 4, 272.
- Doornbos F. Medica mundi, 1960, 6, 4, 92.
- Dutreix J. J. Radiol. Electrol., 1961, 42, 3—4, 127.
- Edsmyr F., Jacobson F., Dahl O., Walston R. Труды Международного ракового конгресса. Т. 4. М., 1963, 285.
- Einhorn H. Dtsch. Gesundheitswesen, 1956, 48, 1636—1642.
- Einhorn H., Larsson I., Ragnhult J. Acta Radiol., 1955, 43, 298.
- Ellis F. Brit. J. Clin. Pathol., 1956, 10, 681.
- Ellis F., Lewis C., Oliver R., Hall E. München, 1959, Abhandlungen, 844.
- Ellis F., Oliver R. Brit. Med. J., 1955, 4906, 136.
- Emmett J., Winterringer J. J. Urol. (Baltimore), 1955, 73, 502.
- Emmett J. B сб.: VIII Congr. Radiol. T. X. Mexico, 1956.
- Ferguson R. Am. J. Surg., 1937, 38, 137.
- Fawry R. Журн. Современные проблемы онкологии, 1956, 6.
- Fletcher G. H. Proc. Confer. Res. Radiother. Cancer, 1961, 179.
- Flocks R. J. Amer. Med. Assoc., 1951, 135, 295.
- Frank E. Brit. J. Clin. Pract., 1956, 10, 10, 681.
- Franksson C. Tumours of the urinary bladder. A pathological and clinical study of four hundred and thirty-four cases. Diss. Stockholm, 1950.
- Frecker E. Radiology, 1955, 65, 6.
- Friedman M. Radiology, 1959, 73, 2.
- Friedman M., Lewis L. Radiology, 1949, 53, 3, 342.
- Friedman M., Lewis L. Am. J. Roentgenol., 1958, 79, 1.
- Gary-Bobo J., Pourquier H., Belotte J. J. Radiol. Electrol., 1963, 44, 1—2, 149.
- Gibson R. Brit. J. Urol., 1950, 22, 424.
- Goin H., Hoffman D. Radiology, 1941, 37, 5, 545.
- Herman K., Alendorf W. Радиобиология, радиотерапия (Берлин), 1963, 3, 327.
- Ham H. Proc. Cell. Radiologists. Australia, 1957, 1, 21.
- Harris R. S. Los Alamos Sc. Laborat. Rep., 1954.
- Hellriegel W., Schwartz J., Lott J. Strahlentherapie, 1962, 119, 2, 177.
- Higbee F. J. Urol., 1955, 73, 498.
- Hinman Fr., Schulte J., Low-Beer. Further experiency with intracavitary radiocobalt for bladder tumors. J. Urol. (Baltimore), 1955, 73, 285.
- Hliniak A. Nowotwory, 1961, 11, 1—2, 201.

- Hliniak A. Nowotwory, 1962, 12, 4, 291.
- Hofmann D. Strahlentherapie, 1955, 97, 239.
- Hupka S., Simko S., Siracky J., Kuppenova A. Neoplasma, 1961, 8, 3, 295.
- Jacobs M. L. In Roentgens, Rads and Riddles, 356. A Symposium on supervoltage. Therapy. US Atomic Energy Commission, 1959.
- Jentzer A., Wlyneth R. Schweiz. med. Wschr., 1954, 18, 515.
- Jewett H. J. Urol. (Baltimore), 1958, 79, 87.
- Jewett H. J. Urol. (Baltimore), 1959, 82, 92.
- Jusbin J., Cordonier J., Seaman W. J. Urol. (Baltimore), 1956, 76, 250.
- Kelly K. H. a. Felsted E. T. Nat. Cancer inst., 1951, II, 967.
- Kligerman M., Tapley R., Jacob G. Am. J. Roentgenol., 1958, 79, 3, 387.
- Kunkler R., Rains A., Livingstone F. Treatment of cancer in clinical practice. Edinburgh and London, 1959, 537.
- Kuttig H., Becker J. Radiology, 1962, 6, 206.
- Lenz W., Canill H., Melicow G., Donlan Ch. Am. J. Roentgenol., 1947, 4, 486.
- Lilinfeld A., Levin M., Moore G. Arch. intern. Med., 1956, 98, 2, 129.
- Lougheed M. H. Brit. J. Urol., 1957, 29, 3, 236.
- Mackay N. J. Urol. (Baltimore), 1956, 76, 396.
- Marquardt H. Strahlentherapie. Sonderband, 1957, 37, 313.
- Marshall F. J. Amer. Med. Assoc., 1947, 7, 501.
- Marshall F. Textbook of urology. 2nd ed. N. Y. a.o., Hoeber medical division, 1964, 12, 355 with ill.
- Mathews R. Am. J. Surg., 1931, 11, 343.
- Maxfield J., Wermooten V. B. c6.: VIII Congr. Radiol. T. X. Mexico, 1956.
- Mayor G. Schweiz. med. Wschr., 1954, 84, 510.
- Mayor G. Urologia intern., 1955, 1, 25.
- Melamed M., Koss L., Ricci A., Whitmore E. Cancer. (Philad.), 1960, 13, 1, 67.
- Millen S. Brit. J. Urol., 1950, 22, 430.
- Milner W. J. Urol. (Baltimore), 1946, 55, 6.
- Moore E., Gamble E., Goodwin J. J. Urol. (Baltimore), 1955, 73, 410.
- Morrison R. Clin. Radiol., 1960, 11, 2, 125.
- Mostofi F., Levitin F., Gerande R. J. Urol. (Baltimore), 1956, 75, 480—491, 492—500.
- Müller J. Clin. Radiol., 1954, 23, 285.
- (Müller Y). Мюллер И. Материалы Международной конференции по мирному использованию атомной энергии. Т. 10. М., 1958, 137.
- Nelson Ch. Med. J. Australia, 1955, 1, 94.
- Nelson Ch. South Am. Med. J., 1955, 48, 245.
- Nelson Ch., Williams L. J. Urol. (Baltimore), 1955, 73, 292.
- Нягу С., Дуван Г., Ругендорф (Бухарест). Урология, 1961, 1, 12.
- Paterson R. Brit. J. Radiol., 1960, 33, 271.
- Pfeifer W., Würdinger H. Radiology, 1962, 6, 215.
- Plank L. E., Grossman J. W., Campanella S. D. J. Urol. (Baltimore), 1957, 78, 4, 402.
- Poppe E. Tskr. Norske Laegeforb., 1959, 79, 1452.

- Pourquier H. La télécobalt-thérapie principe-dosimétrie, principales applications en cancérologie. Paris, 1962.
- Ratti A. Strahlentherapie, 1959, 109, 226.
- Redd B. L. In: Roentgens, Rads and Riddles, p. 377. Symposium on Supervoltage Radiation. Therap. US Atomic Energy Commission, 1959.
- Renner K., Rossman K. Radiology, 1962, 6, 221.
- Riches E., Winder B. In: Modern trends in urology, edited by sit. Eruc Riches. London, Butterworths, 1960, 209.
- Riches E. Urol., 1963, 4, 339.
- Rusche C., Jaffe H. J. Intern. College of Surgeons, 1959, 31, 305.
- Rode J., Gyenes G. Radiobiol. Radiother., 1960, 1, 18.
- Rode J. Радиобиология и радиотерапия, 1962, 3, 153.
- Rose R. J. Urol. (Baltimore), 1946, 3, 267.
- Rubin Ph., Buran R. Radiology, 1959, 73, 2.
- Rusche C., Jaffe H. J. Urol. (Baltimore), 1958, 79, 474.
- Rusche C., Jaffe H. J. Intern. College of Surgeons, 1959, 31, 305.
- Schick R. E. Strahlentherapie, 1956, 99, 510.
- Schinz H. R. Fortschr. Röntgenstr., 1957, 86, 363.
- Schulte H., Hinman D., Bertram C. J. Urol. (Baltimore), 1952, 67, 916.
- Scott O., Kay F. N. Y. State J. Med., 1927, 27, 17.
- Smith J. H., Lott J. S. Am. J. Roentgenol., 1959, 79, 406.
- Smith J. H. u. Lott J. S. Amer. J. Roentgenol., 1958, 79, 406.
- Smithers D. V. Brit. J. Radiol., 1953, 26, 71.
- Smithers D. V. Strahlentherapie, 1954, 95, 79.
- Swinnev J. Brit. J. Urol., 1957, 29, 3, 241.
- Temeliesco J. J. d'Urol., 1956, 62, 7/8, 482.
- Thompson G. J. Amer. Med. Assoc., 1960, 172, 1, 28.
- Thompson G. Brit. J. Surg., 1960, 47, 204, 419.
- Tobol O., Chodonsky Z. Radiol.—Radiotherapie, 1963, 4, 6, 647.
- Trial R., Rose R. J. Radiol. Electrol., 1960, 41, 5.
- Trial R., Rose R. Strahlentherapie, 1960, 113, 3, 319.
- Tubiana M., Bernard C., Lalanne C. Acta radiol. (Stockholm), 1959, 52, 321.
- (Tubiana M.) Труды VIII Международного противоракового конгресса. Т. 4. М., 1963, 205.
- Углич К. Урология, 1962, 27, 1, 48.
- Uhlman E. M. Radiology, 1951, 73, 1.
- Vermooten V. J. Urol. (Baltimore), 1955, 73, 2, 280.
- Vermooten V. J. Urol. (Baltimore), 1955, 74, 1, 85.
- Vermooten V., Maxfield J. J. Urol. (Baltimore), 1955, 74, 6, 767.
- Walinder G. Acta Radiol., 1955, 44, 521.
- Wallace D. M. Proc. Roy. Soc. Med., 1953, 46, 4, 240.
- Wallace D. M. Tumors of the bladder. Edinburgh and London, 1959.
- Wallace D. M., Stapleton J. L., Turner J. Brit. J. Radiol., 1957, 25, 421.
- Wallace D. M., Walton R. J., Sinclair W. K. Brit. J. Urol., 1949, 21, 4, 357.
- Walter de Cruyter. Radioaktive Isotope in der Chirurgie. Berlin, 1961.
- Wambersie A., Maisin J. J. Belge Radiol., 1958, 41, 6, 685.

Wasilewski M., Malinowski Z., Jasinski W. Nowotwory.  
1961, 11, 1—2, 183.  
Wasilewski M., Malinowski L. Мед. радиол., 1962, VII, 11,  
32.  
Wasilewski M., Malinowski Z., Jasinski W. Nowotwory  
1962, 12, 4, 301—308.  
Wasilewski M. Урология, 1963, 28, 2, 76.  
Watson T., Burkell C. Brit. J. Radiol., 1959, 32, 375, 143.  
Вацлав Пачес Урология, 1964, 1, 42.  
Wayman B. J. Urol. (Baltimore), 1950, 64, 3, 469—483.  
Викторов И., Патриков Т., Цолов В., Наков Э. Урология  
1963, 6, 39.  
Wildbolz E., Poretti G. Brit. J. Radiol., 1958, 31, 372, 669.  
Williams K., Horwitz H. Am. J. Roentgenol., 1956, 76, 919.  
Wilson C. W. Brit. J. Radiol., 1957, 30, 269.  
Whitmore W., Marshall V. J. Urol. (Baltimore), 1962, 87, 853

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Предисловие . . . . .                                                                                                  | 3   |
| Глава I. Краткая характеристика первичных эпителиальных злокачественных опухолей мочевого пузыря . . . . .             | 5   |
| 1. Факторы, влияющие на развитие опухолей мочевого пузыря . . . . .                                                    | 5   |
| 2. Классификация рака мочевого пузыря . . . . .                                                                        | 7   |
| 3. Диагностика рака мочевого пузыря . . . . .                                                                          | 11  |
| Глава II Современное состояние вопроса о лечении злокачественных опухолей мочевого пузыря . . . . .                    | 18  |
| А. Оперативное лечение . . . . .                                                                                       | 18  |
| Б. Лучевая терапия . . . . .                                                                                           | 22  |
| 1. Дистанционные методы лучевой терапии . . . . .                                                                      | 23  |
| Рентгенотерапия . . . . .                                                                                              | 24  |
| Дистанционная гамматерапия . . . . .                                                                                   | 26  |
| Терапия тормозным излучением высоких энергий . . . . .                                                                 | 31  |
| 2. Внутриполостной метод лучевой терапии . . . . .                                                                     | 35  |
| 3. Внутритканевый метод лучевой терапии . . . . .                                                                      | 54  |
| 4. Комбинированные методы лечения . . . . .                                                                            | 59  |
| Глава III. Показания и противопоказания к лучевой терапии. Подготовка больных к облучению . . . . .                    | 67  |
| 1. Определение локализации опухоли, методика изготовления поперечного среза и дозного поля на уровне опухоли . . . . . | 69  |
| 2. Центрация пучка излучения при дистанционной гамматерапии опухолей мочевого пузыря . . . . .                         | 71  |
| 3. Влияние формы тела больного на изодозное поле . . . . .                                                             | 74  |
| 4. Подготовка больных с опухолями мочевого пузыря к внутриполостному облучению . . . . .                               | 82  |
| Глава IV. Методы лучевой терапии опухолей мочевого пузыря и их дозиметрическое обоснование . . . . .                   | 84  |
| А. Методика лечения и расчет доз при дистанционной гамматерапии . . . . .                                              | 84  |
| 1. Статическая гамматерапия . . . . .                                                                                  | 85  |
| 2. Ротационная гамматерапия . . . . .                                                                                  | 97  |
| 3. Дистанционная гамматерапия через свинцовую решетку . . . . .                                                        | 99  |
| 4. Дистанционная гамматерапия через свинцовый клиновидный фильтр . . . . .                                             | 107 |
| Б. Методика лечения и расчет доз при внутриполостном облучении опухолей мочевого пузыря . . . . .                      | 112 |
|                                                                                                                        | 215 |



|                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Методика лечения и расчет доз при внутриволо-<br>стном введении радиоактивного раствора золота<br>(Au <sup>198</sup> ) . . . . .    | 113 |
| 2. Методика лечения и расчет доз при внутриволо-<br>стном введении радиоактивного раствора натрия<br>(Na <sup>24</sup> ) . . . . .     | 126 |
| 3. Методика лечения и расчет доз при внутриволо-<br>стном применении радиоактивного раствора<br>кобальта (Co <sup>60</sup> ) . . . . . | 133 |
| 4. Методика лечения и расчет доз при внутриволо-<br>стном введении радиоактивных бус Co <sup>60</sup> . . . . .                        | 137 |
| 5. Методика лечения и расчет доз при внутриволо-<br>стном применении макросуспензии Co <sup>60</sup> . . . . .                         | 147 |
| 6. Методика лечения и расчет доз при сочетанной<br>лучевой терапии опухолей мочевого пузыря . . . . .                                  | 155 |
| Глава V. Результаты лучевой терапии больных с опу-<br>холями мочевого пузыря . . . . .                                                 | 164 |
| 1. Результаты лучевой терапии в зависимости от<br>стадии заболевания . . . . .                                                         | 166 |
| 2. Результаты лечения в зависимости от гистоло-<br>гического строения опухоли . . . . .                                                | 173 |
| 3. Результаты лечения в зависимости от метода лу-<br>чевой терапии . . . . .                                                           | 175 |
| 4. Результаты лечения при сочетании дистанцион-<br>ного и внутриволостного облучения . . . . .                                         | 178 |
| 5. Результаты лечения комбинированным методом . . . . .                                                                                | 182 |
| Глава VI. Реакции и осложнения при лучевой терапии<br>опухолей мочевого пузыря, их профилактика и лечение . . . . .                    | 187 |
| Глава VII. Защита медицинского персонала при терапев-<br>тическом применении радиоактивных изотопов . . . . .                          | 196 |
| Литература . . . . .                                                                                                                   | 205 |

16823  
БИБЛИОТЕКА  
РОССИЙСКОГО  
МЕДИЦИНСКОГО ИНСТИТУТА  
ПЕРЕСЛЕГИН ИВАН АНДРЕЕВИЧ  
И САРКИСЯН ЮРИЙ ХОРЕНОВИЧ

# Лучевая терапия злокачественных опухолей мочевого пузыря

Редактор Е. Б. Мазо

Техн. редактор В. С. Артамонова.

Корректор Э. А. Богомолова

Художественный редактор И. М. Иванова

Сдано в набор 29/V 1969 г. Подписано к печати 12/IX 1969 г. Формат  
бумаги 84 × 108<sup>1</sup>/<sub>32</sub> печ. л. 6,75 + 0,25 печ. л. вкл. (условных 11,76 л.)  
11,30 уч.-изд. л. Бум. тип. № 1. Тираж 5500 экз. Т-08889 МН-78

Издательство «Медицина». Москва, Петроверигский пер., 6/8.  
Заказ 428. 11-я типография Главполиграфпрома Комитета по печати  
при Совете Министров СССР. Москва, Нагатинская ул., д. 1.

Цена 1 р. 16 к.

AXB-RESURS MARKAZI

INV №

2015