

*Г.А. Паньшин Г.А., П.В. Полушкин, А.Ю. Смыслов, Т.Р. Измайлов*

## **Физико-дозиметрические аспекты радиотерапевтического лечения больных раком молочной железы с установленным тканевым расширителем**

ФБГУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России, Москва

В Российской Федерации по данным на 2019 г. рак молочной железы (РМЖ) занимает лидирующую позицию среди злокачественных новообразований у женского населения.

В настоящее время наблюдается увеличение количества больных раком молочной железы молодого возраста. В связи с этим повышаются требования к качеству жизни пациентов, в частности, эстетическим результатам проведенного специального лечения, что способствует внедрению методов реконструктивной хирургии в онкомамологию.

Двухэтапная установка силиконового импланта молочной железы представляет собой наиболее распространенный метод реконструкции молочной железы в онкомамологической практике, при котором на первом этапе после мастэктомии пациенткам устанавливается тканевый расширитель, на втором этапе выполняется его замена на постоянный имплант.

Вместе с тем, до настоящего времени актуальным остается вопрос проведения радиотерапии у пациенток, прошедших хирургический этап лечения РМЖ с реконструктивно-пластической операцией. Как известно, радиотерапия играет важную роль в комбинированном и комплексном лечении РМЖ, повышая, в целом, локорегионарный контроль у прооперированных пациенток. С другой стороны, она может способствовать повышению риска возникновения поздних осложнений реконструкции молочной железы, таких как развитие капсулярных контрактур и протрузий.

Следует также подчеркнуть, что в настоящее время остается недостаточно изученным воздействие именно, наиболее перспективных в клиническом применении гипофракционных режимов радиотерапии, в первую очередь, на эндопротезы у пациенток в процессе двухэтапной реконструкции.

В данной статье представлен краткий анализ физико-дозиметрического планирования радиотерапии у больных РМЖ после установки тканевого расширителя (ТР), проходивших

лечение на базе Российского научного центра рентгенорадиологии (РНЦРР) МЗ РФ.

**Ключевые слова:** онкомамология, реконструктивные операции, тканевые экспандеры, радиотерапия, органы риска

### **Введение**

Рак молочной железы (РМЖ) занимает 1 место в структуре онкологической заболеваемости и смертности у женского населения в РФ. Последнее время, по данным современной отечественной медицинской статистики, отмечается тенденция к росту заболеваемости РМЖ у больных различных возрастных групп, в частности у пациенток молодого возраста [1].

При этом, особенно следует подчеркнуть, что, благодаря совершенствованию профилактических методов скрининга РМЖ и росту онкологической настороженности, увеличилось количество больных с данной онкологической патологией, выявляемой на ранних стадиях заболевания.

Несомненным является и тот факт, что, несмотря на увеличение частоты органосохраняющих операций, радикальная мастэктомия до настоящего времени остается основным хирургическим методом лечения РМЖ, позволяющим повысить локорегионарный контроль и максимально-возможно способствовать предотвращению, в последующем, дальнейшего прогрессирования опухолевого процесса. Вместе с тем, радикальная мастэктомия, в ряде случаев, приводит к развитию и достаточно выраженного косметического дефекта, наличие которого существенным образом может повлиять на психоэмоциональное состояние пациенток [2].

В целом, на сегодняшний день выявляется явная тенденция к широкому внедрению методов реконструкции молочной железы в онкомамологическую практику РФ, при которой именно двухэтапная установка тканевого импланта (ТИ) является одним из самых распространенных методических приемов при современном радикальном лечении РМЖ, широко применяемым отечественными клиницистами. При этом, на первом

этапе, после мастэктомии проводится установка тканевого расширителя, а на втором — его замена на постоянный имплант [3]. Следует подчеркнуть, что, на сегодняшний день одной из наиболее актуальных проблем в онкомамологии является оптимальное проведение, при показаниях, адьювантной радиотерапии у пациенток после реконструкции молочной железы.

Общеизвестно, что проведение радиотерапии после хирургического лечения у больных РМЖ позволяет увеличить локорегионарный контроль и, соответственно, общую выживаемость больных [4]. В то же время, близость критических органов, особенно при левосторонней локализации опухолевого процесса, таких как сердце, коронарные сосуды и легкие, способствует тому, что определение оптимального объема облучения в данной клинической ситуации обуславливает достаточную сложность планирования этапа радиотерапевтического лечения [5, 6].

При этом, именно явления радиационно-индуцированной кардиотоксичности, могут послужить основой для возникновения, в первую очередь в отсроченном периоде, ишемической болезни сердца, поэтому весьма важно оценивать качество планов радиотерапевтического лечения уже на этапе предлучевой подготовки [7].

Особый интерес в процессе радиотерапии представляет установленный тканевой эндпротез (тканевой расширитель, имплант), так как его наличие ассоциировано с повышенным риском развития поздних осложнений проведенной реконструкции молочной железы, таких как развитие инфекции вокруг импланта, а также капсульных контрактур и протрузий [8–10].

Также, несомненным является и то, что эндпротез может выступить в качестве фактора, модифицирующего физико-дозиметрические параметры радиотерапии [11, 12].

Ещё одним актуальным вопросом является применение современных гипофракционных режимов облучения пациенток в связи с реальной возможностью риска развития при этом выраженных ранних лучевых реакций, в первую очередь, со стороны органов риска, в особенности, у пациенток с левосторонней локализацией опухолевого процесса, главным образом, из-за близкого расположения сердца к передней грудной стенке.

При этом, справедливости ради, следует подчеркнуть, что ряд авторов показали равную эффективность гипофракционной радиотерапии в сравнении с стандартным режимом фракционирования у больных ранним РМЖ после органосохраняющих операций, при которых выраженность лучевых реакций оказалась практически идентичной [12, 13].

Следует также отметить и то, что гипофракционный режим облучения, по сравнению со стандартным, может уменьшить как общие финансовые затраты на лечение, так и сроки проведения самого курса радиотерапии, который, кроме этого, в меньшей степени нарушает привычный образ жизни пациентов.

В целом, основной задачей проведенного исследования явился анализ физико-дозиметрических параметров при планировании радиотерапии у пациенток с РМЖ после радикальной мастэктомии с установленным тканевым расширителем при применении различных режимов фракционирования дозы облучения.

## Материалы и методы

*Отбор пациентов.* В период с 2012 по 2021 гг. в РНЦРР МЗ РФ 219 больным с злокачественным поражением молочной железы проводился также и радиотерапевтический этап комплексного лечения. При этом, части больных, на хирургическом этапе специального лечения, выполнена радикальная мастэктомия [n=157 (71,6%)] с последующей адьювантной радиотерапией, а у остальных пациенток проведена реконструктивно-пластическая операция с одновременной установкой тканевого экспандера [n=62 (28,4%)] также с последующей адьювантной радиотерапией. У этих больных, в дальнейшем, на втором этапе реконструкции, реализовывалась замена тканевого экспандера с оболочкой из силиконового эластомера, наполненного физиологическим раствором, на постоянный имплант. При этом, экспандеры были оснащены инъекционным портом, позволяющим хирургам, при показаниях, вводить дополнительный объем физиологического раствора для постепенного растяжения ткани молочной железы в течение нескольких месяцев.

В исследовании принимали участие пациентки с различными локализациями рака в молочной железе. Всего проанализировано 96 [n=219 (43,8%)] больных с правосторонней локализацией и 123 — с левосторонней [n=219 (56,2%)]. Для достижения сопоставимости групп больных из исследования исключались больные, которым проводилось, при клинической необходимости, облучение парастернальной группы лимфоузлов, поэтому дополнительным критерием отбора являлось именно инициальное поражение наружных квадрантов молочной железы. Также критерием отбора являлась стадия заболевания. В исследование включены больные с ПА — ПС стадиями рака молочной железы. У 40 [n=219 (18,3%)] больных диагностирована ПА стадия заболевания, у 80 [n=219 (36,6%)] — ПВ стадия, у 47 [n=219 (21,4%)] — ПШ стадия, у 12 [n=219 (5,4%)] — ПШВ стадия и у 40 пациенток [n=219 (18,3%)] — ПС стадия опухолевого процесса.

*Радиотерапия.* На предлучевом этапе всем больным в равном объеме проводилась КТ-топометрия в положении лежа на спине с использованием маммабордов. У пациенток после радикальной мастэктомии с целью модификации распределения доз использовались тканеэквивалентные болусы толщиной 1 см. Кроме того, у пациенток с левосторонней локализацией опухоли в процессе топометрии с последующей реализацией курса радиотерапии применялась методика контроля дыхания с его задержкой на высоте вдоха. Перед проведением этапа адьювантной радиотерапии всем пациенткам с установленным тканевым расширителем в коллегиальном плане, совместно с хирургом оценивалось состояние кожи в проекции установленного

эндопротеза. При выявлении изменений цвета кожи или ее участков с потенциальным нарушением трофики из-за чрезмерного натяжения, у 5 пациенток (8% n=62) после этого выполнялась МСКТ-топометрия, проводилось уменьшение объема тканевого расширителя в среднем, на 80 мл. Далее, используя систему планирования радиотерапевтического лечения Eclipse, проводилось оконтуривание объемов облучения и дозимитирующих структур в соответствии со стандартными рекомендациями по оконтуриванию объемов радиотерапии RTOG, DBCG [15,16].

В последующем, всем больным проведен курс адьювантной 3D-конформной дистанционной радиотерапии с применением тормозного рентгеновского излучения 6 МэВ с использованием тангенциальных полей на область грудной стенки с захватом регионарных лимфоузлов [подмышечные (I–III группы), надключичные и подключичные].

В проведенном исследовании при реализации этапа радиотерапевтического лечения применялись как классический, так и гипофракционный режимы фракционирования дозы. При этом, у пациенток с левосторонней локализацией опухоли применялись разовые очаговые дозы (РОД) порядка 2–2,25 Гр, в то время как при правосторонней локализации РОД составляли от 2 до 2,5 Гр. При этом, суммарная очаговая доза при РОД 2 Гр (25 фракций) равнялась 50 Гр, при РОД 2,25 (21 фракция) — 47,25 Гр и при РОД 2,5 (18 фракций) — 45 Гр.

**Дозиметрические параметры**

**Индекс конформности.** Как известно, на уровень конформности проводимой радиотерапии может повлиять как недооблучение планируемого объема мишени (PTV) предписанной дозой, так и облучение объема, располагающегося за его пределами. При этом, для оценки конформности облучения в данной работе использовались параметры, полученные на основе оценки индекса конформности (CI), определяемого по формуле  $CI = \frac{TV}{V_{PTV}}$ , где TV (Treated Volume) — терапевтический объем, покрытый N (%) изодозой, а  $V_{PTV}$  — планируемый объем мишени.

Следует подчеркнуть, что оценка планов радиотерапии на предлучевом этапе проводилась с учетом параметров, регламентированных 50/62 докладами Международной комиссии по радиационным единицам (МКРЕ), касающихся индексов гомогенности и конформности в пределах допусков международных стандартов (табл. 1).

Для оценки объема облучения, распространяющегося за пределы PTV, применялся дополнительный параметр «CI outer», являющийся частью CI, а для оценки полноты облучения объема PTV применялся параметр «CI inner», являющийся ещё одним параметром для оценки соотношения объема облучения за пределами PTV к объему облучения в его пределах (табл. 2).

В целом, анализ индекса конформности проводился по 95% изодозе.

Следует также отметить и тот факт, что, ограничения по дозам для органов риска учитывались согласно данным, регламентированным QUANTEC (количественный анализ нормальных тканевых эффектов в клинике) [17] (табл. 3).

**Методы статистической обработки.** На первом этапе анализа полученных данных проводилась проверка адекватности распределения выборок путем применения критериев Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка, обладающих повышенной чувствительностью к малым выборкам. В качестве параметрических тестов для сравнения средних значений дозиметрических параметров применялись Т-критерии и однофакторный дисперсионный анализ, а для оценки их взаимосвязи использовались корреляции Пирсона. Для параметров, неподчиняющихся законам нормального распределения, при сравнении средних величин дозиметрических параметров применялись непараметрические тесты Уилкоксона, Манна–Уитни (непараметрический аналог Т-критерия) и Краскала–Уоллеса, а для оценки взаимосвязей — корреляционный анализ Спирмена. Кроме того, при анализе выборок, обладающих качественными характеристиками, использовался критерий  $\chi^2$  Пирсона. В целом, все статистические расчеты проводились в программе IBM SPSS Statistics 23.

**Таблица 1. Параметры планов радиотерапии, регламентированные 50/62 докладами МКРЕ**

Параметры	Описание
Индекс конформности CI (conformity Index)	Отношение объема ткани, покрытого предписанной дозой к объему мишени облучения. $CI = \frac{TV}{V_{PTV}}$ , где TV (Treated Volume) — терапевтический объем, покрытый N (%) изодозой, а $V_{PTV}$ — планируемый объем мишени
Индекс гомогенности HI (homogeneity index)	Характеристика однородности распределения поглощенной дозы внутри объема мишени. Индекс определяется по формуле $HI = \frac{D_{2\%} - D_{98\%}}{D_{50\%}}$ , где $D_{2\%}$ , $D_{98\%}$ и $D_{50\%}$ — объемы данных изодоз.

**Таблица 2. Дополнительные дозиметрические параметры**

Параметры	Описание
CI outer	Составная часть индекса конформности распространяющаяся за пределы PTV
CI inner	Составная часть индекса конформности располагающаяся в пределах PTV
Outer/inner	Отношение CI outer к CI inner

**Таблица 3. Ограничения на органы риска, регламентированные в QUANTEC**

Параметры	Описание
Heart V30<46%	Доза на 46% объема перикарда не превышает 30 Гр
Heart mean<26 Gy	Средняя доза на 100% объема перикарда не превышает 26 Гр
Lung (R/L)	Средняя доза на одно легкое. 7 Гр — 5% риск возникновения пневмонита; 13 Гр — 10% риск возникновения пневмонита; 20 Гр — 20% риск возникновения пневмонита
Whole Lungs V20 <=30%	Доза на 30% от суммарного объема легких равна или не превышает 20 Гр

### Результаты

Сравнительный количественный анализ средних значений дозиметрических параметров выявил, что внешняя часть индекса конформности (CI outer) была достоверно меньше у пациенток с установленным тканевым экспандером, в то время как значимые различия во внутренней части индекса конформности были отмечены только у пациенток с правосторонней локализацией с установленным тканевым экспандером, что указывает на меньшую лучевую нагрузку вне объема PTV, то есть на органы риска. При анализе полученных дозиметрических параметров (табл. 4), касающихся, в частности, средних значений объемов облучения (TV — treated volume) выявлены значимо большие объемы облучения у пациенток с установленным тканевым экспандером при левосторонней локализации опухолевого процесса, по сравнению с пациентками без экспандера, которые составили, соответственно, 1892,2 см<sup>3</sup> и 1635,9 см<sup>3</sup> (p=0,037). Для пациенток с правосторонней локализацией различия в объеме облучения оказались незначимыми (p=0,737).

Касаясь, в целом, объемов PTV было показано, что достоверно различались объемы PTV с более высокими значениями у пациенток с установленным тканевым экспандером и без такового, как при правосторонней локализации опухолевого процесса [1390 см<sup>3</sup> и 1102,3 см<sup>3</sup> соответственно, (p=0,001)], так, и в еще большей степени, при левосторонней — [1592 см<sup>3</sup> и 1104,2 см<sup>3</sup> соответственно, (p=0,0001)].

В отношении индекса гомогенности (HI) было выявлено, что у пациенток с левосторонней локализацией опухолевого процесса и установленным тканевым экспандером величина HI оказалась значимо выше, по сравнению с пациентками без его установки (p=0,041). При этом, данная тенденция не прослеживается при правосторонней локализации опухолевого процесса (p=0,67).

Касаясь результатов анализа данных лучевой нагрузки на органы риска (табл. 5) было выявлено, что нагрузка на сердце и легкие у пациенток с установленным тканевым экспандером оказалась ниже, чем у пациенток без эндопротеза. При этом, дозовая нагрузка на сердце оценивалась по объемному параметру (Heart V30 <46%), демонстрирующему процентную долю от объема органа, на который подведена доза, равная 30 Гр. Как следует из табл. 5, средние очаговые дозы на сердце (Heart mean) у пациенток с РМЖ с левосторонней локализацией и с установленным тканевым экспандером составили 5,5 Гр, а у пациенток без такового — 8,8 Гр (p=0,001). В то же время, для правосторонней локализации соответствующие различия оказались недостоверными (p=0,269).

Касаясь доз, получаемых легкими при проведении радиотерапевтического этапа специального лечения при наличии или отсутствии тканевого экспандера, отмечается тот факт, что при его наличии у пациенток как с левосторонней, так и с правосторонней локализацией РМЖ значимо снижается доза на соответствующее легкое [при левосторонней локализации соответственно — с 17,1 Гр до 11,9 Гр (p<0,0001), а при правосторонней — с 19,5 Гр до 9,7 Гр (p=0,001)].

**Таблица 4. Результаты анализа дозиметрических параметров**

Параметры	Установлен ТЭ		Не установлен ТЭ		P (R)	P (L)
	Локализация					
	Правая	Левая	Правая	Левая		
CI inner	0,84	0,83	0,82	0,829	p=0,002	p=0,869
CI outer	0,37	0,303	0,61	0,504	p<0,0001	p<0,0001
outer/inner	0,44	0,36	0,75	0,62	p<0,0001	p<0,0001
TV	1701,1	1892,2	1606,6	1635,9	p=0,737	p=0,037
PTV volume	1390	1592,4	1102,3	1104,2	p=0,001	p<0,0001
HI	0,253	0,27	0,26	0,23	p=0,67	p=0,041

**Таблица 5. Результаты анализа дозовой нагрузки на органы риска**

Параметры	Установлен ТЭ		Не установлен ТЭ		P (R)	P (L)
	Локализация					
	Правая	Левая	Правая	Левая		
Heart mean<26 Gy (Гр)	2,4	5,5	1,75	8,8	p=0,269	p=0,001
Heart V30<46% (%)	0,44	2,5	0,0001	10,1	p=0,009	p<0,0001
Lung R (Гр)	9,7	0,75	19,5	0,95	p=0,001	p=0,083
Lung L (Гр)	0,8	11,9	0,65	17,1	p=0,292	p<0,0001

## Заключение

Радиотерапия представляет собой метод лечения, позволяющий увеличить локорегионарный контроль, тем самым увеличивая продолжительность жизни у больных РМЖ, и должен применяться в рамках мультидисциплинарного подхода к лечению данной онкологической патологии.

На сегодняшний день рост актуальности проведения реконструктивно-пластических операций в онкомаммологической практике в процессе комплексного лечения РМЖ предопределяет необходимость дальнейшего определения оптимальных сроков их реализации, и, при показаниях — проведения адекватной методики радиотерапии после хирургического этапа специального лечения, в том числе, и с установкой тканевого экспандера.

При этом, нельзя забывать и о том, что наличие установленного тканевого экспандера у больных РМЖ после радикальной мастэктомии и реконструктивно-пластической операции может повлиять на физико-дозиметрические параметры оптимальных планов адьювантной радиотерапии.

В таком случае, при определении наиболее подходящей в каждой конкретной клинической ситуации методики радиотерапии необходимо учитывать такие факторы, как возраст и общее состояние пациентки до начала проведения облучения, ее анатомические особенности, локализацию опухолевого процесса, контур грудной клетки, предшествующее химиогормональное лечение и ряд других.

При этом, несомненным является и тот факт, что необходимость применения адьювантной радиотерапии является критическим аспектом при выборе наиболее адекватной методики ее реализации и планирования в каждой клинической ситуации, направленной, в первую очередь, на максимально возможное снижение в отдаленном периоде после ее проведения, вероятности развития сердечно-сосудистых заболеваний со смертельным исходом, а также рака легких, вызванных самим фактом применения ионизирующего излучения.

В целом, реконструкция молочной железы у больных РМЖ с помощью тканевого расширителя, с которой у каждой пациентки связывается множество надежд и сомнений, и которая может быть выполнена сразу после мастэктомии, позволяющая при этом воссоздать такую грудь, которая визуально не будет отличаться от здоровой, является эффективным методом устранения психических нарушений, позволяет женщинам чувствовать себя намного лучше и физически и морально, помогает уменьшить психологические

последствия проведенной операции и вернуться к полноценному образу жизни после тяжелого периода борьбы с болезнью.

### *Конфликт интересов*

Авторы заявляют об отсутствии в статье конфликта интересов.

### *Благодарности*

Авторы выражают благодарность Ходорович Ольге Сергеевне, руководителю маммологической клиники и Иващину Алексею Владимировичу, заведующему службой обеспечения и сопровождения радиотерапии ФГБУ «РНЦРР» МЗ РФ Минздрава РФ за помощь в сборе клинических и физико-дозиметрических данных при подготовке к написанию данной статьи.

## ЛИТЕРАТУРА

- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2019. ISBN 978-5-85502-251-3.
- Грушина Т.И., Ткаченко Г.А. Психологический дистресс у больных раком молочной железы после различных видов противоопухолевого лечения // Опухоли женской репродуктивной системы. 2016;12(1):56–62.
- Солодкий, В.А. Шерстнева, Т.В. Меских Е.В. Реконструктивно-пластические операции при раке молочной железы в российской федерации и за рубежом (сравнительный анализ) // Клиническая медицина. 2018;13(3):132–137.
- Abe O, Abe R, Enomoto K. 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(9503):2087–2106.
- Darby SC, Ewertz M, McGale P. et al. Risk of ischemic heart disease in women after radiotherapy for breast cancer // N. Engl. J. Med. Massachusetts Medical Society, 2013;368(11):987–998.
- Vasiljevic D, Arnold C, Neuman D. Occurrence of pneumonitis following radiotherapy of breast cancer — A prospective study // Strahlentherapie und Onkol. 2018;194(6):520–532.
- Полушкин П.В., Паньшин Г.А., Измайлов Т.Р. Радиотерапия рака молочной железы у пациенток с установленным тканевым экспандером (краткий обзор литературы) // Трудный пациент. 2020;44–50.
- Ходорович О.С., Калинина-Масри А.А., Канахина Л.Б. и др. Реконструктивно-пластические операции с использованием экспандера // Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии. 2020;20(1):1–14.
- Headon H, Kasem A, Mokbel K. Capsular contracture after breast augmentation: An update for clinical practice // Archives of Plastic Surgery. Korean Society of Plastic and Reconstructive Surgeons, 2015;42(5):532–543.
- Anker CJ, Hymas RV, Kokeny KE et al. The effect of radiation on complication rates and patient satisfaction in

- breast reconstruction using temporary tissue expanders and permanent implants // *Breast J.* 2015;21(3):233–240.
11. Moni J, Graves-Ditman M, Cederna P et al. Dosimetry around metallic ports in tissue expanders in patients receiving postmastectomy radiation therapy: An ex vivo evaluation // *Med. Dosim.* 2004;29(1):49–54.
  12. Trombetta DM, Cardoso SC, Facure A et al. Influence of the Presence of Tissue Expanders on Energy Deposition for Post-Mastectomy Radiotherapy // *PLoS One.* 2013;8(2).
  13. Owen JR, Ashton A, Bliss JM et al. Effect of radiotherapy fraction size on tumour control in patients with early-stage breast cancer after local tumour excision: long-term results of a randomised trial // *Lancet Oncol.* 2006;7(6):467–471.
  14. Yarnold J, Ashton A, Homewood J et al. Fractionation sensitivity and dose response of late adverse effects in the breast after radiotherapy for early breast cancer: Long-term results of a randomised trial // *Radiother. Oncol.* 2005;75(1):9–17.
  15. Gentile MS, Usman AA, Neuschler EI et al. Contouring guidelines for the axillary lymph nodes for the delivery of radiation therapy in breast cancer: Evaluation of the RTOG breast cancer atlas Presented in abstract form at the 55th Annual Meeting of the American Society for Radiation Oncology, Atl // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. Elsevier Inc.* 2015;93(2):257–265.
  16. Nielsen MH, Berg M, Pedersen AN et al. Delineation of target volumes and organs at risk in adjuvant radiotherapy of early breast cancer: National guidelines and contouring atlas by the Danish Breast Cancer Cooperative Group // *Acta Oncol. (Madr).* 2013;52(4):703–710.
  17. Bentzen SM, Constine LS, Deasy JO et al. Quantitative Analyses of Normal Tissue Effects in the Clinic (QUANTEC): An Introduction to the Scientific Issues // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2010;76(3):3–9.

Поступила в редакцию 16.07.2021 г.

*G.A. Panshin, P.V. Polushkin, A.Yu. Smyslov,  
T.R. Izmailov*

### **Physico-dosimetric aspects of radiotherapy treatment of breast cancer patients with an established tissue expander**

Russian Scientific Center of Roengenoradiology of Russia,  
Moscow

According to the data for 2019, breast cancer hold a leading position among malignant neoplasms in the female population in the Russian Federation.

Currently, there is an increase in the number of young breast cancer patients. In this regard, the requirements for the quality of life of patients, in particular the aesthetic results of special treatment, are increasing, which contributes to the introduction of methods of reconstructive surgery in oncomammology.

The two-stage installation of a silicone breast implant is the most common method of breast reconstruction in oncological practice, in which a tissue expander is installed in patients at the first stage after mastectomy, and at the second stage it is replaced with a permanent implant.

At the same time, the issue of radiotherapy in patients who have undergone the surgical stage of breast cancer treatment with reconstructive plastic surgery remains relevant to date. As is known, radiotherapy plays an important role in the combined and complex treatment of breast cancer, increasing, in general, locoregional control in operated patients. On the other hand, it may increase the risk of late complications of breast reconstruction, such as the development of capsular contractures and protrusions.

It should also be emphasized that at present, the impact of hypofractionated radiotherapy regimes, which are considered as the most promising, remains insufficiently studied. This article presents a brief analysis of dosimetric planning of radiotherapy in patients with breast cancer after the installation of a tissue expander.

**Key words:** oncomammology, reconstructive operations, tissue expanders, radiotherapy, organs at risk