

РЕЗУЛЬТАТЫ ОДНОМОМЕНТНОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ ГРУДИ НА ФОНЕ АДЬЮВАНТНОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ В СЛУЧАЯХ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ (СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

Романенков Н.С.¹, Трунин Е.М.¹, Мовчан К.Н.¹, Яковенко О.И.¹, Гедгафов Р.М.¹

¹ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова», Санкт-Петербург, e-mail: nickrom@inbox.ru.

Необходимость проведения больным раком молочных желез (РМолЖ) лучевой терапии считается противопоказанием к одномоментному протезированию (ОмП) груди силиконовыми имплантатами. Но большинство данных, относящихся к ОмП молочных желез (МолЖ) на фоне послеоперационной лучевой терапии (ПЛТ), представлены в одноуровневых ретроспективных когортных исследованиях. Из базы PubMed/MEDLINE отобраны публикации на английском языке, представленные в научных журналах с 1 января 2000 г. по 30 октября 2021 г. При выполнении работы анализировали демографические данные о пациентках, способ протезирования груди, данные о проведении адьювантной лучевой терапии, частоту осложненного течения послеоперационного периода. Всего отобраны данные о 3654 больных РМолЖ, перенесших ОмП груди силиконовым имплантатом или тканевым экспандером (ТЭ). Возраст пациенток в среднем составил 46,9 года. Медиана наблюдения за больными после операции – 37,6 месяца. После операции в 54,7% клинических наблюдений воздействие ПЛТ направлено на область ТЭ, а в 30,5% случаев – силиконового имплантата. При реконструкции МолЖ силиконовым имплантатом либо ТЭ на фоне ПЛТ осложнения происходят более чем в 40% случаев. Удельный вес наблюдений инфекционных осложнений в области хирургического вмешательства при протезировании груди на фоне ПЛТ достигает 8% случаев. Частота капсульной контрактуры III–IV степени после реконструкции груди на фоне ПЛТ составила 14,15% клинических наблюдений, частота повторных операций – 12,86%. Адьювантная лучевая терапия негативно влияет на результаты реконструкций груди после МЭ, повышая удельный вес осложнений после операции. Тем не менее, необходимость проведения больным ПЛТ не должна рассматриваться специалистами в качестве абсолютного противопоказания для ОмП груди с применением силиконовых имплантатов и ТЭ.

Ключевые слова: рак молочной железы, адьювантная лучевая терапия, реконструктивная хирургия, одномоментная реконструкция молочной железы, маммопластика.

RESULTS OF IMMEDIATE BREAST RECONSTRUCTION IN BREAST CANCER CASES IN TERMS OF ADJUVANT RADIOTHERAPY (SYSTEMATIC REVIEW)

Romanenkov N.S.¹, Trunin E.M.¹, Movchan K.N.¹, Yakovenko O.I.¹, Gedgafov R.M.¹

¹FGBOU VO «North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov», Saint-Petersburg, e-mail: nickrom@inbox.ru.

Radiation therapy in breast cancer (BC) patients considered a contraindication to immediate breast reconstruction (IBR) with silicone implants. However, most of the data regarding IBR in terms of postoperative radiation therapy (PRT) presented in single-level retrospective cohort studies. Publications in English presented in scientific journals from January 1, 2000 to October 30, 2021 were selected from the PubMed / MEDLINE database. Analyzed the demographic data on the patients, the method of breast reconstruction, data on the adjuvant radiation therapy, incidence of the surgery complications. Selected data on 3654 BC patients underwent IBR with a silicone implant or tissue expander (TE). The average age was 46.9 years. The median follow-up after surgery is 37.6 months. After surgery in 54.7% of clinical cases, the effect of PRT was directed to the TE area, and in 30.5% of cases – to a silicone implant. During the breast reconstruction with a silicone implant or TE in terms of PRT, complications occur in more than 40% of cases. The incidence of surgical site infection during IBR in terms of PRT – 8% of cases. The incidence of capsular contracture grade III–IV after breast reconstruction during PRT – 14.15% of clinical observations. The reoperation rate was 12.86%. Adjuvant radiation therapy negatively affects the results of IBR, increasing the incidence of surgery complications. Despite this, the need for PRT should not be considered as an absolute contraindication for IBR with silicone implants and TE.

Keywords: breast cancer, adjuvant radiation therapy, reconstructive surgery, immediate breast reconstruction, mammoplasty.

При своевременной диагностике злокачественных новообразований (ЗНО) молочных желез (МолЖ) в большинстве случаев констатируются возможности одномоментного

протезирования (ОмП) груди пациенткам, подвергшимся мастэктомии (МЭ). Тем не менее, частота случаев осуществления подобных реконструктивных хирургических вмешательств до сих пор не превышает 25–30% даже в специализированных медицинских организациях [1].

Протезирование груди после МЭ по поводу рака оказывается возможным осуществить как одномоментно после удаления злокачественной опухоли, так и отсроченно. Наиболее распространенным способом реконструкции МолЖ считается одномоментная установка пациенткам тканевого экспандера (ТЭ) с его последующей заменой на постоянный имплантат [2]. Широкий спектр клинических показаний к проведению больным раком молочных желез (РМолЖ) послеоперационной лучевой терапии (ПЛТ) – основная причина неопределенности во взглядах специалистов относительно критериев выбора оптимального способа реконструкции груди пациенткам. Это происходит по причине повышенной частоты осложненного течения послеоперационного периода при протезировании груди больным РМолЖ на фоне ПЛТ.

В настоящее время не вызывает сомнений, что ПЛТ необходима в составе комбинированного лечения пациенток с ЗНО МолЖ, поскольку такой подход позволяет улучшить показатели общей выживаемости больных и снизить вероятность локального рецидива раковой опухоли [3, 4].

Необходимость осуществления ПЛТ больным РМолЖ некоторыми авторами и в настоящее время рассматривается в качестве противопоказания к проведению пациенткам ОмП груди с применением силиконовых имплантатов, ТЭ [5–7]. Данные, представленные в ряде исследований, позволяют аргументированно полагать, что осуществление больным ЗНО МолЖ ОмП груди с последующей ПЛТ приводит к повышению вероятности осложненного течения послеоперационного периода, оказывающегося причиной ухудшения эстетических результатов реконструкции груди этой когорте пациенток [8–10]. В то же время сведения, приводимые авторами, противоречивы. Очевидно, что определенной группе больных РМолЖ, которым показана ПЛТ, протезирование груди возможно провести отсроченно или с применением аутологичных тканей [11]. Однако осуществление пациенткам отсроченного протезирования груди значительно ухудшает качество жизни женщин в связи с вынужденной пролонгацией психологических последствий МЭ. В то же время отсроченные операции, выполняемые в анатомической области, подвергшейся воздействию ПЛТ, оказываются технически сложнее и поэтому нередко сопровождаются неудовлетворительными эстетическими результатами [12]. При этом многие пациентки, которым выполнение реконструкции груди возможно, завершив комбинированное лечение, отказываются от дальнейших сложных многоэтапных пластических хирургических вмешательств.

Осуществление ОмП груди с применением силиконовых имплантатов или ТЭ предоставляет пациенткам возможность уйти от комплекса негативных психологических последствий удаления молочных желез [13]. Реконструкция груди посредством силиконовых имплантатов или ТЭ сокращает продолжительность хирургического вмешательства, позволяет, в отличие от операций с применением аутологических тканей, исключить дополнительную травматизацию и риски осложнений в донорской области тела. Протезирование МолЖ с применением силиконовых имплантатов, с одной стороны, сопряжено со снижением затрат на оказание этого вида высокотехнологичной медицинской помощи (ВтВМП) пациенткам, а с другой – позволяет осуществить операции больным, которым восстановление МолЖ аутологичными тканями противопоказано [14].

В настоящее время большинство данных, касающихся ОмП МолЖ на фоне ПЛТ, представлены в одноуровневых ретроспективных когортных исследованиях, что в совокупности с отсутствием контрольных групп делает выводы авторов не всегда достаточно убедительными. Последнее обуславливает необходимость проведения систематического обзора сведений, содержащихся в источниках научной литературы, для подтверждения или опровержения гипотезы о негативном влиянии ПЛТ на результаты ОмП МолЖ после МЭ, осуществляемой по поводу ЗНО.

Материал и методы исследования. Работа выполнена в соответствии с рекомендациями PRISMA, регламентирующими методику проведения систематических обзоров и метаанализов. Из базы PubMed/MEDLINE отобраны публикации на английском языке, представленные в научных журналах с 1 января 2000 г. по 30 октября 2021 г. В первоначальный поисковый запрос включены следующие параметры: «tissue expander OR permanent implant breast reconstruction AND (radiation OR irradiation OR radiotherapy)». При написании работы не рассматривались обзоры литературы, публикации о реконструкции груди аутоканями пациенток. Критерием включения исследований в систематический обзор считали доступность в них сведений об осложнениях ОмП груди на фоне адьювантной лучевой терапии. В процессе реализации замысла исследования целенаправленно оценивали данные о возрасте пациенток, индексе массы тела (ИМТ), средней продолжительности наблюдения за оперированными больными. Также учитывали способ реконструкции груди и удельный вес случаев осложнений после протезирующих хирургических вмешательств, развившихся на фоне ПЛТ. Полученные данные обработаны статистически с применением непараметрического критерия χ^2 . Отличия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. При поиске в базах данных обнаружены 1825 публикаций, потенциально подходящих для включения в работу. После предварительного анализа для изучения тезисов отобраны 384 статьи. В последующем

изучены 159 научных печатных работ, из которых 36 полностью соответствовали критериям включения в систематический анализ для экстракции данных [6–8].

Сведения о протезировании груди на фоне ПЛТ, содержащиеся в 36 указанных публикациях, позволили целенаправленно отобрать и изучить данные о 3654 больных РМолЖ, перенесших после МЭ ОмП груди с применением силиконового имплантата или ТЭ [9, 10]. Среднее значение ИМТ больных, сведения о которых включены в работу, оказалось равным 24,3 кг/м² (стандартное отклонение (СО) 0,8) [15–17]. Пациентки перенесли ОмП груди в среднем в 46,9 года (СО 2,2) [18–20]. Медиана наблюдения за больными после операции зарегистрирована на уровне 37,6 месяца [21–23]. В 88,7% (3241/3654) случаев пациенткам для протезирования груди осуществлены двухэтапные реконструктивные операции (1-й этап – установка ТЭ, 2-й этап – замена ТЭ на постоянный имплантат через 6 месяцев) [24–26]. В 64 (1,8%) клинических наблюдениях протезирование МолЖ выполнено комбинированным способом посредством постоянного силиконового имплантата и лоскута из широчайшей мышцы спины [27–29]. Удельный вес случаев ОмП груди с применением сугубо силиконовых имплантатов зарегистрирован на уровне 0,8% (28/3654) случаев [30–32]. После хирургического вмешательства в 2000 (54,7%) клинических наблюдений воздействие лучевой терапии было направлено на область ТЭ, а в 1116 (30,5%) случаях – силиконового имплантата [33–35].

Сведения об осложнениях или неудачах протезирования груди с применением силиконовых имплантатов либо ТЭ приводятся авторами в 36 работах, анализированных при проведении исследования [36–38]. При осуществлении реконструкции МолЖ силиконовым имплантатом либо ТЭ на фоне ПЛТ осложнения после хирургических вмешательств констатируются авторами более чем в 40% случаев [39–41]. Удельный вес наблюдений инфекционных осложнений в области хирургического вмешательства при проведении протезирования груди на фоне ПЛТ достигает 8% случаев [42–44]. Частота формирования капсульной контрактуры III–IV степени по классификации J.L. Baker после реконструкции груди больным РМолЖ на фоне ПЛТ составила 14,15% (517/3654) клинических наблюдений [45]. Случаями неудачной реконструкции МолЖ считались наблюдения, в которых силиконовый имплантат либо ТЭ пришлось удалить по медицинским показаниям. Хирургические вмешательства в таком формате потребовались 569 (15,57%) больным РМолЖ. Частота проведения повторных операций пациенткам в группе исследования составила 12,86% (470/3654).

Количество случаев осуществления больным РМолЖ протезирующих хирургических вмешательств для улучшения качества жизни после МЭ ежегодно увеличивается на 5–7% [13, 46]. Использование ПЛТ в составе комбинированного лечения больных ЗНО МолЖ

способствует снижению частоты случаев локального возобновления неопластического процесса и увеличению уровня показателей безрецидивной выживаемости больных [3]. Несомненно, что в настоящее время ПЛТ оказывается одним из основополагающих компонентов в составе комбинированного лечения больных РМолЖ. Поэтому оценка влияния лучевой терапии на результаты протезирования груди пациенткам, перенесшим МЭ, важна как для хирурга, так и для больных, в аргументации принятия решений, направленных на улучшение результатов лечения. С одной стороны, основываясь на мнениях ряда исследователей, можно констатировать, что в настоящее время протезирование МолЖ с применением силиконовых имплантатов или ТЭ оказывается методом выбора в случаях необходимости проведения больным лучевой терапии после операции [47]. С другой стороны, несмотря на модификацию материалов, из которых изготавливаются имплантируемые эндопротезы МолЖ, а также совершенствование хирургических технологий, потребности в проведении повторных реконструктивных вмешательств этому контингенту больных по-прежнему сохраняются на высоком уровне, достигая 30% случаев. А в 16% клинических наблюдений, по данным специалистов, от попыток протезирования МолЖ на фоне ПЛТ приходится отказаться.

Вид устройства (имплантат/ТЭ), применяемого при ОмП груди, влияет на количество случаев повторных хирургических вмешательств и удельный вес наблюдений, в которых попытки реконструкции МолЖ на фоне ПЛТ пришлось прекратить. В частности, P.G. Cordeiro et al. [31] приводят сведения о 94 больных, которым ПЛТ осуществлялась на область ТЭ, и о 210 пациентках, проходивших курс лучевой терапии, с установленным силиконовым имплантом. Частота отказа от протезирования груди на фоне ПЛТ составила 18,1% и 12,4% в случаях использования ТЭ и имплантатов МолЖ соответственно. Проведение лучевой терапии на область силиконового имплантата, установленного одновременно с осуществлением онкологического этапа операции, приводит к увеличению частоты формирования капсульной контрактуры III–IV степени в 2,8 раза по сравнению с группой больных, которым ПЛТ не проводилась (44,6% и 15,9% соответственно). При осуществлении ПЛТ на область ТЭ или имплантата удельный вес наблюдений неудач протезирования груди оказывается 40% и 6,4% соответственно [27].

Особое внимание исследователей привлекает вопрос о влиянии установленного ТЭ на эффективность ПЛТ. В зависимости от плана онкологического лечения каждой из больных у одних пациенток ТЭ перед началом лучевой терапии были минимизированы в объемах, тогда как у других только прекращено увеличение объема устройства. Некоторые специалисты полагают, что для проведения максимально эффективной ПЛТ в ряде случаев требуется уменьшить объем ТЭ, чтобы улучшить геометрию тангенциального рентгеновского излучения

с целью минимизации дозы облучения сердца, легких и контралатеральной молочной железы. При таком подходе значительно возрастает риск развития хирургической инфекции в месте установки ТЭ, а также увеличивается вероятность фиброза мягких тканей над экспандером, осложняющего последующее расширение ТЭ и его замену на постоянный имплантат по завершении ПЛТ. Для предупреждения подобных осложнений лучевую терапию целесообразно осуществлять при полностью заполненном ТЭ, не уменьшая его объем. Проведение ПЛТ в таком варианте не снижает ее качество и эффективность воздействия на зоны удаленной МолЖ и регионарного метастазирования [45, 48].

Несмотря на высокие риски осложненного течения послеоперационного периода и несовершенные эстетические исходы ОмП груди на фоне ПЛТ, пациентки чаще предпочитали именно этот вариант хирургического вмешательства. При этом уровень удовлетворенности больных результатами проведенных реконструктивных операций в этих случаях оказывается высоким, а частота сожаления о принятом решении – низкой [48].

В исследовании Т.С. Lam et al. [48] сообщается, что частота воспалительных осложнений после ОмП груди не зависит от потребностей в проведении больным лучевой терапии. Авторам удалось добиться таких результатов, осуществляя этому контингенту пациенток капсулэктомию (кроме стенки, прилегающей к грудной клетке) и дренирование по Редону полости установки эндопротеза. ОмП МолЖ возможно осуществить практически любой больной, у которой верифицирована курабельная стадия РМолЖ. Подробное изложение данных о рисках и преимуществах ОмП МолЖ при обсуждении и получении информированного согласия на операцию предоставляет пациенткам возможность принять осознанное решение. В ходе исследования авторы приводят сведения о проведении ОмП груди больным сахарным диабетом и подверженным зависимости от курения. Очевидно, что проведение ОмП груди этой группе больных РМолЖ повышает вероятность осложненного течения послеоперационного периода, но для исключения психологической травмы в связи с осуществлением МЭ пациентки соглашались с потенциальными негативными последствиями для получения преимуществ ОмП МолЖ. Внешний вид воссозданных МолЖ далек от идеала, а на фоне ПЛТ результаты ОмП ухудшаются с эстетической точки зрения [49]. В то же время большинство пациенток не только смиряются с этими результатами, но и оказываются очень довольны ими, а в ряде случаев вид груди после ОмП МолЖ превосходит ожидания пациенток. Больные РМолЖ, перенесшие комбинированное лечение и ОмП груди, часто не видят смысла в этапных корригирующих операциях из эстетических соображений, объясняя это приемлемым видом груди после одномоментной реконструкции [49]. В настоящее время ряд авторов считают липофилинг после ОмП МолЖ с установкой имплантата одним из

наименее инвазивных способов улучшения эстетических исходов реконструкции груди на фоне ПЛТ [50].

При проведении работы проанализированы данные многих специалистов о результатах проведения ОмП МолЖ с применением силиконовых имплантатов на фоне ПЛТ, позволяющие прийти к выводу, что выполнение больным РМолЖ этого вида протезирующих хирургических вмешательств возможно. Однако хирургам стоит взвешенно подходить к определению показаний для ОмП, оценивая и обсуждая с пациентками потенциальные риски и преимущества выполнения данного вида реконструктивных операций на фоне адъювантной лучевой терапии. С осторожным оптимизмом можно полагать, что выводы, сделанные при проведении исследования, позволят хирургам лучше прогнозировать результаты ОмП груди силиконовыми имплантатами больным РМолЖ на фоне ПЛТ.

Заключение. Проведение адъювантной лучевой терапии пациенткам с ЗНО МолЖ после ОмП груди повышает риски послеоперационных осложнений и ухудшает эстетические результаты реконструктивных хирургических вмешательств. Но абсолютных противопоказаний для проведения больным РМолЖ ОмП груди с применением силиконовых имплантатов или ТЭ на фоне ПЛТ нет. Осознанный выбор пациентками этого вида протезирования МолЖ гарантирует хирургу их готовность принять относительно высокие риски операции для получения преимуществ ОмП. Такой подход при планировании одномоментной реконструкции груди больным РМолЖ на фоне ПЛТ позволит повысить удовлетворенность пациенток результатами реконструктивных операций при оказании медицинской помощи этой когорте больных злокачественными неоплазиями.

Список литературы

1. Brennan M.E., Spillane A.J. Uptake and predictors of post-mastectomy reconstruction in women with breast malignancy systematic review. *European Journal of Surgical Oncology*. 2013. vol. 39. no. 6. P. 527-541. DOI: 10.1016/j.ejso.2013.02.021.
2. Albornoz C.R., Bach P.B., Mehrara B.J., Disa J.J., Pusic A.L., McCarthy C.M., Cordeiro P.G., Matros E. A paradigm shift in the U.S. Breast Reconstruction: increasing implant rates. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2013. no. 131. P. 15-23. DOI: 10.1097/prs.0b013e3182729cde.
3. Castaneda S.A., Strasser J. Updates in the Treatment of Breast Cancer with Radiotherapy. *Surgical Oncology Clinics of North America*. 2017. vol. 26. no. 3. P. 371-382. DOI: 10.1016/j.soc.2017.01.013.
4. Tendulkar R.D., Rehman S., Shukla M.E., Reddy C.A., Moore H., Budd G.T., Dietz J., Crowe J.P., Macklis R. Impact of postmastectomy radiation on locoregional recurrence in breast cancer

patients with 1-3 positive lymph nodes treated with modern systemic therapy. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*. 2012. no. 83. P. 577-581. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2012.01.076.

5. Berbers J., van Baardwijk A., Houben R., Heuts E., Smidt M., Keymeulen K., Bessems M., Tuinder S., Boersma L.J. 'Reconstruction: before or after postmastectomy radiotherapy?' A systematic review of the literature. *European Journal of Cancer*. 2014. no. 50. P. 2752-2762. DOI: 10.1016/j.ejca.2014.07.023.

6. Anderson P.R., Hanlon A.L., Fowble B.L., McNeeley S.W., Freedman G.M. Low complication rates are achievable after postmastectomy breast reconstruction and radiation therapy. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*. 2004. no. 59. P. 1080-1087. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2003.12.036.

7. Nahabedian M.Y., Momen B. The impact of breast reconstruction on the oncologic efficacy of radiation therapy: A retrospective analysis. *Annals of Plastic Surgery*. 2008. № 60. P. 244–250. DOI: 10.1097/SAP.0b013e31811ff91b.

8. Tallet A.V., Salem N., Moutardier V., Ananian P., Braud A.C., Zalta R., Cowen D., Houvenaeghel G. Radiotherapy and immediate two-stage breast reconstruction with a tissue expander and implant: complications and esthetic results. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*. 2003. vol. 57. no. 1. P. 136-142. DOI: 10.1016/s0360-3016(03)00526-1.

9. Cordeiro P.G., Albornoz C.R., McCormick B., Hu Q., Van Zee K. The impact of postmastectomy radiotherapy on two-stage implant breast reconstruction: An analysis of long-term surgical outcomes, aesthetic results, and satisfaction over 13 years. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2014. vol. 134. no. 4. P. 588-595. DOI: 10.1097/PRS.0000000000000523.

10. Ho A.L., Bovill E.S., Macadam S.A., Tyldesley S., Giang J., Lennox P.A. Postmastectomy radiation therapy after immediate two-stage tissue expander/implant breast reconstruction: A University of British Columbia perspective. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2014. vol. 134. no. 1. P. 1-10. DOI: 10.1097/PRS.0000000000000292.

11. Korwar V., Skillman J., Matey P. Skin reducing mastectomy and immediate reconstruction: the effect of radiotherapy on complications and patient reported outcomes. *European Journal of Surgical Oncology*. 2014. vol. 40. no. 4. P. 442-448. DOI: 10.1016/j.ejso.2014.01.003.

12. Ho A.Y., Hu Z.I., Mehrara B.J., Wilkins E.G. Radiotherapy in the setting of breast reconstruction: types, techniques, and timing. *Lancet Oncology*. 2017. vol. 18. no. 12. P. 742-753. DOI: 10.1016/S1470-2045(17)30617-4.

13. Chao L.F., Patel K.M., Chen S.C., Lam H.B., Lin C.Y., Liu H.E., Cheng M.H. Monitoring patient-centered outcomes through the progression of breast reconstruction: A multicentered

prospective longitudinal evaluation. *Breast Cancer Research and Treatment*. 2014. vol. 146. no. 2. P. 299-308. DOI: 10.1007/s10549-014-3022-7.

14. Panchal H., Matros E. Current Trends in Postmastectomy Breast Reconstruction. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2017. no. 140. 7-13. DOI: 10.1097/PRS.0000000000003941.

15. Sbitany H., Wang F., Peled A.W., Lentz R., Alvarado M., Ewing C.A., Esserman L.J., Fowble B., Foster R.D. Immediate implant-based breast reconstruction following total skin-sparing mastectomy: Defining the risk of preoperative and postoperative radiation therapy for surgical outcomes. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2014. vol. 134. no. 3. P. 396-404. DOI: 10.1097/PRS.0000000000000466.

16. Reish R.G., Lin A., Phillips N.A., Winograd J., Liao E.C., Cetrulo C.L. Jr, Smith B.L., Austen W.G. Jr, Colwell A.S. Breast reconstruction outcomes after nipple-sparing mastectomy and radiation therapy. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2015. vol. 135. no. 4. P. 959-966. DOI: 10.1097/PRS.0000000000001129.

17. Spear S.L., Seruya M., Rao S.S., Rottman S., Stolle E., Cohen M., Rose K.M., Parikh P.M., Nahabedian M.Y. Two-stage prosthetic breast reconstruction using AlloDerm including outcomes of different timings of radiotherapy. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2012. vol. 130. no. 1. P. 1-9. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3182547a45.

18. Seth A.K., Silver H.R., Hirsch E.M., Kim J.Y., Fine N.A. Comparison of Delayed and Immediate Tissue Expander Breast Reconstruction in the Setting of Postmastectomy Radiation Therapy. *Annals of Plastic Surgery*. 2015. vol. 75. no. 5. P. 503-507. DOI: 10.1097/SAP.0000000000000191.

19. Lentz R., Ng R., Higgins S.A., Fusi S., Matthew M., Kwei S.L. Radiation therapy and expanderimplant breast reconstruction: An analysis of timing and comparison of complications. *Annals of Plastic Surgery*. 2013. vol. 71. no. 3. P. 269-73. DOI: 10.1097/SAP.0b013e3182834b63.

20. Seth A.K., Hirsch E.M., Fine N.A., Kim J.Y. Utility of acellular dermis-assisted breast reconstruction in the setting of radiation: A comparative analysis. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2012. vol. 130. no. 4. P.750-758. DOI: 10.1097/prs.0b013e318262f009.

21. Moyer H.R., Pinell-white X., Losken A. The effect of radiation on acellular dermal matrix and capsule formation in breast reconstruction: Clinical outcomes and histologic analysis. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2014. vol. 133. no. 2. P. 214-221. DOI: 10.1097/01.prs.0000437255.01199.42.

22. Levine S.M., Patel N., Disa J.J. Outcomes of delayed abdominal based autologous reconstruction versus latissimus dorsi flap plus implant reconstruction in previously irradiated patients. *Annals of Plastic Surgery*. 2012. vol. 69. no. 4. P. 380-382. DOI: 10.1097/SAP.0b013e31824b3d6b.

23. Drucker-Zertuche M., Bargallo-Rocha E., Zamora-Del R.R. Radiotherapy and immediate expander/implant breast reconstruction: Should reconstruction be delayed? *Breast Journal*. 2011. vol. 17. no. 4. P. 365-370. DOI: 10.1111/j.1524-4741.2011.01090.x.
24. Anderson P.R., Freedman G., Nicolaou N., Sharma N., Li T., Topham N., Morrow M. Postmastectomy chest wall radiation to a temporary tissue expander or permanent breast implant-is there a difference in complication rates? *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*. 2009. vol. 74. no. 1. P. 81-85. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2008.06.1940.
25. Collier P., Williams J., Edhayan G., Kanneganti K., Edhayan E. The effect of timing of postmastectomy radiation on implant-based breast reconstruction: A retrospective comparison of complication outcomes. *American Journal of Surgery*. 2014. vol. 207. no. 3. P. 408-411. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2013.09.016.
26. Anker C.J., Hymas R.V., Ahluwalia R., Kokeny K.E., Avizonis V., Boucher K.M., Neumayer L.A., Agarwal J.P. The effect of radiation on complication rates and patient satisfaction in breast reconstruction using temporary tissue expanders and permanent implants. *Breast Journal*. 2015. vol. 21. no. 3. P. 233-240. DOI: 10.1111/tbj.12395.
27. Nava M.B., Pennati A.E., Lozza L., Spano A., Zambetti M., Catanuto G. Outcome of different timings of radiotherapy in implant-based breast reconstructions. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2011. vol. 128. no. 2. P. 353-359. DOI: 10.1097/PRS.0b013e31821e6c10.
28. Cowen D., Gross E., Rouannet P., Teissier E., Ellis S., Resbeut M., Tallet A., Cowen V.V., Azria D., Hannoun-Levi J.M. Immediate post-mastectomy breast reconstruction followed by radiotherapy: Risk factors for complications. *Breast Cancer Research and Treatment*. 2010. vol. 121. no. 3. P. 627-634. DOI: 10.1007/s10549-010-0791-5.
29. Cordeiro P.G., McCarthy C.M. A single surgeon's 12-year experience with tissue expander/implant breast reconstruction: Part II. An analysis of long-term complications, aesthetic outcomes, and patient satisfaction. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2006. vol. 118. no. 4. P. 832-839. DOI: 10.1097/01.prs.0000232397.14818.0e.
30. Cordeiro P.G., Pusic A.L., Disa J.J., McCormick B., VanZee K. Irradiation after immediate tissue expander/implant breast reconstruction: Outcomes, complications, aesthetic results, and satisfaction among 156 patients. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2004. vol. 113. no. 3. P. 877-881. DOI: 10.1097/01.prs.0000105689.84930.e5.
31. Cordeiro P.G., Albornoz C.R., McCormick B., Hudis C.A., Hu Q., Heerd A., Matros E. What is the optimum timing of post-mastectomy radiotherapy in two-stage prosthetic reconstruction: Radiation to the tissue expander or permanent implant? *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2015. vol. 135. no. 6. P. 1509-1517. DOI: 10.1097/prs.0000000000001278.

32. Piroth M.D., Piroth D.M., Pinkawa M., Woodruff S.G., Holy R., Eble M.J. Immediate reconstruction with an expander/implant following ablatio mammae because of breast cancer: Side effects and cosmetic results after adjuvant chest wall radiotherapy. *Strahlenther Onkology*. 2009. vol. 185. no. 10. P. 669-674. DOI: 10.1007/s00066-009-2013-9.
33. Jhaveri J.D., Rush S.C., Kostroff K., Derisi D., Farber L.A., Maurer V.E., Bosworth J.L. Clinical outcomes of postmastectomy radiation therapy after immediate breast reconstruction. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*. 2008. vol. 72. no. 3. P. 859-865. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2008.01.055.
34. Adesiyun T.A., Lee B.T., Yueh J.H., Chen C., Colakoglu S., Anderson K.E., Nguyen M.D., Recht A. Impact of sequencing of postmastectomy radiotherapy and breast reconstruction on timing and rate of complications and patient satisfaction. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*. 2011. vol. 80. no. 2. P. 392-397. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2010.02.039.
35. Hirsch E.M., Seth A.K., Dumanian G.A., Kim J.Y., Mustoe T.A., Galiano R.D., Fine N.A. Outcomes of immediate tissue expander breast reconstruction followed by reconstruction of choice in the setting of postmastectomy radiation therapy. *Annals of Plastic Surgery*. 2014. vol. 72. no. 3. P. 274-278. DOI: 10.1097/SAP.0b013e318268a7ea.
36. Eriksson M., Anveden L., Celebioglu F., Dahlberg K., Meldahl I., Lagergren J., Eriksen C., de Boniface J. Radiotherapy in implant-based immediate breast reconstruction: Risk factors, surgical outcomes, and patient-reported outcome measures in a large Swedish multicenter cohort. *Breast Cancer Research and Treatment*. 2013. vol. 142. no. 3. P. 591-601. DOI: 10.1007/s10549-013-2770-0.
37. Brooks S., Djohan R., Tendulkar R., Nutter B., Lyons J., Dietz J. Risk factors for complications of radiation therapy on tissue expander breast reconstructions. *Breast Journal*. 2012. vol. 18. no. 1. P. 28-34. DOI: 10.1111/j.1524-4741.2011.01182.x.
38. Baschnagel A.M., Shah C., Wilkinson J.B., Dekhne N., Arthur D.W., Vicini F.A. Failure rate and cosmesis of immediate tissue expander/implant breast reconstruction after postmastectomy irradiation. *Clinical Breast Cancer*. 2012. vol. 12. no. 6. P. 428-432. DOI: 10.1016/j.clbc.2012.09.001.
39. Aristei C., Falcinelli L., Bini V., Palumbo I., Farneti A., Petitto R.P., Gori S., Perrucci E. Expander/implant breast reconstruction before radiotherapy: Outcomes in a single-institute cohort. *Strahlenther Onkology*. 2012. vol. 188. no. 12. P. 1074-1079. DOI: 10.1007/s00066-012-0231-z.
40. Ho A., Cordeiro P., Disa J., Mehrara B., Wright J., Van Zee K.J., Hudis C., McLane A., Chou J., Zhang Z., Powell S., McCormick B. Long-term outcomes in breast cancer patients undergoing immediate 2-stage expander/implant reconstruction and postmastectomy radiation. *Cancer*. 2012. vol. 118. no. 9. P. 2552-2559. DOI: 10.1002/cncr.26521.

41. Fowble B., Park C., Wang F., Peled A., Alvarado M., Ewing C., Esserman L., Foster R., Sbitany H., Hanlon A. Rates of reconstruction failure in patients undergoing immediate reconstruction with tissue expanders and/or implants and postmastectomy radiation therapy. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*. 2015. vol. 92. no. 3. P. 634-641. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2015.02.031.
42. Puente A.J., Prieto-Lara E., Rueda-Domínguez A., Maañón-Di Leo C., Benítez-Parejo N., Rivas-Ruiz F., Medina-Cano F.J., Perea-Milla E. Complications in immediate breast reconstruction after mastectomy. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*. 2011. vol. 27. no. 4. P. 298-304. DOI: 10.1017/s026646231100047x.
43. Peled A.W., Foster R.D., Esserman L.J., Park C.C., Hwang E.S., Fowble B. Increasing the time to expander-implant exchange after postmastectomy radiation therapy reduces expander-implant failure. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2012. vol. 130. no. 3. P. 503-509. DOI: 10.1097/PRS.0b013e31825dbf15.
44. Berry T., Brooks S., Sydow N., Djohan R., Nutter B., Lyons J., Dietz J. Complication rates of radiation on tissue expander and autologous tissue breast reconstruction. *Annals of Surgical Oncology*. 2010. no.17. suppl. 3. P. 202-210. DOI: 10.1245/s10434-010-1261-3.
45. Woo K.J., Paik J.M., Bang S.I., Mun G.H., Pyon J.K. The Impact of Expander Inflation/Deflation Status During Adjuvant Radiotherapy on the Complications of Immediate Two-Stage Breast Reconstruction. *Aesthetic Plastic Surgery*. 2017. vol. 41. no. 3. P. 551-559. DOI: 10.1007/s00266-017-0864-5.
46. Agarwal S., Kidwell K.M., Farberg A., Kozlow J.H., Chung K.C., Momoh A.O. Immediate reconstruction of the radiated breast: Recent trends contrary to traditional standards. *Annals of Surgical Oncology*. 2015. vol. 22. no. 8. P. 2551-2559. DOI: 10.1245/s10434-014-4326-x.
47. Ozden C.B., Guven E., Aslay I., Kemikler G., Olgac V., Tekkesin S.M., Serarslan B., Tumerdem U.B, Karabulut B.A, Arinci A., Emekli U. Does partial expander deflation exacerbate the adverse effects of radiotherapy in two-stage breast reconstruction? *World Journal of Surgical Oncology*. 2012. vol. 10. no. 1. P. 10-44. DOI: 10.1186/1477-7819-10-44.
48. Lam T.C., Hsieh F., Boyages J. The effects of postmastectomy adjuvant radiotherapy on immediate two-stage prosthetic breast reconstruction: a systematic review. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2013. vol. 132. no. 3. P. 511-518. DOI: 10.1097/PRS.0b013e31829acc41.
49. Heimes A.S., Stewen K., Hasenburg A. Psychosocial Aspects of Immediate versus Delayed Breast Reconstruction. *Breast Care (Basel)*. 2017. vol. 12. no. 6. P. 374-377. DOI: 10.1159/000485234.
50. Brennan M.E., Flitcroft K., Warriar S., Snook K., Spillane A.J. Immediate expander/implant breast reconstruction followed by post-mastectomy radiotherapy for breast cancer: Aesthetic,

surgical, satisfaction and quality of life outcomes in women with high-risk breast cancer. *Breast*. 2016. no. 30. P. 59-65. DOI: 10.1016/j.breast.2016.08.008.