

УДК 618.19-006.6-089.87-085.849.1-089.844:615.477.2

DOI: 10.34215/1609-1175-2020-4-10-14

Лучевая терапия и реконструкция молочной железы

В.И. Апанасевич¹, И.С. Гулян^{1,2}, Н.О. Никифорова¹, Ю.Ю. Петухова³, О.В. Коршунова¹,
В.Н. Кустов⁴, В.В. Темченко⁴

¹ Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток, Россия; ² Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия; ³ Приморский краевой онкологический диспансер, Владивосток, Россия;

⁴ Владивостокский филиал Государственной таможенной академии, Владивосток, Россия

Лучевая терапия – неотъемлемый компонент лечения рака молочной железы, однако ее проведение после реконструкции молочной железы значительно увеличивает число осложнений, в частности, капсулярных контрактур. Авторы, анализируя материалы публикаций и мета-анализов исследований, приходят к выводу, что если пациентке планируется лучевая терапия, то лучше выполнить реконструкцию молочной железы собственными тканями. С другой стороны, риск развития капсулярных контрактур значительно уменьшается при использовании ацеллюлярных матриц и полиуретановых оболочек для укрытия имплантов. Это обстоятельство дает надежду, что конфликт между реконструкцией молочной железы с установкой имплантов и необходимостью лучевой терапии может быть разрешен.

Ключевые слова: рак молочной железы, лечение, тканевой экспандер, имплант, капсулярная контрактура

Поступила в редакцию 26.03.2019 г. Принята к печати 01.09.2020 г.

Для цитирования: Апанасевич В.И., Гулян И.С., Никифорова Н.О., Петухова Ю.Ю., Коршунова О.В., Кустов В.Н., Темченко В.В. Лучевая терапия и реконструкция молочной железы. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2020;4:10–4. doi: 10.34215/1609-1175-2020-4-10-14

Для корреспонденции: Апанасевич Владимир Иосифович – д-р мед. наук, профессор Института хирургии Тихоокеанского медицинского университета (690002, г. Владивосток, пр-т Острякова, 2), ORCID: 0000-0003-0808-5283; e-mail: oncolog222@gmail.com

Radiation therapy and breast reconstruction

V.I. Apanasevich¹, I.S. Gulian^{1,2}, N.O. Nikiforova¹, Y.Y. Petukhova³, O.V. Korshunova¹,
V.N. Kustov⁴, V.V. Temchenco⁴

¹ Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia; ² Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia; ³ Primorsky Regional Cancer Center, Vladivostok, Russia; ⁴ Vladivostok Branch of the Customs Academy, Vladivostok, Russia

Summary: Radiation therapy is an integral component of the treatment of breast cancer. Although its implementing after breast reconstruction sufficiently increases the number of complications, particularly capsular contractures. After having analyzed published materials and meta-analysis research the authors made a conclusion – if a patient is planned to have a breast reconstruction, it's better to make it with her own tissue. On the other hand the risk of capsular contractures development significantly decreases when using acellular matrix and polyurethane shell to cover the implant. This fact gives hope that conflict between breast reconstruction and the necessity of the radiation therapy can be solved.

Keywords: breast cancer, treatment, tissue expander, implant, capsular contracture

Received: 25 March 2019; Accepted: 1 September 2020

For citation: Apanasevich VI, Gulian IS, Nikiforova NO, Petukhova YY, Korshunova OV, Kustov VN, Temchenco VV. Radiation therapy and breast reconstruction. *Pacific Medical Journal*. 2020;4:10–4. doi: 10.34215/1609-1175-2020-4-10-14

Corresponding author: Vladimir I. Apanasevich, MD, PhD, professor, Institute of Surgery, Pacific State Medical University (2 Ostryakova Ave., Vladivostok, 690002, Russian Federation); ORCID: 0000-0003-0808-5283; e-mail: oncolog222@gmail.com

Рак молочной железы – наиболее распространенное онкологическое заболевание у женщин, и реконструктивные вмешательства при нем становятся все более частым явлением [1, 2]. Реконструкция молочной железы позволяет избежать тяжелых психических последствий, позволяя пациентке сохранить физический и социальный статус [3]. Лучевая терапия, как и реконструктивная хирургия, считается неотъемлемой частью лечебного воздействия на опухоль категории T₃₋₄ и ее лимфогенные метастазы [4], и эти пособия обычно осуществляются в течение 6–8 месяцев после радикальной операции. Соотношение мастэктомий и мастэктомий с реконструкцией постепенно смещается

в пользу последних [5]. Существует довольно широкий выбор тактических решений реализации программы реконструкции: от отсроченной на несколько месяцев, до непосредственной (как продолжение мастэктомии) с помощью имплантов, экспандеров или собственных тканей [2, 3]. Однако в данной ситуации возникает конфликт, который клиницисты пытаются преодолеть на протяжении последних 30 лет: реконструкция молочной железы должна быть выполнена как можно раньше (желательно, как продолжение хирургического этапа лечения), но наличие импланта или экспандера усложняет проведение лучевой терапии, с одной стороны, и служит фактором, способствующим развитию

рубцовой контрактуры, с другой. В настоящее время доступны, как немедленная реконструкция после мастэктомии, а затем химио- и лучевая терапия, так и отсроченная реконструкция после мастэктомии, химио- и лучевой терапии. Гормонотерапия и таргетное лечение, как правило, не влияют на время проведения реконструктивного вмешательства.

Восстановительные операции принципиально отличаются друг от друга по восполнению объема молочной железы. Могут быть применены как перемещенные собственные ткани, так и различные импланты. С точки зрения лучевой терапии главное различие между этими методиками – отсутствие или наличие инородного тела (экспандера, имплантата) в зоне облучения. При использовании аутологичных тканей к осложнениям можно отнести нарушения целостности кожи, жировой некроз, замедление заживления послеоперационной раны [6]. Как правило, для восполнения утраченной ткани молочной железы применяется кожно-жировой лоскут на прямых мышцах живота [7]. Кроме того, дооперационная химиотерапия увеличивает риск осложнений со стороны перемещенных тканей. С.А. Crisera et al. [8] не нашли значимой разницы между частотой осложнений при немедленной реконструкции поперечным лоскутом прямой мышцы живота и при сочетании реконструкции и лучевой терапии: доля осложнений колебалась на уровне 8,8 и 10 %, соответственно. Аналогичные данные получены и при довольно обширном мета-анализе, который включал информацию о 1247 пациентках [9]. Об отсутствии статистически значимых различий в частоте осложнений в зависимости от проведения или непроведения лучевой терапии после реконструкции говорят и другие источники [10, 11]. В противоположность этому наблюдения ряда авторов показали, что лучевая терапия, проведенная сразу после реконструкции аутологичными тканями, увеличивала количество осложнений с 16,9 до 35,4 %, что могло привести к полной потере аутоотрансплантата [12]. Более детальный анализ показал, что хотя общее число осложнений у женщин, подвергшихся и неподвергшихся облучению после реконструкции собственными тканями, было одинаковым, жировые некрозы чаще регистрировались в группе облученных пациенток: 22,5 % против 9,2 % [13]. Данную ситуацию довольно сложно анализировать, так как существуют различия и подходы к технике операций перед лучевой терапией. Помимо того, здесь важную роль играют факторы риска со стороны пациентки: особенности распределения подкожного жирового слоя, курение, наличие перфорантных сосудов, артериальная гипертензия.

Отсроченная реконструкция молочной железы аутологичными тканями рассматривается как альтернатива немедленной, когда облучение считается наиболее вероятным последующим компонентом комплексного лечения. Хотя оптимальное время аутоотрансплантации точно не определено, обычно реконструкция

осуществляется после завершения адъювантной лучевой терапии и химиотерапии, и этот срок обычно более 6–8 месяцев [14]. Сравнивая немедленную и отсроченную реконструкцию молочной железы аутологичными тканями, специалисты, как правило, отмечают меньшее количество осложнений, в том числе и со стороны перемещаемых тканей, при отсроченном вмешательстве [15]. Кроме того, сообщается об увеличении с 44 до 60 % доли осложнений в случае немедленной реконструкции молочной железы из-за облучения перемещенных анатомических структур [10]. Большинство хирургов предпочитает технику перемещения свободного лоскута на сосудистых анастомозах, применяя отсроченную реконструкцию (после лучевой терапии) или отсроченно-немедленную реконструкцию [16]. Особенность последней – сохранение резерва кожи при удаленной железистой ткани и помещение в железу временного экспандера (который и подвергается облучению) с последующей заменой его аутоотрансплантатом на сосудистом анастомозе. Однако нахождение временного экспандера в зоне облучения увеличивает число осложнений со стороны перемещенных тканей: с 8,5 % (без облучения) до 10,8 %. Поэтому предпочтительнее проводить лучевую терапию непосредственно после хирургического вмешательства, а реконструкцию осуществлять в более отдаленные сроки, так как ее выполнение ранее 12 месяцев после удаления молочной железы связано с повышенным риском сосудистых осложнений и осложнений со стороны перемещенных тканей [17].

Современные тенденции в использовании собственных тканей для восстановления молочных желез, подкожная мастэктомия и реконструкция контралатеральной молочной железы предоставляют новые возможности для оценки риска локальных осложнений лучевой терапии. Ретроспективный анализ данных об 2247 пациентках, оперированных в 11 центрах, из которых 622 получали лучевую терапию после реконструкции с использованием собственных тканей или имплантов, позволил сравнить результаты лечения. Осложнения у женщин после реконструкции имплантом и лучевой терапии зарегистрированы в 38,9 % случаев, а после реконструкции собственными тканями – в 25,6 %. Аналогичные осложнения после реконструкции с имплантом без облучения возникли в 21,8 % наблюдений, а после реконструкции собственными тканями – в 28,3 % [18]. Немедленная реконструкция молочной железы с установкой имплантов дает несомненное преимущество во времени, но в этом случае, если выявлены предикторы рецидива заболевания, возникает риск проведения лучевой терапии на восстановленной молочной железе [19]. В большинстве публикаций отмечается увеличение частоты осложнений со стороны имплантов (тканевых экспандеров) после лучевой терапии от незначительного (на 5 %) до очень высокого – возникновение неблагоприятных последствий в 88 % наблюдений [20, 21]. Необходимость

восстановления как пораженной, так и удаленной из-за высокого риска рака контрлатеральной молочной железы создает условия, при которых в качестве контроля можно использовать результаты операции на непораженном опухолью органе. В подобной ситуации P.J. Chuba et al. [22] на стороне лучевой терапии отметили отсутствие осложнений у 43,9 % пациенток, в то время как на стороне, не подвергавшейся облучению, – у 98,4 %.

В настоящее время чаще используется методика двухэтапной реконструкции молочной железы: размещение непосредственно после мастэктомии под большой грудной мышцей экспандера, его наполнение, а затем – замена на постоянный имплантат. Лучевая терапия, как правило, проводится или после наполнения экспандера, или после его замены на постоянный имплант [3]. Однако подобная тактика скорее отражает время проведения лучевой терапии, так как она должна быть назначена в срок до 6 месяцев после операции, а облучение на экспандер статистически значимо увеличивает число потерь этих устройств по сравнению с числом неудач при облучении постоянного импланта [23]. С другой стороны, P. Collier et al. [24] не нашли статистически значимых различий в числе осложнений при лучевом воздействии на тканевой экспандер или постоянный имплант. В наиболее крупном исследовании по этой теме были задействованы 1415 женщин с 2133 имплантами, из которых 319 подвергались облучению. Наблюдение проводилось достаточно долго – от 12 до 164 месяцев (в среднем 56,8 месяца). Различия между группами пациенток, перенесших и неперенесших лучевую терапию, были довольно серьезными: потеря имплантов в 9,1 и 0,5 % случаев, соответственно. Капсулярная контрактура IV степени развилась у 6,9 % женщин, подвергшихся облучению, и только у 0,5 % женщин, которым лучевая терапия не назначалась [25].

Осложнения после лучевой терапии рассматривались в обширном мета-анализе, включавшем в себя 15 публикаций по материалам PubMed, Embase, Cochrane Library Databases, Web of Science, Chinese Biomedical Database и Chinese Scientific Journals и содержащем сведения о 5314 пациентках, из которых 1069 были подвергнуты послеоперационной лучевой терапии. Относительный риск осложнений после облучения равнялся 3,45 (95 % доверительный интервал – 2,62–4,54), риск развития капсулярной контрактуры – 5,26 (95 % доверительный интервал – 2,73–10,13) при высокой гетерогенности группы ($I^2=77\%$). Из одиннадцати анализируемых исследований только в двух, выполненных до 2008 г., различия в частоте возникновения капсулярных контрактур с контрольной группой были статистически недостоверны [26]. Интересные данные получены и при рассмотрении результатов восстановления молочной железы у пациенток, уже перенесших лучевую терапию после органосберегающей операции и повторно оперированных по поводу

рецидива опухоли. Различия в частоте возникновения капсулярных контрактур с контрольной группой здесь оказались статистически незначимыми (56,7 и 43,4 %), однако вероятность развития контрактуры III–VI степени оказалась значительно выше среди женщин, ранее подвергшихся облучению [27]. Время формирования рубцовой контрактуры индивидуально, однако обычно она проявляется к концу первого года наблюдения, после второго года колебания в частоте этого осложнения довольно незначительны, хотя со временем процент контрактур III и IV степени по Baker увеличивается [28].

Расположение тканевого экспандера играет существенную роль в развитии осложнений после реконструкции молочной железы и последующей лучевой терапии. При препекторальном размещении регистрируются статистически значимые различия у облученных и необлученных пациенток в частоте таких осложнений, как серома (5,6 и 5,1 %), капсулярная контрактура (1,9 и 0 %), гематома (1,9 и 2,6 %, соответственно). Значимыми также оказались различия в частоте хирургической инфекции – 18,5 % против 7,7 % [29]. Однако в цитируемом источнике настораживает довольно короткий – всего 19 месяцев – срок послеоперационного наблюдения. С другой стороны, S. Sigalove et al. [30] в аналогичном исследовании установлено, что лучевая терапия при препекторальном расположении имплантов слабо влияла на частоту осложнений: 5,9 % – у облученных и 0 % – у необлученных. Эти исследования дают надежду на преодоление капсулярной контрактуры после реконструкции и лучевой терапии.

Относительно новым направлением в этой области реконструктивной хирургии стала техника использования покрытий, предотвращающих контакт импланта и тканей его ложа. Возможные варианты: укрывные ацеллюлярные матриксы и импланты, покрытые полиуретаном. I. Kim et al. [31] исследовалась возможность уменьшения токсического влияния лучевой терапии при внедрении ацеллюлярного дермального матрикса. Авторы брали биопсию капсулы инородного тела во время замены экспандера на постоянный имплант. Ее толщина после лучевой терапии оказалась значительно больше. Однако толщина капсулы в случаях использования ацеллюлярного дермального матрикса была одинаковой, как у женщин после облучения, так и без него. Внедрение ацеллюлярного дермального матрикса уменьшало число миофибробластов, сосудов и фибробластов в тканях капсулы. Кроме того, отмечено уменьшение количества макрофагов, служащих ключевым регулятором тканевого фиброза, а также экспрессии трансформирующего фактора роста- $\beta 1$ и рецептора тромбоцитарного фактора роста-B. С другой стороны, использование ацеллюлярного матрикса значительно сокращает число капсулярных контрактур у женщин, не подвергавшихся облучению (до 0,8 %), в то время как у пациенток, получающих лучевую терапию, их частота доходит до 1,9 % [32]. Хотя установка

ацеллюлярного дермального матрикса ведет к увеличению числа различных осложнений мастэктомии (некроз кожного лоскута и инфицирование раны) с 16,7 до 39 %, Т.Н. Robbins [7] рекомендовал его для предотвращения капсулярной контрактуры после лучевого воздействия. В мета-анализе L. Valdatta et al. [33] сообщается, что после использования ацеллюлярного дермального матрикса без последующего облучения капсулярные контрактуры возникают только в 3 % наблюдений, но их частота увеличивается до 12 %, если в программе лечения используется лучевая терапия.

Появление на рынке имплантов, покрытых полиуретаном, не изменило технологии восстановления молочной железы, но уменьшило частоту постреконструкционных осложнений, в том числе и капсулярных контрактур [34]. Так, при довольно длительном, порядка девяти лет, наблюдении капсулярные контрактуры возникли в 5,5 % случаев у больных без облучения после мастэктомии и в 10,7 % случаев после адъювантной лучевой терапии [35].

Таким образом, на основе анализа доступной литературы можно сделать следующие выводы:

1. Лучевая терапия, проводимая после немедленной реконструкции молочной железы при наличии тканевого экспандера или постоянного имплантата, увеличивает частоту неблагоприятных исходов лечения рака молочной железы.
2. Лучевую терапию предпочтительнее проводить на постоянный имплант молочной железы, чем на тканевой экспандер.
3. Защитный слой из ацеллюлярного матрикса или полиуретана, предотвращающий непосредственный контакт импланта и тканей реципиента во время лучевой терапии, снижает частоту осложнений со стороны импланта.
4. Если до мастэктомии в план дальнейшего лечения рака молочной железы входит лучевая терапия, необходимо рассмотреть возможность реконструкции органа с использованием собственных тканей.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования: авторы заявляют о финансировании работы из собственных средств.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования – ВИА, ИСГ, НОН
Сбор и обработка материала – ИСГ, НОН, ЮЮП, ОВК, ВНК, ВВТ

Написание текста – ВИА, ИСГ

Редактирование – ВИА

Литература / References

1. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году. Под редакцией А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М., 2018 [Kaprin AD, Starinsky VV, Petrova GV, eds. *The situation of oncological assistance to the population of Russia in 2017*. Moscow; 2018 (In Russ).]
2. Зикиряходжаев А.Д., Широких И.М., Аблицова Н.В., Ермошкова Н.В., Харченко Н.В., Сарибекян Н.К. и др. Использование биологических и синтетических материалов в реконструктивной хирургии при раке молочной железы (обзор литературы). *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2018;14(1):28–37. [Zikiryakhodzhaev AD, Shirokikh IM, Ablitsova NV, Ermoshchenkova MV, Kharchenko NV, Saribekyan EK, et al. Biological and synthetic materials in reconstructive surgery for breast cancer treatment (Literature review). *Tumors of Female Reproductive System*. 2018;14(1):28–37 (In Russ).]
3. Зернов К.Ю., Дашян Г.А., Криворотко П.В., Новиков С.Н., Палтуев Р.М., Табагуа Т.Т. и др. Реконструкция молочной железы и лучевая терапия. *Злокачественные опухоли*. 2017;22(1):30–6. [Zernov KY, Dashyan GA, Krivorotko PV, Novikov SN, Paltuev RM, Tabagua TT, et al. Breast reconstruction and radiotherapy. *Malignant Tumors*. 2017;22(1):30–6 (In Russ).]
4. Hennequin C, Barillot I, Azria D, Belkacemi Y, Bollet M, Chauvet B, et al. Radiotherapy of breast cancer. *Cancer Radiotherapy*. 2016;20:139–46.
5. O'Halloran N, Lowery A, Kalinina O, Sweeney K, Malone C, McLoughlin R, et al. Trends in breast reconstruction practices in a specialized breast tertiary referral centre. *BJS Open*. 2017;1(5):148–57.
6. Yun JH, Diaz R, Orman AG. Breast reconstruction and radiation therapy. *Cancer Control*. 2018;25:1–7.
7. Robbins TH. Rectus abdominis myocutaneous flap for breast reconstruction. *Aust N Z J Surg*. 1979;49(5):527–30.
8. Crisera CA, Chang EI, Da Lio AL, Festekjian JH, Mehrara BJ. Immediate free flap reconstruction for advanced-stage breast cancer: Is it safe? *Plast Reconstr Surg*. 2011;128(1):32–41.
9. Schaverien MV, Macmillan RD, McCulley SJ. Is immediate autologous breast reconstruction with postoperative radiotherapy good practice? A systematic review of the literature. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2013;66(12):1637–51.
10. Chang EI, Liu TS, Festekjian JH, Da Lio AL, Crisera CA. Effects of radiation therapy for breast cancer based on type of free flap reconstruction. *Plast Reconstr Surg*. 2013;131(1):1e–8e.
11. Taghizadeh R, Moustaki M, Harris S, Roblin P, Farhadi J. Does post-mastectomy radiotherapy affect the outcome and prevalence of complications in immediate DIEP breast reconstruction? A prospective cohort study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2015;68(10):1379–85.
12. Rochlin DH, Jeong AR, Goldberg L, Harris T, Mohan K, Seal S, et al. Postmastectomy radiation therapy and immediate autologous breast reconstruction: integrating perspectives from surgical oncology, radiation oncology, and plastic and reconstructive surgery. *J Surg Oncol*. 2015;111(3):251–7.
13. Garvey PB, Clemens MW, Hoy AE, Smith B, Zhang H, Kronowitz S, Butler C. Muscle-sparing TRAM flap does not protect breast reconstruction from postmastectomy radiation damage compared with the DIEP flap. *Plast Reconstr Surg*. 2014;133(2):223–33.
14. Стенина М.Б., Жукова Л.Г., Королева И.А., Пароконная А.А., Семиглазова Т.Ю., Тюляндин С.А., Фролова М.А. Практические рекомендации по лекарственному лечению инвазивного рака молочной железы. RUSSCO. М., 2017:105–21. [Stenina MB, Zhukova LG, Koroleva IA, Parakonnaya AA, Semiglazova TU, Tulandina SA, Frolova MA. *Practical recommendations for the medicinal treatment of invasive breast cancer*. RUSSCO. М.; 2017:105–21 (In Russ).]
15. Carlson GW, Page AL, Peters K, Ashinoff R, Schaefer T, Losken A. Effects of radiation therapy on pedicled transverse rectus abdominis myocutaneous flap breast reconstruction. *Ann Plast Surg*. 2008;60(5):568–72.
16. Patel KM, Albino F, Fan KL, Liao E, Nahabedian MY. Microvascular autologous breast reconstruction in the context of radiation therapy: comparing two reconstructive algorithms. *Plast Reconstr Surg*. 2013;132(2):251–7.
17. Baumann DP, Crosby MA, Selber JC. Optimal timing of delayed free lower abdominal flap breast reconstruction after postmastectomy radiation therapy. *Plast Reconstr Surg*. 2011;127(3):1100–6.

18. Jaggi R, Momoh AO, Qi J. Impact of radiotherapy on complications and patient-reported outcomes after breast reconstruction. *J Natl Cancer Inst.* 2018;110(2):157–65.
19. Momoh AO, Ahmed R, Kelley BP. A systematic review of complications of implant-based breast reconstruction with prereconstruction and postreconstruction radiotherapy. *Ann Surg Oncol.* 2014;21(1):118–24.
20. Hughes K, Brown C, Perez V. The effect of radiotherapy on implant-based breast reconstruction in the setting of skin-sparing mastectomy: clinical series and review of complications. *Anticancer Res.* 2012;32(2):553–7.
21. Aristei C, Falcinelli L, Bini V. Expander/implant breast reconstruction before radiotherapy: outcomes in a single-institute cohort. *Strahlenther Onkol.* 2012;188(12):1074–9.
22. Chuba PJ, Stefani WA, Dul C, Szpunar S, Falk J, Wagner R, et al. Radiation and depression associated with complications of tissue expander reconstruction. *Breast Cancer Res Treat.* 2017;164(3):641–7.
23. Cordeiro PG, Alborno CR, McCormick B. What is the optimum timing of postmastectomy radiotherapy in two-stage prosthetic reconstruction: Radiation to the tissue expander or permanent implant? *Plast Reconstr Surg.* 2015;135(6):1509–17.
24. 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. *Am J Surg.* 2014;207(3):408–11.
25. Cordeiro PG, Alborno CR, 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. *Plast Reconstr Surg.* 2014;134(4):588–95.
26. Yun Pu, Tong-Chun Mao, Yi-Ming Zhang. The role of postmastectomy radiation therapy in patients with immediate prosthetic breast reconstruction. A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(6):1–6.
27. Cagli B, Barone M, Ippolito E. Ten years experience with breast reconstruction after salvage mastectomy in previously irradiated patients: analysis of outcomes, satisfaction and well-being. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2016;20(22):4635–41.
28. Benediktsson K, Perbeck L. Capsular contracture around saline-filled and textured subcutaneously-placed implants in irradiated and non-irradiated breast cancer patients: five years of monitoring of a prospective trial. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2006;59(1):27–34.
29. Elswick SM, Harless CA, Bishop SN. Prepectoral implant-based breast reconstruction with postmastectomy radiation therapy. *Plast Reconstr Surg.* 2018;142(1):1–12.
30. Sigalove S, Maxwell GP, Sigalove NM. Prepectoral implant-based breast reconstruction and postmastectomy radiotherapy: Short-term outcomes. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2017;5(12):e1631. doi: 10.1097/GOX.0000000000001631
31. Kim I, Park SO, Chang H, Ung Sik Jin. inhibition mechanism of acellular dermal matrix on capsule formation in expander-implant breast reconstruction after postmastectomy radiotherapy. *Ann Surg Oncol.* 2018;25:2279–87.
32. Salzberg CA, Ashikari AY, Berry C, Hunsicker LM. Acellular dermal matrix-assisted direct-to-implant breast reconstruction and capsular contracture: A 13-year experience. *Plast Reconstr Surg.* 2016;138(2):329–37.
33. Valdatta L, Cattaneo AG, Pellegatta I, Scamoni S, Minuti A, Cherubino M. Acellular dermal matrices and radiotherapy in breast reconstruction: A systematic review and meta-analysis of the literature. *Plast Surg Int.* 2014;472604. doi: 10.1155/2014/472604
34. Rancati A, Soderini A, Dorr J, Gercovich G, Tessari L, Gonzalez E. One-step breast reconstruction with polyurethane-covered implants after skin-sparing mastectomy. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2013;66(12):1671–5.
35. Pompei S, Arelli F, Labardi L, Marcasciano F, Evangelidou D, Ferrante G. Polyurethane implants in 2-stage breast reconstruction: 9-year clinical experience. *Aesthet Surg J.* 2017;37(2):171–6.