

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр онкологии  
имени Н.Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России)  
*Отдел учебно-методической работы*

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Северо-Западный государственный  
медицинский университет имени И.И. Мечникова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России)  
*Кафедра онкологии*

**Новиков С. Н., Канаев С. В., Брянцева Ж. В.,  
Крживицкий П. И., Криворотько П. В., Семиглазов В.Ф.,  
Пономарева О. И., Акулова И. А., Попова Н. С.,  
Новиков Р. В., Рогачев М. В.**

**Внутриклеточная брахитерапия источниками  
высокой мощности дозы в лечении больных  
раком молочной железы**

*Учебное пособие  
для обучающихся в системе высшего и дополнительного  
профессионального образования*

Санкт-Петербург  
2017

УДК:618.19-006.6-08:615.849.19(07)  
ББК:55.6я7

Новиков С. Н., Канаев С. В., Брянцева Ж. В., Крживицкий П. И., Криворотько П. В., Семиглазов В. Ф., Пономарева О. И., Акулова И. А., Попова Н. С., Новиков Р. В., Рогачев М. В. Внутритканевая брахитерапия источниками высокой мощности дозы в лечении больных раком молочной железы: учебное пособие для обучающихся в системе высшего и дополнительного профессионального образования. – СПб.: НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова, 2017. – 60 с.

Рецензент: доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник Виноградова Юлия Николаевна, врач радиотерапевт отделения лучевой терапии системных заболеваний и лучевой патологии федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Учебное пособие используется на аудиторных занятиях и при самостоятельной работе обучающихся по теме «Внутритканевая брахитерапия источниками высокой мощности дозы в лечении больных раком молочной железы». В нем освещаются основные вопросы показаний к высокодозной брахитерапии, техническое оснащение и методика ее проведения, а также эффективность, преимущества и частота осложнений при данном виде внутритканевой лучевой терапии.

Учебное пособие предназначено для обучающихся в системе высшего образования (аспиранты, ординаторы, студенты) и дополнительного профессионального образования (слушатели циклов повышения квалификации).

Утверждено  
в качестве учебного пособия  
Ученым советом ФГБУ «НМИЦ онкологии  
им. Н.Н. Петрова» Минздрава России  
протокол № 6 от «26» сентября 2017 г.  
**©Новиков С. Н. Коллектив авторов, 2017**

## СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений.....	4
Введение.....	5
История брахитерапии.....	10
Стандартное обследование больных РМЖ перед ВДБТ.....	13
Показания к ВДБТ у больных РМЖ .....	15
Противопоказания к ВДБТ у больных РМЖ.....	16
Методика проведения ВДБТ у больных РМЖ .....	17
Опыт использования ВДБТ в лечении больных РМЖ .....	26
Тестовые задания.....	30
Список рекомендуемой литературы.....	58

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВДБТ	– внутритканевая брахитерапия источниками высокой мощности дозы
Гр	– грей
ДЛТ	– дистанционная лучевая терапия
ИО	– индекс однородности
КТ	– компьютерная томография
кэВ	– килоэлектронвольт
мэВ	– мегаэлектронвольт
РМЖ	– рак молочной железы
сГр	– сантигрей
СОД	– суммарная очаговая доза
$D_{max}$	– максимальная доза в вокселе анализируемой области интереса
$D_{med}$	– медиана поглощённой дозы в анализируемой области интереса
ER	– рецепторы эстрогенов
HER2	– рецептор эпидермального фактора роста
OAR	– organ at risk (критический орган)
PR	– рецепторы прогестерона

## Введение

Рак молочной железы (РМЖ) является наиболее часто выявляемой злокачественной опухолью у женщин: частота заболеваемости колеблется в диапазоне от 25 % до 30 % всех случаев рака у женщин. Средний возраст больных раком молочной железы колеблется от 45 до 65 лет, причём в последние годы наблюдается заметная тенденция к снижению среднего возраста заболеваемости.

Раннее выявление рака молочной железы, благодаря маммографическому скринингу, во многих странах привело к значительному росту числа больных с ранними стадиями заболевания и увеличению количества органосохраняющих операций. В последние годы детально изучается проблема, касающаяся выбора оптимального объёма лучевой терапии у данной категории больных. В настоящее время не вызывает сомнения то, что все эти пациентки нуждаются в облучении оставшейся ткани молочной железы с целью снижения риска рецидива в будущем [Clarke M. et al., 2005].

Кроме того, мета-анализ рандомизированных исследований, проведённый группой экспертов по лечению РМЖ (ЕВСТСГ), продемонстрировал необходимость проведения лучевой терапии после органосохраняющего хирургического лечения, что позволяет достоверно уменьшить 10-тилетнюю частоту рецидивов заболевания с 35,0 % до 19,3 % и обеспечивает общий прирост выживаемости – 3,8 % за 15 лет [Darby S. et al., 2011].

Частота возникновения локальных рецидивов и косметический результат лечения являются важными аргументами, влияющими на выбор метода лучевой терапии. Результаты исследований по изучению эффективности лечения РМЖ с помощью органосохраняющих операций с последующим облучением оставшейся ткани молочной железы показали, что наиболее часто (в 69-90 %) локальные рецидивы возникают в непосредственной близости (в прилежащих 1-2 см тканей) от ложа удалённой опухоли [Poortmans P. et al., 2007;

Rutqvist L. E. et al., 2003; Kuerer H. M. et al., 2004]. В ряде проспективных и ретроспективных исследований частота рецидивирования РМЖ за пределами ложа удалённой опухоли составляет всего 0,9-3,5 % и 2-5 % соответственно.

В настоящее время в арсенале врачей-радиотерапевтов существует много методов подведения дополнительной дозы облучения на ложе удалённой опухоли молочной железы. Как показывает накопленный клинический опыт, метод лучевой терапии, который используется для подведения дополнительной дозы облучения ложа опухоли молочной железы, выбирается в зависимости от технических возможностей, от клинической ситуации и предпочтения больных [Hill-Kayser C. E. et al., 2011].

На протяжении нескольких последних десятилетий было принято несколько попыток обоснования оптимального метода подведения дополнительной дозы облучения на ложе опухоли. Европейской организацией по исследованию и лечению рака (EORTC) в рамках рандомизированного исследования «boost versus no boost» были проанализированы результаты лечения 2661 больного ранним РМЖ [Roortmans P. et al., 2004]. Всем пациенткам была проведена дистанционная лучевая терапия (ДЛТ) на оставшуюся ткань молочной железы СОД 50 Гр и дополнительно облучение ложа удалённой опухоли в суммарной очаговой дозе (СОД) 16 Гр. Шестьдесят три процента женщин получили дополнительное облучение на область ложа удалённой опухоли с помощью электронов, 28 % – фотонов, а 9 % – посредством внутритканевой брахитерапии источниками высокой мощности дозы (ВДБТ). Через 5 лет наблюдения местные рецидивы наблюдались у 4,8 % пациенток, получавших облучение электронами, и 4 % – фотонами, и у 2,5 % пациенток – внутритканевую брахитерапию. При анализе нежелательных последствий лучевого лечения достоверных различий между группами выявлено не было.

Хорошо известно, что осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы являются серьёзной проблемой послеопераци-

онной лучевой терапии. В частности, исследование S. Darby et al. показало, что частота серьёзных постлучевых осложнений после облучения больных РМЖ прямо пропорционально величине поглощённой дозы. Авторы указывают, что на каждые 1 Гр лучевой нагрузки на миокард риск возникновения инфаркта миокарда или ишемической болезни сердца увеличивает на 7,4 % (рис. 1) в период от 5 до 20 лет после окончания лучевого лечения и не зависит от наличия заболевания сердечно-сосудистой системы на момент начала лучевой терапии [Darby S. C. et al., 2013].

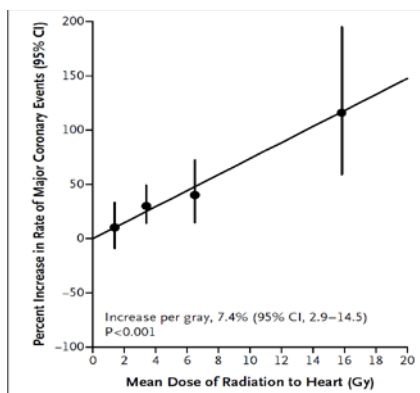


Рисунок 1. Линейная зависимость между средней дозой облучения сердца и частотой развития сердечно-сосудистых заболеваний.

В этой связи особый интерес вызывают результаты дозиметрических исследований немецких авторов, которые сравнивали радиационную нагрузку на миокард при выполнении ДЛТ и парциального облучения ложа опухоли с помощью внутритканевой лучевой терапии источниками высокой мощности дозы. М. М. Terheyden и соавторы [Terheyden M. M. et al., 2016] проанализировали дозиметрические планы 136 больных раком молочной железы после органосохраняющего лечения и показали, что использование ВДБТ для облу-

чения ложа удалённой опухоли при сравнении с ДЛТ позволяет достоверно снизить  $D_{\max}$  на сердце при левосторонней локализации опухоли с 14,47 Гр до 8,83 Гр, при облучении правой молочной железы радиационную нагрузку на сердце с помощью ВДБТ удалось уменьшить с 9,27 Гр до 4,29 Гр; а  $D_{\max}$  на ипсилатеральное лёгкое при использовании ДЛТ составило 32,47 Гр и при использовании брахитерапии снизилось до 12,61 Гр.

В последние годы стремительно растёт популярность методов парциальной лучевой терапии, при которой у больных ранним РМЖ после органосохраняющего лечения проводится частичное облучение молочной железы, ограниченное ложем опухоли и одним-двумя сантиметрами окружающих тканей.

Парциальное облучение молочной железы, с одной стороны, позволяет существенно снизить радиационную нагрузку на нормальные ткани, в том числе на миокард и лёгкое, с другой стороны, даёт возможность существенно сократить длительность лучевой терапии с 5-7 недель при стандартной ДЛТ до одной недели при проведении частичного облучения. Парциальная лучевая терапия устраняет недостатки длительного периода лечения, особенно это важно для пожилых пациенток, работающих женщин и тех, кто живёт на значительном удалении от места проводимого лучевого лечения.

В венгерском проспективном рандомизированном исследовании [Polgár C. et al., 2013], включающем в себя 258 пациенток, больных раком молочной железы pT1N0-1miM0, G1-2, с отрицательными краями резекции ( $> 10$  мм), после органосохраняющей операции при медиане наблюдения более 10 лет местный рецидив возник у 5,9 % и 5,1 % в группах парциальной и стандартной (дистанционной) лучевой терапии, соответственно ( $p = 0,77$ ).

В многоцентровом проспективном рандомизированном европейском исследовании [Strnad V. et al., 2016] в которое вошли 1184 пациентки после органосохраняющей операции, 551 больной проведено стандартное облучение оставшейся ткани молочной желе-



зы, а у 633 пациенток выполнена парциальная брахитерапия ложа удалённой опухоли молочной железы. При пятилетнем наблюдении кумулятивная частота местного рецидива составила 1,44 % в группе пациенток после парциальной лучевой терапии и 0,92 % после стандартного облучения всей ткани молочной железы ( $p = 0,42$ ).

Таким образом, эффективность парциальной лучевой терапии рака молочной железы с помощью внутритканевой брахитерапии источниками высокой мощности дозы доказана с помощью проспективных многоцентровых рандомизированных исследований (доказательство I уровня).

С 2016 года в НИИ онкологии им. Н.Н. Петрова (в настоящее время – НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова) ВДБТ прочно вошла в арсенал методов лучевой терапии и используется для облучения ложа опухоли после органосохраняющего лечения больных РМЖ и проведения парциального облучения молочной железы.

## История брахитерапии

В основе термина «брахитерапия» лежит древнегреческое слово βραχυς – короткий, подчёркивающее сущность метода – минимальное расстояние между источником излучения и поражённой опухолевым процессом тканью.

Этот термин в 1931 ввёл французский радиолог G. Forsstell и в первоначальном варианте он звучал, как «Brachiradium», так как открытый в 1898 году П. Кюри и М. Складовской-Кюри радий ( $Ra^{226}$ ) в тот исторический период был основным терапевтическим агентом.

П. Кюри и М. Складовская-Кюри впервые в 1901 году предложили использовать  $Ra^{226}$  в лечении злокачественных новообразований посредством введения  $Ra^{226}$  в поражённую ткань при помощи специальных трубочек. Заслуги этой семейной пары в развитии радиологии и, по сути, в разработке основных принципов внутритканевой терапии, оценены по достоинству – в зарубежной литературе наряду с общепризнанным термином «брахитерапия» часто встречается термин «kurie-therapy» или «endo-kurie-therapy».

История клинического применения брахитерапии началась около ста лет назад, в 1904 году.

Роберт Аббе (Госпиталь Св. Луки, Нью-Йорк) сообщил о 24-часовом облучении опухоли молочной железы после введения в неё трубки из  $Ra^{226}$ . При последующей мастэктомии патоморфологическое исследование подтвердило факт «полного уничтожения раковых клеток» [Abbe R., 1904].

В том же 1904 году Томас Хартиган (Госпиталь Блэкфрайарс, Лондон) сообщил о полном клиническом ответе у женщины с массивным распадающимся скirroзным раком левой молочной железы, который наблюдали после серии аппликаций 80 источников радия на область поражения левой молочной железы [Hartigan T. J. P., 1904].

Уикхем и Деграйс в работе 1909 года сообщили об опыте лечения 30 случаев рака молочной железы радием (рис. 2) [Janeway H. H. et al., 1917].

Однако, широкое применение методов брахитерапии в начале XX века ограничивалось дефицитом препаратов радия.

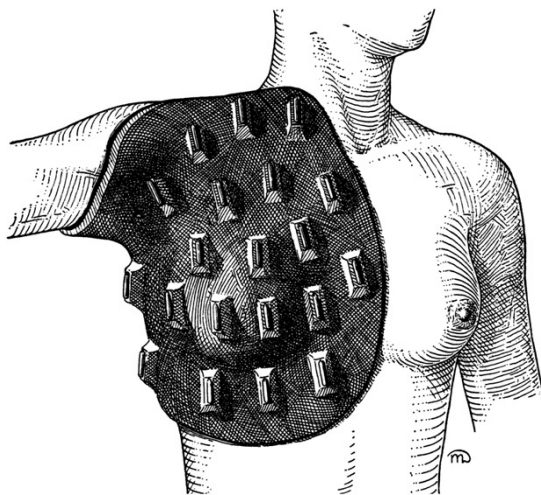


Рисунок 2. Трубки из радия, подвешенные над молочной железой (для уменьшения облучения кожи) и фиксированные воском. Лечение обычно продолжалось 12 часов, требовалось 250-750 мг радия.

На протяжении двух десятилетий терапия  $\text{Ra}^{226}$  использовалась для паллиативного лечения неоперабельных больших РМЖ или при возникновении послеоперационных рецидивов заболевания.

Важной вехой в развитии внутритканевой лучевой терапии РМЖ является 1927 год, когда британский хирург Джеффри Кейнс подвёл к опухоли молочной железы диаметром 3 см иглы из  $\text{Ra}^{226}$ . Пациентке была предложена операция, но она выбрала экспериментальное лечение в виде внутритканевой брахитерапии [Aronowitz, 2011].

Кейнс имплантировал иглы в самую опухоль и зоны регионарного лимфооттока (рис. 3а). Через 4 месяца после лечения был зафиксирован полный регресс всех опухолевых очагов с благоприятным косметическим эффектом (рис. 3б), а через год после завершения лечения пациентка забеременела и родила здорового ребёнка.

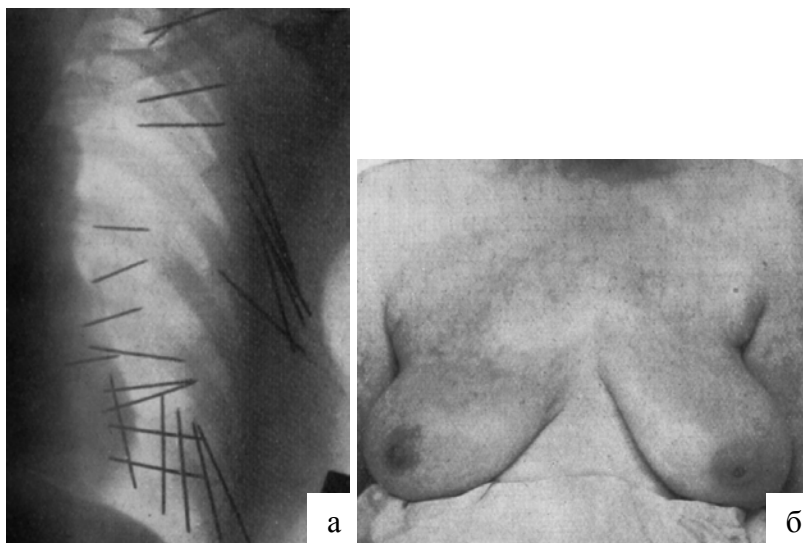


Рисунок 3. а – рентгеновский снимок с введёнными иглами из радия, б – вид молочной железы после проведённого лечения.

Фундаментальное значение работы Кейнса заключается в том, что он продемонстрировал возможность достижения выраженного и стойкого противоопухолевого эффекта при использовании только внутритканевой брахитерапии источником  $Ra^{226}$ . Кейнс оказался первым учёным, который предложил у операбельных больных РМЖ использовать лучевую терапию вместо хирургического лечения. К сожалению, из-за службы в королевских ВВС во время Второй мировой войны ему пришлось прекратить работы в этом направлении и наблюдения за пациентами, пролеченными ранее.

## Стандартное обследование больных РМЖ перед ВДБТ

Всем пациенткам, которым планируется проведение ВДБТ, выполняется стандартное клинико-инструментальное обследование: физикальный осмотр, маммография, ультразвуковое исследование и маммолимфосцинтиграфия. Для оценки степени распространения процесса проводится рентгенография органов грудной клетки и/или компьютерная томография, ультразвуковое исследование органов брюшной полости и/или компьютерная томография, остеосцинтиграфия и также лабораторные обследования (клинический анализ крови, биохимический анализ крови, коагулограмма, общий анализ мочи) и электрокардиография.

Гистологическая верификация диагноза осуществляется при помощи трепан-биопсии опухоли молочной железы биопсийным пистолетом системы Бард-Магнум (игла 14 калибра). Гистологическое и иммуногистохимическое исследование опухоли проводится на этапе обследования и после хирургического лечения (органосохраняющая операция молочной железы), т.е. патоморфологическое исследование операционного материала. При исследовании также определяется наличие опухолевой ткани во всех удалённых лимфатических узлах. Тем самым формируется патоморфологическая стадия заболевания (pTNM).

Оценка экспрессии рецепторов к эстрогену и прогестерону выполняется полуколичественным иммуногистохимическим методом по (Allred scoring system). Экспрессия HER2 (рецептор эпидермального фактора роста) считается позитивной при иммуногистохимической оценке как 3+, либо 2+ с последующим подтверждением методом флюоресцентной гибридизации *in situ* (FISH). Изучение степени злокачественности опухоли выполняется по Ellis-Elston: I степень злокачественности – низкая, ей соответствуют опухоли с суммарным числом 3-5 баллов; II степень злокачественности – промежуточная – умеренная, соответственно 6-7 баллов; III степень злокачественности

– высокая – 8-9 баллов. Также выполняется оценка экспрессии Ki 67 (маркёр пролиферативной активности опухолевой клетки) для адекватного определения подтипа РМЖ.

Распределение больных РМЖ на биологические подтипы осуществлялось согласно следующим критериям:

1. Люминальный А: положительные рецепторы эстрогенов (ER) и рецепторы прогестерона (PR) (по Allred); гиперэкспрессия HER2 отсутствует; низкая (G1) и умеренная (G2) степень злокачественности по Ellis-Elston; Ki 67 < 20 %.

2а. Люминальный В HER2-негативный: положительные ER и PR; гиперэкспрессия HER2 отсутствует; высокая степень злокачественности (G3); Ki 67 > 20 %.

2в. Люминальный В HER2 – позитивный: положительные ER и/или PR; гиперэкспрессия HER2; экспрессия Ki 67 – любая.

3. HER2-гиперэкспрессирующий: гиперэкспрессия HER2 и отсутствие определяемых гормональных рецепторов (ER-/PR-).

4. Трижды-негативный: отсутствие ER, PR (2 и менее баллов по Allred), отсутствие гиперэкспрессии HER2.

При наличии всех вышеперечисленных клинико-инструментальных обследований пациентке определяется объем планируемой лучевой терапии.

## **Показания к внутритканевой брахитерапии источниками высокой мощности дозы у больных раком молочной железы**

В НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова подведение дополнительной дозы облучения («boost») на область ложа удалённой опухоли молочной железы выполняется практически всем пациенткам после органосохраняющего лечения с последующим облучением всей ткани молочной железы в СОД 50 Гр. Дополнительная доза облучения на ложе удалённой опухоли выполняется с помощью ВДБТ источником Ir<sup>192</sup> высокой мощности дозы. Альтернативным методом, при наличии противопоказаний к ВДБТ, является подведение «boost» с помощью электронов на линейном ускорителе Novalis Tx.

В последние годы ВДБТ активно используется в качестве самостоятельного метода лучевого лечения у женщин, прошедших органосохраняющее лечение. Наиболее частыми показаниями для использования ВДБТ в режиме парциальной лучевой терапии являются:

- Возраст: 50 лет и старше.
- Стадия заболевания T1-2N0M0 (размер опухолевого узла не более 20 мм).
- Гистологические характеристики опухоли: G 1-2, Ki67 < 20 %, HER2 – 0 или 1+ (люминальный A подтип опухоли).
- Состояние после органосохраняющей операции молочной железы, выполненной не позднее 6 месяцев до начала предполагаемого лечения.
- Наличие установленных титановых меток в области ложа удалённой опухоли молочной железы.
- Ожидаемая продолжительность жизни не менее 10 лет.
- Удовлетворительное общее состояние (ECOG = 0-1).
- Отсутствие противопоказаний к проведению местной анестезии.

## **Противопоказания к внутритканевой брахитерапии источниками высокой мощности дозы у больных раком молочной железы**

- Тяжёлые или неконтролируемые сопутствующие хронические заболевания или острые заболевания.

- Больные с генерализацией опухолевого процесса (метастатическое поражение лёгких, печени, костей скелета, канцероматоз).

- Противопоказания к хирургическому лечению (на основе оценки соматического статуса).

- Неразрешённая токсичность в соответствии с общими терминологическими критериями для нежелательных явлений Национального института рака США, версия 4.03 – Common Terminology Criteria for Adverse Events 2 степени тяжести или более после предшествовавшей противоопухолевой терапии, за исключением алопеции.

- Тяжёлые заболевания сердечно-сосудистой системы: острые коронарные синдромы (включая нестабильную стенокардию) в анамнезе в течение последних 24 недель; коронарная ангиопластика или стентирование в течение последних 24 недель, сердечная недостаточность II, III или IV классов согласно системе функциональных классов Нью Йоркской кардиологической ассоциации (NYHA), нарушения морфологии сердечных клапанов ( $\geq 2$  степени тяжести), документально подтверждённые результатами эхокардиограммы, АВ-блокада II и III степени и нарушения внутрижелудочковой проводимости, синдром Морганьи-Адамса-Стокса, выраженная брадикардия.



## **Методика проведения внутритканевой брахитерапии источниками высокой мощности дозы у больных раком молочной железы**

Разделение брахитерапии на «низкодозную» и «высокодозную» основано на определении Международной Комиссии по радиационным частицам и измерениям в соответствии с величиной мощности поглощённой дозы: от 40 до 200 сГр/час – низкодозная брахитерапия, свыше 1200 сГр/час – ВДБТ.

Для проведения ВДБТ наиболее часто применяется изотоп иридия – Ir<sup>192</sup>, реже – Co<sup>60</sup> (табл. 1).

Таблица 1

Основные характеристики изотопов для ВДБТ

Брахитерапия источниками высокой мощности дозы			
Название изотопа	Период полураспада	Средняя энергия	Поглощённая доза (Гр)
Ir <sup>192</sup>	74 дня	400 кэВ	110-250
Co <sup>60</sup>	5,3 года	1,25 мэВ	100-250

Проведение ВДБТ в отличие от других видов внутритканевой лучевой терапии предъявляет высокие требования к соблюдению норм радиационной безопасности и, по сути, возможно только в условиях специализированных онкологических центров, имеющих в своём составе отделения для радиотерапии.

Существуют различные подходы к клиническому использованию ВДБТ. Как уже отмечалось выше, ВДБТ может выполняться как самостоятельный метод парциального лучевого лечения больных ранним раком молочной железы, после выполнения органосохраня-

ющего лечения, так и в сочетании с дистанционной лучевой терапией на всю оставшуюся ткань молочной железы.

В клинике НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова при использовании ВДБТ для подведения дополнительной дозы облучения на ложе удалённой опухоли величина разовой дозы составляет 4 Гр, а суммарная очаговая доза определяется в соответствии со статусом хирургического края и биологическими особенностями опухоли.

Основными режимами подведения дозы являются: 2 фракции по 4 Гр и интервалом между фракциями не менее 6 часов при отрицательном хирургическом крае и расстоянии от опухоли до края резекции более 6 мм и 3 фракции по 4 Гр в тех случаях, когда расстояние от края резекции до опухоли составляет менее 5 мм (табл. 2). Суммарная очаговая доза при первом режиме фракционирования эквивалентна 10 Гр в режиме классического фракционирования ( $\alpha/\beta$  молочной железы 4-6), при втором – 16 Гр.

Таблица 2

Режим подведения дозы при выполнении ВДБТ у больных РМЖ после органосохраняющего лечения

	Парциальное облучение молочной железы	Подведение дополнительной дозы на ложе удалённой опухоли молочной железы	
		Менее 5 мм	Более 6 мм
Расстояние до края резекции	Более 6 мм	Менее 5 мм	Более 6 мм
Число фракций ВДБТ	8	2	3
СОД	32 Гр	8 Гр (ВДБТ) + 50 Гр (ДЛТ)	12 Гр (ВДБТ)+ 50 Гр (ДЛТ)

При выполнении ВДБТ в качестве парциального облучения ложа удалённой опухоли основным режимом подведения дозы явля-

ется: 8 фракций по 4 Гр до СОД 32 Гр (табл. 2), что эквивалентно СОД 40-42,6 Гр подводимой в режиме классического фракционирования ( $\alpha/\beta$  молочной железы 4-6).

Подготовка к выполнению ВДБТ у больных РМЖ включает в себя:

- разъяснительную беседу с получением информированного письменного согласия от пациентки;
- отказ от приёма препаратов, оказывающих влияние на свёртывающую систему крови не менее чем за неделю до предполагаемой процедуры;
- сбор аллергологического анамнеза;
- стандартное лабораторно-инструментальное обследование, включающее в себя общий клинический анализ крови и мочи, биохимический анализ крови, коагулограмму, электрокардиографию;
- получение информированного письменного согласия на проведение местной анестезии.

В НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова процедура ВДБТ проводится в кабинете компьютерной томографии (КТ), в положении пациентки лёжа на столе с отведённой верхней конечностью с ипсилатеральной стороны (рис. 4).



а



Рисунок 4. а – вид кабинета КТ перед началом процедуры, б – положение пациентки лёжа на столе КТ

Обычные сроки для проведения ВДБТ соответствуют стандартным срокам для выполнения послеоперационной дистанционной лучевой терапии. В НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова проведение послеоперационной лучевой терапии, как правило, происходит через 5-21 недель после завершения хирургического этапа лечения.

На первом этапе проводится КТ-разметка с определением топографии внутритканевых маркёров (титановые метки). Для этого на кожу молочной железы в области послеоперационного рубца устанавливаются рентгеноконтрастные метки.

Выполняется КТ-исследование молочных желез (рис. 5), после чего устанавливается топография внутритканевых и наружных меток, планируется место введения и выведения игл интрастатов, осуществляется разметка маркёром, обработка и подготовка операционного поля.

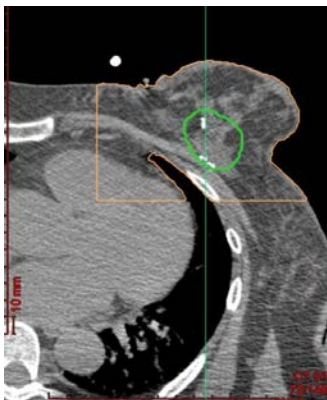


Рисунок 5. Визуализация внутритканевых меток по данным КТ-исследования.

На следующем этапе проводится местное обезболивание места введения и выведения игл раствором новокаина 0,25 %-0,5 % или раствором лидокаина 1 % (рис. 6). Суммарная доза анестетика, как правило, не должна превышать 150 мл для новокаина 0,5 % и 100 мл – раствор лидокаина 1 %. При наличии нарушений сердечного ритма доза анестетика снижается или выбирается другой вариант обезболивания (наркоз).



Рисунок 6. Проведение местной анестезии молочной железы

После определения топографии меток, установленных в ложе опухоли, оператор устанавливает первую пластиковую иглу-интрастат и фиксирует молочную железу с помощью двух дополнительных стальных игл, расположенных в верхних отверстиях брахитерапевтической решётки (рис. 7). Установка решётки проводится с целью снижения подвижности мишени и обеспечения точного введения оставшихся пластиковых игл-интрастатов в ложе удалённой опухоли и в окружающую его ткань молочной железы.



Рисунок 7. «Направляющая» пластиковая игла, введённая в ткань молочной железы и фиксированная на ней брахитерапевтическая решётка

После выполнения контрольного КТ-исследования молочных желёз с установленной решёткой осуществляется планирование траектории введения оставшихся игл-интрастатов через отверстия решётки. Планирование проводится таким образом, чтобы установленные иглы покрывали ложе удалённой опухоли и 1-2 см окружающих тканей молочной железы. Расстояние между вводимыми иглами не должно превышать 1-1,5 см. Расположение игл соответствует правилам Парижской системы (равноудалённость соседних игл). Решётка удаляется, осуществляется выведение концов введённых игл-интрастатов, которые фиксируются с обоих концов с помощью кнопок-фиксаторов (рис. 8).



Рисунок 8. Пластиковые иглы-интрастаты, установленные в ткань молочной железы и закреплённые кнопками-фиксаторами

После завершения процедуры имплантации выполняется КТ-исследование области ложа удалённой опухоли. При недостаточном покрытии иглами области интереса (ложе опухоли + 1-2 см окружающих тканей молочной железы) выполняется дополнительное введение игл-интрастатов.

При достижении планируемого покрытия иглами области интереса проводится заключительное КТ исследование молочной железы, полученная информация передаётся в систему трёхмерного планирования внутритканевой лучевой терапии «Oncentra Brachy» (Elekta) и осуществляется планирование (рис. 9).

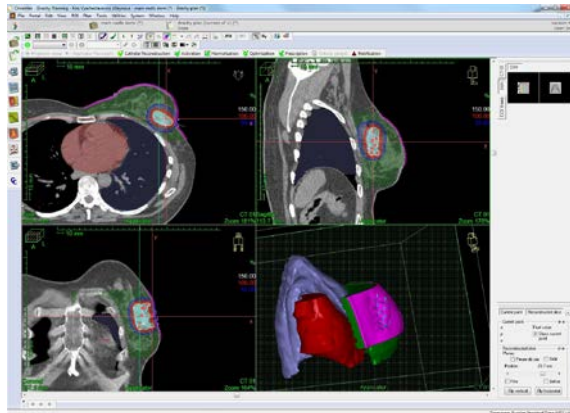


Рисунок 9. Интерфейс планирующей системы «Oncentra Brachy» (Elekta)

Обязательными условиями удовлетворительного лечебного плана является сохранение установленных ограничений радиационной нагрузки на критические органы (OAR), то есть на органы, повреждение которых в ходе ВДБТ определяет частоту и структуру осложнений. При проведении ВДБТ у больных РМЖ наиболее важными критическими органами являются: сердце, коронарные сосуды, ипсилатеральное лёгкое, кожа и подкожная жировая клетчатка, ткань молочной железы.

На завершающем этапе планирования оцениваются дозиметрические параметры лечебного плана:

- суммарная поглощённая доза (Гр);
- биологическая эквивалентная доза (Гр), рассчитанная согласно линейно-квадратической модели (показатель  $\alpha/\beta$  для опухоли молочной железы 4-6);
- $V_{100}$  (%) – объем молочной железы, получающий не менее 100 % запланированной дозы;
- $V_{150}$  (%) – объем молочной железы, получающий не менее 150 % запланированной дозы;
- индекс однородности, который определяется как отношение  $V_{150}/V_{100}$ ;
- $D_{max}$  (максимальная доза в вокселе анализируемой области интереса) и  $D_{med}$  (медиана поглощённой дозы в анализируемой области интереса) для сердца, коронарных сосудов, ипсилатерального легкого, молочной железы и кожи.

Важными показателями удовлетворительного плана для проведения ВДБТ является адекватное облучение «мишени» (ложе опухоли + 1-2 см окружающих тканей молочной железы), при котором  $V_{100}$  не должно быть ниже 90-96 %, а также обеспечение равномерности распределения дозы (показатель индекса однородности не более 0,3-0,4). Кроме того, в целях предотвращения нежелательных последствий лечения (фиброз, некрозы тканей молочной железы) объем



мишени (CTV) при проведении ВДБТ не должен превышать  $160 \text{ см}^3$ , и расстояние от края мишени до подкожной жировой клетчатки должно быть не менее 5 мм.

При необходимости могут учитываться и другие показатели, характеризующие равномерность распределения дозы и лучевую нагрузку на мишень и прилегающие критические органы.

Реализация плана ВДБТ осуществляется на многоканальном (не менее 20) брахитерапевтическом аппарате с автоматической подачей источников излучения (рис. 10). Он предназначен для хранения и подачи источника  $\text{Ir}^{192}$  через полые иглы-интрастаты, установленные в молочной железе, и соединённые с помощью гибких транспортировочных шлангов.



Рисунок 10. Аппарат «microSelectron HDR»

Такой подход носит название «afterloading», то есть облучение с помощью автоматической загрузки источника излучения в полые иглы-интрастаты. Впервые он был предложен в 1963 году N. K. Henschke и, по сути, создал основу для принципиально нового подхода к проведению внутритканевой лучевой терапии. К наиболее значимым преимуществам метода «afterloading» относятся: снижение дозы облучения персонала в десятки раз, возможность формирования индивидуальных дозовых распределений практически любой про-

странственной формы и протяжённости, что обеспечивает конформность и воспроизводимость лечения.

В НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова ВДБТ проводится на аппарате «microSelectron HDR». Процесс облучения осуществляется при пошаговом (длина шага 2,5-5,0 мм) последовательном перемещении источника  $\text{Ir}^{192}$  по введённым иглам-интрастатам. Траектория движения источников и время их остановки программируются при расчёте дозиметрического плана, что, как уже отмечалось выше, обеспечивает высокую точность подведения дозы при облучении железы любой геометрической формы.

### **Опыт использования внутритканевой брахитерапии источниками высокой мощности дозы в лечении больных раком молочной железы**

В НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова с апреля 2016 г. по май 2017 г. у 43 женщин с локализованным РМЖ pTisN0M0-pT2N1M0 выполнено органосохраняющее хирургическое лечение с последующим облучением всей молочной железы в СОД 50 Гр и подведением дополнительной дозы облучения на ложе удалённой опухоли в СОД эквивалентной 10-16 Гр в режиме классического фракционирования ( $\alpha/\beta$  молочной железы 4-6). Во всех случаях дополнительная доза облучения на ложе опухоли выполнялась с помощью ВДБТ источником  $\text{Ir}^{192}$  высокой мощности дозы. В указанной группе больных у 14 женщин опухоль локализовалась в правой молочной железе, у 29 – в левой. Возраст пациенток варьировал от 38 до 78 лет (средний возраст 56 лет). На первом этапе всем больным выполнялось лечение в объёме органосохраняющей операции. Во время радикальной резекции у всех женщин ложе опухоли маркировалось с помощью металлических меток. При осуществлении ВДБТ в ткань молочной железы устанавливались пластиковые иглы-интрастаты в количестве от 4 до 13 (в среднем 8 игл).

Клинический объем облучаемого ложа первичной опухоли (CTV) варьировал от 6 см<sup>3</sup> до 69,2 см<sup>3</sup> (средняя величина 21,8 см<sup>3</sup>). Объем мишени, получивший 100 % предписанной дозы (V<sub>100</sub>), составлял 63,5-95,9 % (среднее значение 85 %). Клинический объем, получивший 150 % дозы, варьировал от 22,8 % до 72,3 % (в среднем V<sub>150</sub> – 41,8 %). Индекс однородности (ИО) находился в пределах от 0,35 до 0,78 (среднее значение 0,58). При установке 4-9 интрастатов (31 пациентка) объем облучаемых тканей, в среднем, составлял 16,7 см<sup>3</sup> (6,0-54,2 см<sup>3</sup>), а среднее значение ИО равнялось 0,51 (от 0,35 до 0,54). У оставшихся 12 женщин было установлено от 10 до 13 интрастатов. В этой группе средняя величина CTV составила 34,9 см<sup>3</sup> (от 13,3 см<sup>3</sup> до 69,2 см<sup>3</sup>). При этом, несмотря на более высокие значения объёма CTV, установка большего числа игл приводит к значительному повышению однородности распределения дозы (снижению ИО): среднее значение ИО составило 0,42 (0,35-0,5).

При анализе дозиметрических планов обращает на себя внимание то, что облучение ложа опухоли с помощью брахитерапии источниками высокой мощности дозы ассоциируется с незначительной радиационной нагрузкой на окружающие нормальные ткани (табл. 3).

Таблица 3

Относительные показатели радиационной нагрузки на сердце, ипсилатеральное легкое, молочную железу и кожу

	D <sub>max</sub> (ср. значение), %	D <sub>med</sub> (ср. значение), %
Сердце, лев. локализация	13,7	2,2
Сердце, прав. локализация	3,7	1,2
Ипсилатеральное легкое	27	4,6
Кожа	54,9	10,5
Молочная железа	–	16,3

Средняя поглощённая доза в тканях сердца при левосторонней локализации составила  $D_{\max}$  13,7 % от СОД (3,0-38,8 %);  $D_{\text{med}}$  2,2 % (от 0,9 % до 8,5 %). При облучении правой молочной железы нагрузка на сердце составила  $D_{\max}$  3,7 % (от 0 до 6,9 %);  $D_{\text{med}}$  1,2 % (от 0 % до 1,9 %). Лучевая нагрузка на ипсилатеральное легкое также была не высокой:  $D_{\max}$  27 % (от 4,6 % до 52 %);  $D_{\text{med}}$  4,6 % (от 0,9 % до 13,7 %).

Важным условием при планировании лучевой терапии РМЖ или подведении дополнительной дозы облучения на ложе опухоли является снижение радиационной нагрузки на кожу и подкожную жировую клетчатку, что позволяет существенно улучшить косметический эффект и снизить частоту нежелательных проявлений лучевой терапии, таких как, телеангиэктазии, гиперпигментация кожи, локализованный фиброз. В представленной группе больных лучевая нагрузка на кожу составила  $D_{\max}$  54,9 % (от 13,2 % до 107,6 %);  $D_{\text{med}}$  10,5 % (от 3,4 % до 19,4 %). Средняя поглощённая доза в ткани молочной железы –  $D_{\text{med}}$  16,3 % (от 6,8 % до 29,1 %).

Внутриканевая лучевая терапия источниками высокой мощности дозы в последние годы играет важную роль в лечении больных РМЖ, поскольку она, с одной стороны, используется для подведения дополнительной дозы облучения на область ложа удалённой опухоли молочной железы, с другой стороны, рассматривается в качестве эффективного и безопасного метода парциальной (частичной) лучевой терапии у пациенток ранними стадиями РМЖ [Polgár C. et al., 2013; Strnad V. et al., 2016].

Источниками привлекательности ВДБТ при ее использовании в качестве метода подведения дополнительной дозы на ложе удалённой опухоли является возможность облучения достаточного объёма тканей, которые включают в себя ложе опухоли и окружающие ткани с отступом не менее 1-2 см. С другой стороны, ВДБТ позволяет достигнуть равномерного распределения дозы и обеспечивает надёжный локальный контроль без увеличения риска возникновения неже-

лательных последствий лучевого лечения, что подтверждается результатами многоцентрового проспективного рандомизированного исследования [Polgár C. et al., 2017].

В НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова активное исследование ВДБТ начато с 2016 года, в первую очередь, в качестве метода подведения дополнительной дозы облучения на ложе удалённой опухоли молочной железы. Кроме того, мы рассматриваем ВДБТ как перспективный метод для проведения парциальной лучевой терапии РМЖ. Проведённый анализ дозиметрических планов ВДБТ, использованной для подведения дополнительной дозы облучения ложа опухоли после органосохраняющего лечения РМЖ, показывает, что ВДБТ сопровождается незначительной радиационной нагрузкой на миокард, даже при левосторонней локализации РМЖ:  $D_{\max}$  13,7 %,  $D_{\text{med}}$  2,2 %. С другой стороны, следует отметить, что проведение ВДБТ ассоциируется с невысокой радиационной нагрузкой на ипсилатеральное легкое:  $D_{\max}$  и  $D_{\text{med}}$  оставили 27 % и 4,6 % соответственно. Важной особенностью ВДБТ является возможность уменьшить нагрузку на кожу и подкожную жировую клетчатку: у 4 пациенток она была в пределах 100 %, у оставшихся 39 пациенток не превышала 70 % от дозы на мишень, что даёт возможность рассчитывать на благоприятный косметический эффект.

## Тестовые задания

**Инструкция:** выберите один или несколько правильных ответов

1. Частота заболеваемости РМЖ колеблется в диапазоне:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	10-20 %	
б	25-30 %	+
в	30-35 %	
г	40-50 %	

2. Проведения лучевой терапии после органосохраняющего хирургического лечения позволяет снизить частоту рецидива РМЖ:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	с 35,0 % до 19,3 %	+
б	с 30,0 % до 11,5 %	
в	с 41,2 % до 15,3 %	
г	с 35,0 % до 12,0 %	

3. На каждые 1 Гр лучевой нагрузки на миокард риск возникновения болезни сердца увеличивает на:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	7,4 %	+
б	6,4 %	
в	5,4 %	
г	4,4 %	

4. Использование ВДБТ для облучения ложа удалённой опухоли молочной железы при сравнении с ДЛТ позволяет достоверно снизить  $D_{\max}$  на сердце при левосторонней локализации:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	с 14 Гр до 7,1 Гр	
б	с 14,21 Гр до 8,2 Гр	
в	с 15,32 Гр до 7,45 Гр	
г	с 14,47 Гр до 8,83 Гр	+

5. Длительность классической (стандартной) дистанционной лучевой терапии оставшейся ткани молочной железы составляет:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	4-5 недель	
б	5-6 недель	
в	4-7 недель	
г	5-7 недель	+

6. Кто впервые предложил термин «брахитерапия»:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	D. Pasteau и P. Degrais	
б	G. Forsstell	+
в	B. Barringer	
г	G. Failla	

7. История клинического применения брахитерапии началась:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	в 1900 году	
б	в 1899 году	
в	в 1905 году	
г	в 1904 году	+

8. Изотоп, наиболее часто использующийся для проведения высокодозной брахитерапии РМЖ:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	I125	
б	Cs131	
в	Pd103	
г	Ir192	+

9. Люминальным А биологическим подтипом РМЖ считается:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	положительные рецепторы эстрогенов (ER) и рецепторы прогестерона (PR) (по Allred); гиперэкспрессия HER2 отсутствует; низкая (G1) и умеренная (G2) степень злокачественности по Ellis-Elston	+
б	положительные ER и PR; гиперэкспрессия HER2 отсутствует; высокая степень злокачественности (G3)	
в	положительные ER и/или PR; гиперэкспрессия HER2	
г	гиперэкспрессия HER2 и отсутствие определяемых гормональных рецепторов (ER-/PR-)	

10. HER 2+ биологическим подтипом РМЖ считается:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	положительные рецепторы эстрогенов (ER) и рецепторы прогестерона (PR) (по Allred); гиперэкспрессия HER2 отсутствует; низкая (G1) и умеренная (G2) степень злокачественности по Ellis-Elston	
б	положительные ER и PR; гиперэкспрессия HER2 отсутствует; высокая степень злокачественности (G3)	
в	положительные ER и/или PR; гиперэкспрессия HER2	
г	гиперэкспрессия HER2 и отсутствие определяемых гормональных рецепторов (ER-/PR-)	+

11. Противопоказание к высокодозной брахитерапии у больных раком молочной железы в качестве парциального лечения:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	возраст до 50 лет и младше	+
б	стадия заболевания cT1-2N0M0, pT1-2N0M0	
в	люминальный В подтип опухоли	+
г	состояние после органосохраняющей операции молочной железы	



12. Какой критический орган при проведении высокодозной брахитерапии РМЖ являются наиболее значимым

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	сердце	+
б	пищевод	
в	ребро, грудина	
г	спинной мозг	

13. Что характерно для брахитерапии источниками высокой мощности дозы:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	величиной мощности поглощенной дозы от 40 до 200 сГр/час	
б	величиной мощности поглощенной дозы свыше 1200 сГр/час	+
в	источник облучения доставляется в железу на определённое время и после облучения извлекаются из железы	+
г	источник облучения остается в железе навсегда	

14. Основными режимами подведения дозы на ложе удалённой опухоли молочной железы в качестве «boost» при отрицательном хирургическом крае и расстоянии от опухоли до края резекции более 5 мм являются:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	2 фракции по 4 Гр	+
б	3 фракции по 4 Гр	
в	2 фракции по 5 Гр	
г	1 фракции по 4 Гр	

15. Основными режимами подведения дозы на ложе удаленной опухоли молочной железы в качестве «boost» при положительном хирургическом крае и расстоянии от опухоли до края резекции менее 5 мм являются:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	1 фракции по 4 Гр	
б	2 фракции по 4 Гр	
в	3 фракции по 4 Гр	+
г	3 фракции по 5 Гр	

16. Основными режимами подведения дозы на ложе удалённой опухоли молочной железы в качестве парциального лучевого облучения являются:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	8 фракции по 4,2 Гр	
б	8 фракции по 4 Гр	+
в	8 фракции по 4,5 Гр	
г	фракции по 5 Гр	

17. Основными дозиметрическими показателями, характеризующими клинический объем облучения, являются:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	D 90	+
б	D10ur	
в	D2ccm	
г	V100	+

18. Что обозначает термин индекс однородности:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	отношение V150/V100	+
б	отношение V100/V150	
в	отношение V100/ D 90	
г	отношение $D_{med}/D_{max}$	

19. Что обозначает термин «afterloading»:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	контактное облучение	
б	конформное облучение	
в	дистанционное облучение	
г	брахитерапия с автоматической подачей и извлечением источника	+

20. Какие преимущества дает afterloading:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	позволяет создать максимально высокую дозу в железе	
б	позволяет снизить лучевую нагрузку на персонал	+
в	обеспечивает максимальную конформность лечения	+
г	обеспечивает высокую воспроизводимость лечения	+

В структуре онкологической заболеваемости женщин рак молочной железы занимает

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	I место	+
б	II место	
в	III место	
г	IV место	

21. Чаще всего в бывшем СССР рак молочной железы встречается

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	в республиках Прибалтики	
б	в республиках Средней Азии	
в	в республиках Закавказья	+
г	на Украине	

22. Предрасполагающими факторами для развития рака молочной железы являются все, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	частых аборт	+
б	позднего начала половой жизни	
в	бесплодия	
г	уменьшения продолжительности лактации	

23. Предопухолевыми заболеваниями молочной железы являются все перечисленные, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	диффузной формы фиброзно-кистозной мастопатии	+
б	пролиферативной формы фиброзно-кистозной мастопатии	
в	внутрипротокового папилломатоза	
г	фиброаденоматоза	

24. Наиболее благоприятным в прогностическом отношении является

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	узловатый рак	
б	инфильтративный рак	
в	инфильтративно-отечный рак	
г	инфламаторный рак	+

25. Прогноз больных раком молочной железы определяется всеми перечисленными факторами, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	клинической формы	
б	гистологической структуры и степени дифференцировки опухоли	
в	размера опухоли молочной железы	
г	наличия патологии со стороны сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта	+

26. Прогноз при раке молочной железы зависит от всех перечисленных ниже факторов, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	наличия метастазов в регионарных лимфатических узлах	
б	наследственности	
в	возраста	
г	частоты употребления алкоголя	+

27. Для определения наличия опухоли молочной железы применяются все методы диагностики, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	пальпации	
б	перкуссии	+
в	УЗИ	
г	маммографии	

28. Для определения характера опухоли молочной железы применяют методы исследования, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	термографии	+
б	радионуклидной диагностики	
в	цитологического исследования	
г	трепан-биопсии	

29. Для распознавания метастазов в подмышечных лимфатических узлах при раке молочной железы применяются все перечисленные методы диагностики, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	пальпация	
б	лимфосцинтиграфии	
в	термографии	+
г	цитологического исследования	

30. Для распознавания метастазов в парастеральных лимфатических узлах при раке молочной железы применяются все перечисленные методы, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	сцинтиграфии	
б	компьютерной томографии	
в	биопсии во время операции	
г	рентгенографии	+

31. Операбельные раки молочной железы – это совокупность всего перечисленного, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	отсутствие или единичный метастаз в подмышечной области	
б	отсутствие поражения парастеральной лимфатической цепочки	
в	отсутствие отека кожи молочной железы	
г	наличие множественных увеличенных лимфатических узлов подмышечной области	+

32. Условно операбельные раки молочной железы – это совокупность всего перечисленного, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	наличия множественных метастазов в подмышечной области	
б	наличия метастазов в подключичной зоне	
в	наличия конгломерата узлов в подмышечной области	
г	наличия метастазов в парастеральной лимфатической цепочке	+

33. Неоперабельные раки – это совокупность всего перечисленного, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	инфильтративно-отечных форм	
б	изъязвленных раков молочной железы	
в	наличия отека руки на стороне поражения	
г	наличия метастазов в надключичной зоне	+

34. При лечении рака молочной железы применяются все перечисленные методы, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	тормозного рентгеновского низкой энергии	+
б	тормозного рентгеновского высокой энергии	
в	электронного	
г	$\gamma$ -излучения	

35. К ионизирующим излучениям относятся

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	квантовое (фотонное) и корпускулярное	+
б	световое (видимая часть спектра)	
в	ультрафиолетовое	
г	Лазерное	

36. Под ионизацией понимается

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	вырывание электрона с внутренней оболочки нейтрального атома	
б	соединение электрона с нейтральным атомом	
в	присоединение электрона к нейтральному атому	
г	вырывание электрона с удалённой от ядра электрон-ной оболочки атома	
д	правильно в) и г)	+

37. Непосредственно ионизирующими излучениями считаются

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	тормозное рентгеновское высоких энергий	
б	электронное и протонное	+
в	нейтронное	
г	$\gamma$ -излучение	
д	тормозное рентгеновское низких энергий	

38. Тормозное рентгеновское излучение – это

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	$\gamma$ -излучение некоторых радионуклидов	
б	поток электронов, получаемых в ускорителях	
в	излучение, возникшее при торможении ускоренных электронов на мишени	+
г	излучение, возникшее при изменении энергетического состояния атома	
д	эмиссия электронов с катода рентгеновской трубки	

39. С электронами атомов взаимодействуют следующие виды ионизирующих излучений

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	отрицательные $\pi$	
б	электроны	
в	протоны	
г	фотоны	
д	правильно б), в) и г)	+

40. Процессы взаимодействия электронного излучения с веществом – это

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	комптоновское рассеяние и радиационный захват	
б	столкновение со связанными и свободными электронами атомов	
в	торможение ядрами атомов	
г	фотоэлектрическое поглощение	
д	правильно б) и в)	+



41. При взаимодействии нейтронного излучения с веществом вызывают ионизацию

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правильного ответа (+)
а	быстрые нейтроны	
б	тепловые нейтроны	
в	протоны, возникающие при взаимодействии	
г	$\alpha$ -частицы, возникающие при взаимодействии	
д	правильно в) и г)	+

42. А-частицы в среде появляются в результате

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правильного ответа (+)
а	столкновения протонов с электронами	
б	образования электронно-позитронных пар	
в	расщепления ядра при взаимодействии $\pi$	
г	расщепления ядра при взаимодействии быстрых нейтронов с веществом	
д	правильно в) и г)	+

43. Поглощённая доза – это энергия

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правильного ответа (+)
а	поглощенная в $1\text{ см}^3$ вещества	
б	поглощенная в единице массы облученного объема	+
в	поглощенная во всей массе облученного объема	
г	поглощенная в единице массы за единицу времени	
д	переданная веществу фотоном или частицей на единице длины их пробега	

44. К единицам измерения поглощенной дозы относятся все перечисленные, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	Рад	
б	Грей (Гр)	
в	Рентген (Р, Rg)	+
г	Джоуль/кг	

45. Активность радионуклида – это

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	число радиоактивных ядер	
б	скорость распада радиоактивных ядер	
в	число распадов в единицу времени	
г	число радиоактивных ядер в 1 мг радиоактивного вещества	
д	правильно б) и в)	+

46. Единицами измерения активности являются

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	Кюри (Ки)	
б	Беккерель (Бк)	
в	$\text{с}^{-1}$ (секунда)	
г	мг-эквивалент Ra	
д	правильно а), б) и в)	+

47. Определение экспозиционной дозы связано с эффектами

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	ионизации воздуха под действием излучения	+
б	химического действия излучения	
в	теплового действия излучения	
г	световозбуждающего действия излучения	
д	повышения электропроводности под действием излучения	

48. Единицами измерения экспозиционной дозы являются

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	Рентген (Р, Rg)	
б	Кулон/кг	
в	Грей	
г	Рад	
д	правильно а) и б)	+

49. Радионуклидные источники для дистанционной лучевой те-рапии

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	кобальт-60	
б	калифорний-252	
в	цезий-136	
г	иридий-192	
д	правильно а) и в)	+

50. Для дистанционной лучевой терапии с радионуклидными ис-точниками излучения используют все перечисленные аппараты, кро-ме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	Гамма-нож	
б	Линейный ускоритель	
в	РОКУС-М, РОКУС-АМ	
г	Кибер - нож	+

51. К закрытым радионуклидным источникам для контактной лучевой терапии относятся все, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	цезия-137	
б	фосфора-32	+
в	кобальта-60	
г	иридия-192	
д	калифорния-252	

52. Для контактной лучевой терапии с радионуклидными источниками излучения применяют

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	РОКУС	
б	Линейный ускоритель	
в	Кибер-нож	
г	СЕЛЕКТРОН, МИКРОСЕЛЕКТРОН	
д	правильно а) и г)	+

53. Относительная глубинная доза  $\gamma$ -излучения – это

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	доза излучения на некоторой глубине в облучаемом теле	
б	отношение дозы излучения на некоторой глубине в теле к дозе на ее поверхности	
в	отношение дозы излучения на некоторой глубине к дозе в максимуме ионизации	
г	отношение дозы излучения на некоторой глубине в теле к дозе на глубине 15 см	
д	правильно в) и г)	+

54. Карта изодоз дистанционного пучка  $\gamma$ -излучения – это

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	распределение процентных глубинных доз по всему сечению пучка излучения, лежащему в плоскости центрального луча	
б	распределение процентных глубинных доз по центральному лучу пучка	
в	распределение процентных глубинных доз по любому сечению пучка излучения	
г	суммарное распределение процентных глубинных доз в поперечном сечении при многопольном статическом облучении	
д	правильно а) и в)	+

55. Дистанционная лучевая терапия – это метод

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	лучевого лечения с использованием облучения внешними пучками	+
б	лучевого лечения с использованием источников излучения, вводимых в естественные полости че-ловека	
в	лучевого лечения с использованием источников излучения, вводимых в ткань опухоли	
г	облучения радиоактивными препаратами, имею-щими тропность к опухоли	
д	эндолимфатического введения радионуклидов	

56. Для дистанционной лучевой терапии используются все пере-численные виды излучения, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	нейтронного	
б	электронного	
в	$\gamma$ -излучения	
г	рентгеновского	
д	Лазерного	+

57. Для дистанционной лучевой терапии используются радио-нуклиды

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	иридий-192	
б	кобальт-60	+
в	стронций-90	
г	золото-198	

58. Для дистанционной  $\gamma$ -терапии используются все перечисленные аппараты, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	АГАТ-В	+
б	АГАТ-Р	
в	АГАТ-С	
г	РОКУС-М	

59. Для дистанционной электронной терапии используются следующие аппараты

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	линейные ускорители электронов	
б	Бетатроны	
в	циклотроны	
г	аппараты для короткодистанционной рентгенотерапии	
д	правильно а) и б)	+

60. Для дистанционной лучевой терапии высокоэнергетическим тормозным рентгеновским излучением используются

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	$\gamma$ -терапевтические аппараты	
б	бетатроны	
в	линейные ускорители электронов	
г	аппараты для короткодистанционной рентгенотерапии	
д	правильно б) и в)	+

61. Для дальнедистанционной рентгенотерапии используются аппараты

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	РУМ-20	
б	РУМ-17	+
в	АГАТ-С	
г	бетатрон	

62. Для короткодистанционной рентгенотерапии используются аппараты

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	РУМ-21	+
б	РУМ-20	
в	РОКУС-М	
г	микротрон	

63. Для дистанционной нейтронной терапии используются следующие аппараты и источники излучения

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	калифорний-252	
б	циклотрон	+
в	линейные ускорители электронов	
г	микротроны	

64. Способами облучения при статической дистанционной лучевой терапии являются все, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	однополюсного облучения	
б	двухполюсного облучения	
в	секторного облучения	+
г	облучения с формирующими устройствами	

65. В дистанционной лучевой терапии используются перечисленные формирующие устройства, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	защитных блоков	
б	клиновидных фильтров	
в	решетчатых диафрагм	
г	аппликаторов	+

66. В дистанционной подвижной лучевой терапии используются все способы облучения, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	многопольного	+
б	конвергентного	
в	эксцентричной ротации	
г	ротационного кругового	

67. При проведении дистанционной лучевой терапии используются все режимы облучения, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	традиционного фракционирования	
б	непрерывного облучения	+
в	однократного облучения	
г	динамического фракционирования	

68. Радиочувствительность опухоли увеличивается при использовании всех перечисленных методов воздействия, кроме применения

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	радиосенсибилизаторов	
б	радиопротекторов	+
в	гипербарической оксигенации	
г	гипертермии	

69. Внутритканевая лучевая терапия – это

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	введение препаратов, имеющих тропность к опухоли	
б	внутрисосудистое введение радиоактивных микросфер	
в	эндолимфатическое введение радионуклидов	
г	введение радиоактивных источников в опухоли и прилежащие к ней нормальные ткани	+



70. Внутриполостная лучевая терапия – это

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	внедрение источников излучения в ткани	
б	внедрение источников излучения в полость опухоли при ее распаде	
в	внедрение источников излучения в полостные органы	+
г	приём источников излучения пероральным путем	

71. Для проведения внутриполостной лучевой терапии используются все виды излучения, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	дальнедистанционной рентгенотерапии	+
б	короткодистанционной рентгенотерапии	
в	$\gamma$ -терапии	
г	нейтронной терапии	+

72. Внутриполостная лучевая терапия используется во всех перечисленных вариантах, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	сочетания с дистанционным облучением	
б	компонента комбинированного лечения	
в	единственного, самостоятельного метода лечения	
г	сочетания с криотерапией	+

73. Радикальная программа лучевой терапии не включает

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	облучение первичной опухоли и зон клинического метастазирования	
б	облучение зон регионарного метастазирования после хирургического вмешательства	
в	облучение отдалённых метастазов	+
г	облучение первичной опухоли любой локализации	

74. Паллиативная программа лучевой терапии включает

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	облучение первичной опухоли	
б	облучение первичной опухоли и зон регионарного метастазирования небольшими дозами	
в	облучение очагов поражения для снятия боли	+
г	правильно а) и в)	

75. Симптоматическая лучевая терапия – это

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	локальное облучение первичного или метастатического очага для снятия определенного симптома (боли, удушья и др.)	+
б	облучение зон лимфооттока после нерадикальной операции	
в	облучение послеоперационного рубца при нерадикальной операции	
г	облучение послеоперационного рубца и зон регионарного метастазирования при нерадикально выполненной операции	

76. Для радикальной программы лучевой терапии могут использоваться все перечисленные виды лучевой терапии, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	дистанционной лучевой терапии	
б	внутриклеточной лучевой терапии	
в	короткодистанционной рентгенотерапии	
г	сочетанной лучевой терапии	
д	внутриполостной лучевой терапии	
е	нет правильного ответа	+

77. Лучевая терапия в комбинации с хирургическим вмешательством применяется при всех перечисленных стадиях заболевания, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	II стадии заболевания	
б	III стадии	
в	IV стадии заболевания	
г	малодифференцированных опухолей, независимо от стадии процесса	+

78. Лучевая терапия в комбинации с лекарственной терапией применяется при всех перечисленных стадиях заболевания, кроме:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	I-II стадии рака, при высокой степени дифференцировки клеток	+
б	генерализованных форм злокачественных опухолей	
в	малодифференцированных форм рака	
г	после нерадикально выполненной операции	

79. Какой объем облучения необходим после радикальной резекции при раке молочной железы pT1N0M0?

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	облучение ложа опухоли	
б	облучение всей оставшейся части молочной железы + ложа опухоли	+
в	облучение оставшейся части молочной железы + зоны регионарного лимфооттока	
г	не показано	

80. Какой объем облучения необходим после радикальной резекции при раке молочной железы pT2N1M0?

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	облучение ложа опухоли	
б	облучение всей оставшейся части молочной железы	
в	облучение оставшейся части молочной железы + ложа опухоли + зоны регионарного лимфооттока	+
г	не показано	

81. Какой объем облучения необходим после радикальной мастэктомии при раке молочной железы pT3N1M0?

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	облучение мягких тканей передней грудной стенки (п/о рубец)	
б	зоны регионарного лимфооттока	
в	облучение мягких тканей передней грудной стенки (п/о рубец) + зоны регионарного лимфооттока	+
г	не показано	

82. Какой объем облучения необходим после радикальной мастэктомии при раке молочной железы pT1N0M0?

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	облучение мягких тканей передней грудной стенки (п/о рубец)	
б	зоны регионарного лимфооттока	
в	облучение мягких тканей передней грудной стенки (п/о рубец) + зоны регионарного лимфооттока	
г	не показано	+

83. В какой дозе проводится облучение оставшейся ткани молочной железы после радикальной секторальной резекции?

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	50 Гр	+
б	55 Гр	
в	45 Гр	
г	40 Гр	

84. Какой объем облучения необходим после радикальной мастэктомии при раке молочной железы pT4bN3M0?

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	облучение мягких тканей передней грудной стенки (п/о рубец)	
б	зоны регионарного лимфооттока	
в	облучение мягких тканей передней грудной стенки (п/о рубец) + зоны регионарного лимфооттока+ парастернальная область	+
г	не показано	

85. Какое фракционирование чаще используется при послеоперационном облучении ложа удаленного метастаза рака молочной железы в головной мозг?

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	5 – 6 Гр	
б	1 – 1,8 Гр	
в	2 – 3 Гр	+
г	6 – 8 Гр	

86. Радионуклидная визуализация злокачественных новообразований молочной железы выполняется после внутривенного введения  $^{740}\text{Mбк}$ :

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -технетрила	+
б	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МАG3;	
в	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДТПА;	
г	$^{131}\text{I}$ -гиппурана	

87. Трижды отрицательный биологическим подтипом РМЖ считается:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	положительные рецепторы эстрогенов (ER) и рецепторы прогестерона (PR) (по Allred); гиперэкспрессия HER2 отсутствует; низкая (G1) и умеренная (G2) степень злокачественности по Ellis-Elston.	
б	положительные ER и PR; гиперэкспрессия HER2 отсутствует; высокая степень злокачественности (G3).	
в	положительные ER и/или PR; гиперэкспрессия HER2.	
г	гиперэкспрессия HER2 отсутствует и отсутствие определяемых гормональных рецепторов (ER-/PR-).	+

88. Люминальным В биологическим подтипом РМЖ считается:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	положительные рецепторы эстрогенов (ER) и рецепторы прогестерона (PR) (по Allred); гиперэкспрессия HER2 отсутствует; низкая (G1) и умеренная (G2) степень злокачественности по Ellis-Elston.	
б	положительные ER и PR; гиперэкспрессия HER2 отсутствует; высокая степень злокачественности (G3).	+
в	положительные ER и/или PR; гиперэкспрессия HER2.	+
г	гиперэкспрессия HER2 отсутствует и отсутствие	

	определяемых гормональных рецепторов (ER-/PR-).	
--	---	--

89. Интраоперационная лучевая терапия характеризуется:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	применением роботизированных скальпелей с вмонтированным источником $Co^{60}$	
б	для достижения максимального антибластического эффекта	
в	однофракционным облучением (доза подводится за 1 процедуру)	+

90. Острая лучевая реакция на коже проявляется:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	эритемой	+
б	телеангиоэктазией	
в	лучевой язвой	
г	лучевым фиброзом кожи	

91. Сочетанный метод лучевой терапии включает в себя:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	два и более видов радиотерапии	+
б	лучевое и лекарственное лечение	
в	лучевое и хирургическое лечение	
г	лучевое и хирургическое лечение и лекарственное лечение	

92. Какой вид ионизирующего излучения имеет наиболее высокую проникающую способность в биологических тканях?

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	ускоренные электроны	
б	гамма-излучение	
в	альфа-частицы	
г	тормозное излучение высокой энергии	+

93. Какой вид излучения образуется при радиоактивном распаде радионуклида  $\text{Co}^{60}$ ?

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	рентгеновское	
б	ускоренные электроны	
в	нейтроны	
г	гамма-излучение	+

94. Основным принципом лучевой терапии злокачественных опухолей является

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	облучение первичной опухоли и регионарных лимфатических узлов до максимальной дозы, необходимой для полного разрушения злокачественного роста	
б	облучение первичной опухоли, клинически видимых регионарных и отдаленных метастазов до максимальной дозы, необходимой для полного разрушения злокачественного роста	
в	облучение зон опухолевого поражения (первичной опухоли и регионарных лимфатических узлов) до оптимальной дозы, предусматривающей минимальное поражение окружающих здоровых органов и тканей	+
г	подведение оптимальных доз облучения на очаги первичного поражения, регионарные лимфоузлы и отдаленные метастазы, позволяющих повысить вероятность их поражения при исключении риска повреждения нормальных тканей	

95. Радиочувствительность тканей

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для от-метки правиль-ного ответа (+)
а	прямо пропорциональна степени их пролиферативной активности и обратно пропорциональна степени дифференцировки	+
б	обратно пропорциональна степени пролиферативной активности	
в	прямо пропорциональна степени дифференцировки	



96. Целью предоперационной лучевой терапии является

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	разрушение отдалённых метастазов	
б	уменьшение риска возникновения локального, регионарного рецидива при	
в	выявлении высокой локально и регионарной распространённости	
г	перевод опухолей, находящихся на грани операбельности, в операбельное	+

97. Поздние лучевые реакции

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	проявляются в процессе ЛТ, либо в пределах 3 мес. по ее окончании	
б	проявляются через 3 мес. и позднее по окончании ЛТ	+
в	нарастание, как правило, сменяется полным разрешением	

98. Задача планирования лучевой терапии состоит в создании таких условий, при которых

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	поглощенная доза в объеме мишени была бы в пределах 90-95 % от максимальной при минимуме дозы в здоровых тканях	+
б	поглощенная доза в объеме мишени была не менее 80 % от максимальной, в здоровых тканях допускается 60 % от максимума	
в	поглощенная доза в объеме мишени была 50 % от максимальной при 0 % в здоровых тканях	

99. Рентгеновский симулятор – это

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	рентгенодиагностический аппарат, предназначенный для уточняющей диагностики после проведения РКТ	
б	рентгенодиагностический аппарат, специально приспособленный для разметки контуров (границ) радиационного поля	+
в	устройство, предназначенное для определения подвижности опухоли во время облучения пациента	

## Список рекомендуемой литературы

1. Abbe R. Radium and radio-activity // *Yale Med. J.* – 1904. – 10. – P. 433-447.
2. Aronowitz. Historical Vignette Partial breast irradiation by brachytherapy, 1927 // *Jesse N. Brachytherapy.* – 2011. – P. 427-431.
3. Darby S., McGale P., Correa C., Taylor C. (EBCTCG) et al. Effect of radiotherapy after breast-conserving surgery on 10-year recurrence and 15- year breast cancer death: meta-analysis of individual patient data for 10,801 women in 17 randomised trials // *Lancet.* – 2011. – 378. – P. 1707-1716.
4. Darby S., Ewertz M., McGale P. et al. Risk of ischemic heart disease in women after radiotherapy for breast cancer // *N. Engl. J. Med.* – 2013. – Mar. 14. – 368. – P. 987-998.
5. Clarke M., Collins R., Darby S. et al. (EBCTCG). Effects of radiotherapy and of differences in the extent of surgery for early breast cancer on local recurrence and 15-year survival: an overview of the randomised trials // *Lancet.* – 2005. – 366. – P. 2087-2106.
6. Hartigan T. J. P. Presentation, *Dermatol. Soc. Gr. Brit & Ireland* // *Br. J. Dermatol.* – 1904. – P. 466-473.
7. Hill-Kayser C.E., Chacko D., Hwang W.T. et al. Long-term clinical and cosmetic outcomes after breast conservation treatment for women with early-stage breast carcinoma according to the type of breast boost // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* – 2011. – 79. – P. 1048-1054.
8. Janeway H. H., Barringer B. S., Failla G. Radium therapy in cancer at the Memorial Hospital, New York. First Report 1915-1916 // *New York – Paul B. Hoeber.* – 1917. – P. 184-190.
9. Kuerer H. M., Julian T. B., Strom E. A. et al. Accelerated partial breast irradiation after conservative surgery for breast cancer // *Ann. Surg.* – 2004. – 239. – P. 338-351.

10. Polgár C., Fodor J., Major T. et. al. Breast-conserving therapy with partial or whole breast irradiation: ten-year results of the Budapest randomized trial // *Radiother. Oncol.* – 2013. – Vol. 108. – № 2. – P. 197-202.

11. Polgár C., Ott O. J., Hildebrandt G. et. al. Late side-effects and cosmetic results of accelerated partial breast irradiation with interstitial brachytherapy versus whole-breast irradiation after breast-conserving surgery for low-risk invasive and in-situ carcinoma of the female breast: 5-year results of a randomised, controlled, phase 3 trial // *Lancet Oncol.* – 2017. – Vol. 18. – № 2. – P. 259-268.

12. Polgár C. et al // *Radiother. Oncol.* – 2013. – Aug. – 108(2). – P. 197-202.

13. Poortmans P. et al. Evidence based radiation oncology: breast cancer // *Radiother. Oncol.* – 2007. – Vol. 84. – P. 84-101.

14. Poortmans P., Bartelink H., Horiot J. C. et al. EORTC Radiotherapy and Breast Cancer Groups. The influence of the boost technique on local control in breast conserving treatment in the EORTC 'boost versus no boost' randomised trial // *Radiother. Oncol.* – 2004. – Jul. –72. – P. 25-33.

15. Rutqvist L. E., Rose C., Cavallin-Stahl E. A systematic overview of radiation therapy effects in breast cancer // *Acta Oncol.* – 2003. – Vol. 42. – P. 532-545.

16. Strnad V., Ott O. J., Hildebrandt G. et. al. 5-year results of accelerated partial breast irradiation using sole interstitial multicatheter brachytherapy versus whole-breast irradiation with boost after breast-conserving surgery for low-risk invasive and in-situ carcinoma of the female breast: a randomised, phase 3, non-inferiority trial // *Lancet.* – 2016. – Vol. 16. – № 387. – P. 229-238.

17. Terheyden M. M., Melchert C., Kovács G. External beam boost versus interstitial high-dose-rate brachytherapy boost in the adjuvant radiotherapy following breast-conserving therapy in early-stage breast

cancer: a dosimetric comparison // J. Contemp. Brachytherapy. – 2016  
Aug. – 8. – P. 294-300.

Отпечатано в ООО «АРТЕК»,  
СПб, Университетская наб., д. 19  
Подписано в печать 27.09.17  
Формат 60x90/16. Печ. л. 7,5.  
Тираж 100 экз.