

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-3-12-23>

Возможности магнитно-резонансной волюмометрии в оценке ответа на неоадъювантную терапию первично операбельного и местно-распространенного рака молочной железы

М. В. Егоров

ГБУЗ «Консультативно-диагностическая поликлиника № 121 Департамента здравоохранения города Москвы»

Capabilities of Magnetic Resonance Volumetry in Assessing the Response to Neoadjuvant Therapy of Primary Operable and Locally Advanced Breast Cancer

M. V. Egorov

Consultative and Diagnostic Polyclinic № 121, Moscow Healthcare Department

Реферат

Целью работы был анализ значимости магнитно-резонансной волюмометрии в оценке ответа на неоадъювантную терапию первично операбельного и местно-распространенного рака молочной железы (РМЖ). Под наблюдением находились 77 больных в возрасте от 30 до 80 лет, из которых 40 (67,5 %) пациенток были с первично операбельным и 37 (32,5 %) с местно-распространенным первично нерезектабельным РМЖ. При планировании неоадъювантной терапии (НАТ) определяющими были степень злокачественности (G) и пролиферативной активности (Ki-67) опухоли, уровень экспрессии стероидных рецепторов (эстрогена — ER / прогестерона — PR) и белка HER2/neu. Выполнено от 4 до 6 курсов НАТ. Их эффективность анализировали по данным мультипараметрической магнитно-резонансной томографии (мпМРТ) молочных желез, учитывались изменения объема опухоли и ее аксиальных размеров. При сопоставлении размеров опухолей, определенных по результатам анализа резекционного материала и мпМРТ, установлено, что МР-волюмометрия обладает более высокой чувствительностью ($A_c = 89,6$; 95 %-й ДИ: 64,1–90,9) по сравнению критериям RECIST 1.1, с учетом линейных размеров ($A_c = 78,3$; 95 %-й ДИ: 53,6–93,0).

* **Егоров Максим Витальевич**, врач-рентгенолог ГБУЗ «Консультативно-диагностическая поликлиника № 121 Департамента здравоохранения города Москвы».
Адрес: 117042, г. Москва, ул. Южнобутовская, 87.
Тел.: +7 (495) 712-99-99. Электронная почта: maximegorov91@mail.ru
ORCID.org/0000-0003-1231-8422

Egorov Maksim Vital'evich, Radiologist, Consultative and Diagnostic Polyclinic № 121 Department Helthcare of Moscow.
Address: 87, ul. Yuzhnobutovskaya, Moscow, 117042, Russia.
Phone number: +7 (495) 712-99-99. E-mail: maximegorov91@mail.ru
ORCID.org/0000-0003-1231-8422

Ключевые слова: мультипараметрическая магнитно-резонансная томография, магнитно-резонансная волюмометрия, рак молочной железы, неoadъювантная терапия, критерии оценки ответа солидных опухолей.

Abstract

The aim of the work was to analyze the significance of magnetic resonance volumetric measurement in assessing the response to neoadjuvant therapy for primary operable and locally advanced breast cancer (BC). The study included 77 patients aged 30 to 80 years, of which 40 (67,5 %) patients were with primary resectable and 37 (32,5 %) with locally advanced primary non-resectable BC. When planning neoadjuvant therapy (NAT), the determining factors were the degree of malignancy (G) and proliferative activity (Ki-67) of the tumor, the level of expression of steroid receptors (estrogen — ER / progesterone — PR) and the HER2/neu protein. Completed from 4 to 6 courses of NAT. Their effectiveness was analyzed according to the data of multiparametric magnetic resonance imaging (mpMRI); changes in the tumor volume and its axial dimensions were taken into account. When comparing the sizes of tumors determined by the results of the analysis of the resection material and MRI, it was found that MR-volumetry has a higher sensitivity ($Ac = 89,6$; 95 % CI: 64,1–90,9) compared to the RECIST 1.1 criteria, taking into account the linear dimensions ($Ac = 78,3$; 95 % CI: 53,6–93,0).

Key words: Multiparameter Magnetic Resonance Imaging, Magnetic Resonance Volumetry, Breast Cancer, Neoadjuvant Therapy, Criteria for Evaluating the Response of Solid Tumors.

Актуальность

По данным статистики в России РМЖ диагностируется в 67 % случаев на II и III стадиях заболевания, при которых активно используется предоперационная системная медикаментозная терапия [3]. Разделение РМЖ по молекулярно-биологическим подтипам на основе иммуногистохимических (ИГХ) маркеров, анализ макроскопических морфологических изменений, метаболических характеристик опухолей позволяют определить прогноз течения заболевания и являются ключевыми факторами для выбора тактики системной медикаментозной терапии [6]. Диагностика РМЖ основывается на данных рентгеновской маммографии (ММГ), УЗИ МЖ и морфологическом методе исследования, что позволяет выявить опухоль, установить ее злокачественность и пролиферативную активность, определить гистологическую принадлежность и стадию РМЖ.

Все шире в практику при диагностике РМЖ внедряется мпМРТ с получением кроме стандартных последовательностей диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ), карт измеряемого коэффициента диффузии (ИКД), постконтрастных серий при динамическом контрастном усилении (ДКУ) после внутривенного введения гадолиний-содержащих препаратов [1].

При первично операбельном и местно-распространенном первично нерезектабельном РМЖ используется комбинированное лечение, включающее системную лекарственную терапию и различные варианты хирургических вмешательств. Для оценки эффективности НАТ необходимы объективные методы контроля реакции опухоли. В связи с этим в задачи обследования больных РМЖ стали входить кроме первичной диагностики контроль размеров опухоли в динамике (на фоне и по завершении

курса НАТ). Эффективность комбинированного лечения определяется общей и безрецидивной выживаемостью пациенток. На предоперационном этапе к основным способам оценки реакции опухоли на лечение относятся критерии RECIST 1.1. Эта система основана на учете измерения 2 линейных размеров первичной опухоли и мониторинге по этим же критериям метастатически измененных регионарных лимфатических узлов. В то же время объективная оценка изменения размеров опухоли с использованием стандартных критериев RECIST на основе ММГ и мпМРТ недостаточно информативна (особенно если опухоль представлена образованием неправильной формы, с мультицентрическим и мультифокальным характером роста).

В ряде исследований установлено, что при томографических исследованиях волюмометрия — определение изменения объема опухолей различной локализации под влиянием НАТ — является наиболее значимым прогностическим фактором эффективности и позволяет более точно фиксировать изменения размеров в динамике. Такие исследования провели W. J. Kostis et al. (2004) при оценке динамики рака легкого на фоне консервативного лечения по данным МСКТ [8, 9].

При РМЖ объективным способом верификации изменения объема опухоли может рассматриваться МР-волюмометрия. Ее роль и значение не изучены, не определено место в алгоритме обследования больных РМЖ.

Цель: оценка значимости магнитно-резонансной волюмометрии в оценке ответа на неоадьювантную терапию первично операбельного и местно-распространенного рака молочной железы.

Материалы и методы

Под наблюдением находились 77 больных РМЖ в возрасте от 30 до 80 лет (средний возраст $52,79 \pm 10,19$ года [54 (45; 59)], 95 %-й ДИ: 50,48–55,11).

В группу наблюдения включены пациентки с первично операбельным и местно-распространенным первично нерезектабельным РМЖ:

- 67,5 % (n = 40) больных — с первично операбельным (резектабельным) РМЖ: IIA, IIB, IIIA (T3N1M0) стадий;
- 32,5 % (n = 37) больных — с местно-распространенным (первично нерезектабельным) раком: IIIA (кроме T3N1M0), IIB и IIIC стадиями.

Всем пациенткам проведена НАТ (химиотерапия (таксанами), анти-HER2- или гормонотерапия), при планировании которой определяющими были:

- стадия заболевания с учетом классификации по категориям TNM;
- степень злокачественности опухоли (G);
- степень пролиферации (Ki-67);
- экспрессия стероидных рецепторов (ER и PR) в опухоли и белка HER2/неу;
- принадлежность к одному из молекулярно-биологических подтипов [2].

Выполнено от 4 до 6 курсов НАТ. Эффективность НАТ определялась по характеру лечебного патоморфоза опухоли, по данным клинического обследования, ММГ, УЗИ МЖ, с учетом результатов мпМРТ. МР-исследование МЖ выполнено с применением специализированных 8-канальных катушек для маммологических исследований, на аппаратах Signa EXCITE (GE, США) и Aera 4G (Siemens, Германия), с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. МР-маммографию

выполняли по стандартному протоколу. Общее время сканирования при одном МР-исследовании МЖ составило ≈ 25 мин. Во время сканирования пациентка располагалась на столе томографа в положении на животе с вытянутыми вперед руками. До начала сканирования в локтевую вену устанавливали катетер и подключали автоматический инжектор. Для воспроизводимости результатов и возможности оценки динамики заболевания по RECIST 1.1 МР-сканирование делали с толщиной среза 3,5 мм. Сначала выполняли преконтрастное сканирование. При сканировании в аксиальных плоскостях в зону исследования включали обе МЖ и подмышечные области. Для более точной локализации опухоли делали МР-исследование с динамическим контрастным усилением (ДКУ). Применяли импульсную последовательность VIBRANT (TR/TE 5,6/2,7). Гадолиний-содержащее контрастное вещество (КВ) вводили внутривенно при помощи автоматического инжектора со скоростью 2 мл/с в расчете 0,2 мл/кг + 20 мл 0,9 %-го раствора NaCl. Затем получали 6 постконтрастных серий T1-ВИ 3D FLASH FS в аксиальной плоскости (с временным разрешением 60 с). Толщина срезов была 2 мм. Для оценки изменений размеров опухоли на фоне НАТ измерения проводили после 2-го курса и по окончании предоперационной лекарственной терапии. В соответствии с RECIST 1.1 фиксировались 2 максимальных линейных размера по аксиальным томограммам [4, 7].

Результаты интерпретировали следующим образом:

- полный ответ (Complete Response — CR) — полное исчезновение опухолевых очагов;
 - частичный ответ (Partial Response — PR) — уменьшение опухоли по сравнению с исходным не менее чем на 30 %;
 - прогрессирование заболевания (Progressive Disease — PD) — увеличение размеров опухоли более чем на 20 %, появление любого нового очага;
 - стабилизация заболевания (Stable Disease — SD) — несоответствие критериям CR или PR при отсутствии PD (рис. 1, *a — в*).
- Кроме измерения линейных размеров определяли объем опухолей по данным МР-волюмометрии после 2-го курса и по окончании НАТ. Для измерения объема опухоли полученные DICOM-данные загружались в VIDAR DICOM VIEWER. Выбиралась постконтрастная серия в начальной фазе контрастирования, в режиме MIP, обрабатывались и анализировались при помощи Volumeshare. Каждый срез опухоли отдельно «обрисовывался» по контуру. Объем опухоли вычислялся автоматически при помощи программного обеспечения. МР-волюмометрия была предпочтительной, если опухоли имели неправильную форму, неровный фестончатый контур (рис. 1, *г — е*).

Классификация степени лечебного патоморфоза проводилась по наличию резидуальных опухолевых элементов в образцах резекции в соответствии с методикой, предложенной Г. А. Лавниковой, Н. А. Краевским, Е. Ф. Лушниковым (1977):

- I (слабая) — дистрофия отдельных клеток;
- II (умеренная) — очаги некроза + дистрофия клеток;
- III (выраженная) — поля некроза + выраженная дистрофия клеток + единичные атипичные клетки;
- IV (резко выраженная) — тотальный некроз [5].

Международной экспертной группой (International Expert Panel) рекомендовано определять полный морфологический эффект как отсутствие инфильтративного рака или рака *in*

situ как в опухоли, так и в лимфатических узлах.

Вероятность совпадения размеров опухоли по заключениям лучевых исследований с окончательным резуль-

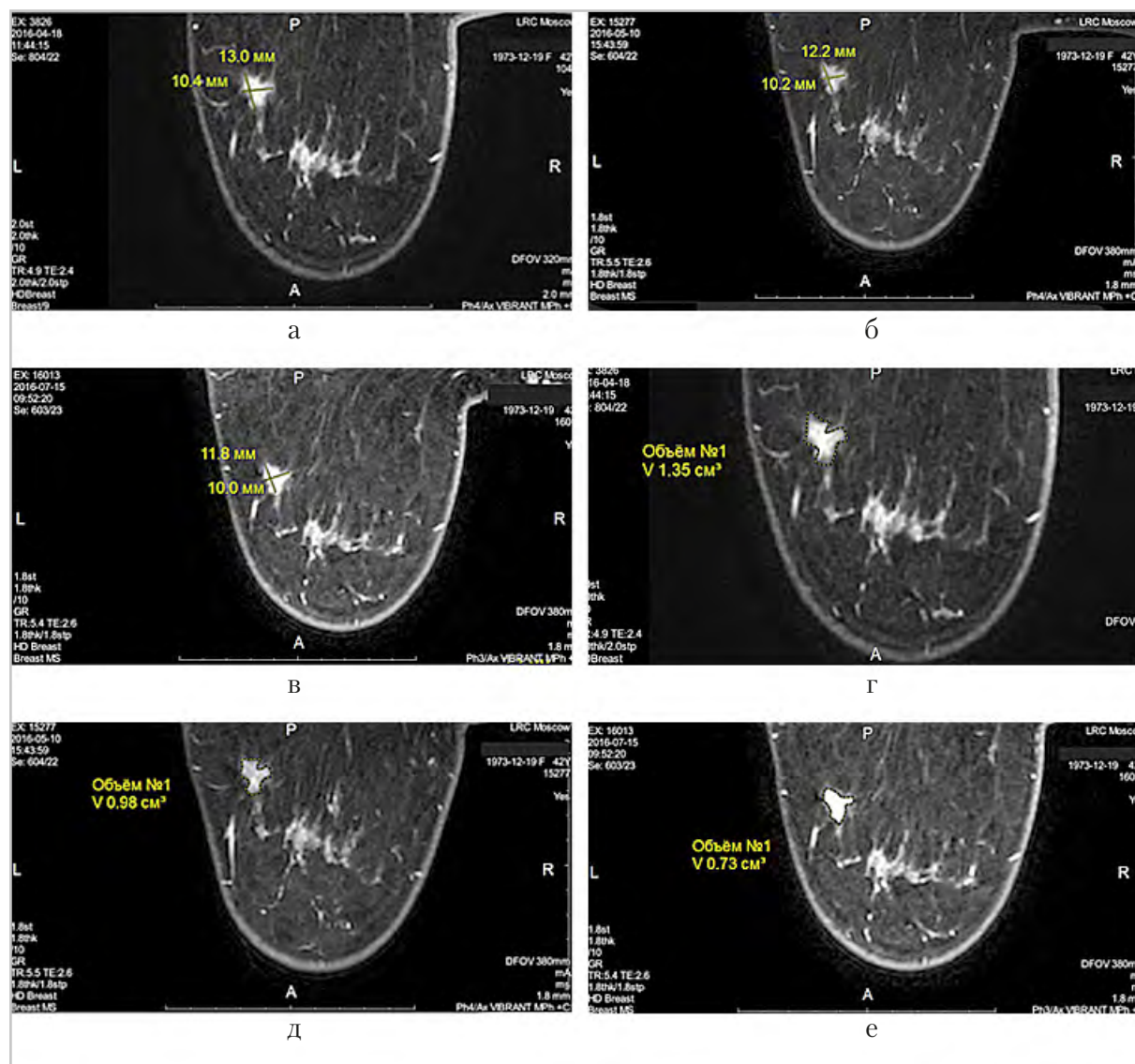


Рис. 1. МР-маммограммы пациентки Н., 42 года, рак левой МЖ (T2N1M0, IIb стадии, G2), постконтрастные T1-субтракционные изображения в аксиальной проекции, в режиме MIP, показаны примеры измерения размеров узлового образования неправильной формы по критериям RECIST 1.1 (a – в) и при МР-волюмометрии (г – е): а, г – первично; б, д – после 2-х курсов; в, е – по окончании НАТ. После НАТ по критериям RECIST 1.1 уменьшение размеров опухоли в пределах 5,8 % (стабилизации заболевания – SD); по данным МР-волюмометрии – уменьшение объема опухоли в пределах 45 % (частичный ответ – PR). При гистологическом исследовании резекционного материала после операции установлена III степень регрессии опухоли

татом, полученным при измерении резекционного материала, определяли по показателям диагностической эффективности. Вычисляли специфичность (Sp), чувствительность (Se), точность (Ac), прогностичность положительного (PVP) и отрицательного результатов (PVN).

Результаты и их обсуждение

По данным билатеральных ММГ и УЗИ МЖ до начала лечения размер опухолей достигал 14,5–88 мм ($42,8 \pm 9,2$ мм, $\sigma = 16,8$ [33,8 / 23,9; 54,7]), с наличием от 1 до 12 измененных регионарных лимфатических узлов, которые имели поперечный размер по короткой оси более 10 мм, округлую или овальную форму, нарушение дифференцировки коркового слоя и жировых ворот. Согласно предложенному протоколу, после билатеральных ММГ и УЗИ МЖ выполняли мпМРТ. По данным

лучевых исследований в 77,9 % ($n = 60$) наблюдений опухоли локализовались в верхненаружном квадранте МЖ, были представлены как узловыми образованиями, так и более обширными зонами патологического изменения МР-сигнала. Образования в виде единичных узлов отмечались в 51 (66,2 %) случае. У 26 (33,8 %) пациенток опухоли выглядели как зоны неоднородного МР-сигнала, без четкого контура. На постконтрастных изображениях МР-картина становилась еще более неоднородной, в виде «булыжной мостовой», за счет гиперинтенсивных участков с выраженным накоплением КВ, которые сменялись изогипоинтенсивным МР-сигналом от железистых долек и жира. Соотношение узловых образований и опухолей в виде зон патологического контрастирования (сегментарных, регионарных зон с мультицентричными и мультифокальными очагами) представ-



Рис. 2. Диаграмма распределения пациенток в зависимости от характера роста РМЖ ($n = 77$)

Таблица 1

Распределение больных в зависимости от морфологических характеристик РМЖ

Параметры	Количество больных (n = 77)	
	Абс. число	%
Наибольший размер		
Менее 2 см	7	9,1
От 2 до 5 см	19	24,7
Более 5 см	51	66,2
Стадия заболевания		
IB	1	1,3
IIA	11	14,3
IIB	27	35,1
IIIA	13	16,9
IIIB	17	22,1
IIIC	8	10,4
G (степень злокачественности)		
G1 – высокодифференцированные	6	7,8
G2 – умеренно дифференцированные	23	29,9
G3 – низкодифференцированные	48	62,3
Пролиферативная активность опухоли		
Ki-67 > 14*	57	74,0

*Оценка пролиферативной активности — высокая пролиферативная активность при Ki-67 > 14 %.

лено на рис. 2. Следует отметить, что опухоли, представленные зонами патологического контрастирования, были непальпируемыми и представляли наибольшую трудность для диагностики.

При первичном МР-исследовании опухоли были гиперваскулярным, III тип ФКК отмечен у 34 (44,2 %) пациенток, у 33 (42,9 %) — определялся II тип ФКК. В 10 (13 %) случаях выявлялось постепенное линейное накопление КВ образованием (I тип ФКК), при этом опухоли выглядели как гетерогенные участки. При ИГХ-анализе отмечено, что с высокой пролиферативной активностью было более 2/3 опухолей, в 62,3 % (n = 48) за-

регистрован низкодифференцированный (G3) РМЖ (табл. 1).

На фоне НАТ опухоли подвергались структурной перестройке. К концу лечения накопление КВ прослеживалось преимущественно по периферии опухолей, что, вероятно, обуславливалось очагами центрального некроза после НАТ, преобладал I тип ФКК — 42 (54,5 %) больных, II тип отмечен у 16 (20,8 %), III тип — у 19 (24,7 %). Центральный некроз опухоли характеризовался изменением МР-сигнала на ДВИ, увеличение коэффициента на ИКД — с $0,79 \pm 0,01 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ ($\sigma = 0,08$; 0,78 (0,72; 0,85) до $0,97 \pm 0,03 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ ($\sigma = 0,25$;

0,87 (0,80; 1,06) ($p < 0,0001$; 95 %-й ДИ: 0,12–0,24 для разницы).

Динамика опухолей на фоне НАТ характеризовалась не только структурной перестройкой, но и изменением их размеров, что определялось по результатам измерения суммы 2 диаметров и МР-волюмометрии. После окончания НАТ выявлена тенденция к уменьшению суммы 2 диаметров опухолей — с $58,03 \pm 8,95$ до $22,82 \pm 6,13$ 1 мм (рис. 3).

Кроме оценки изменения линейных размеров опухолей (по сумме их 2 диаметров по критериям RECIST 1.1) была проведена МР-волюмометрия. После окончания 2-го курса НАТ у всех пациенток исследуемой группы ($n = 77$) выявлена незначительная тенденция к уменьшению объема образований МЖ — с $30,03 \pm 6,95$ до $22,48 \pm 2,86$ см³ ($\sigma = 19,41$; 12,21 (6,19; 29,63)). После окончания лечения объ-

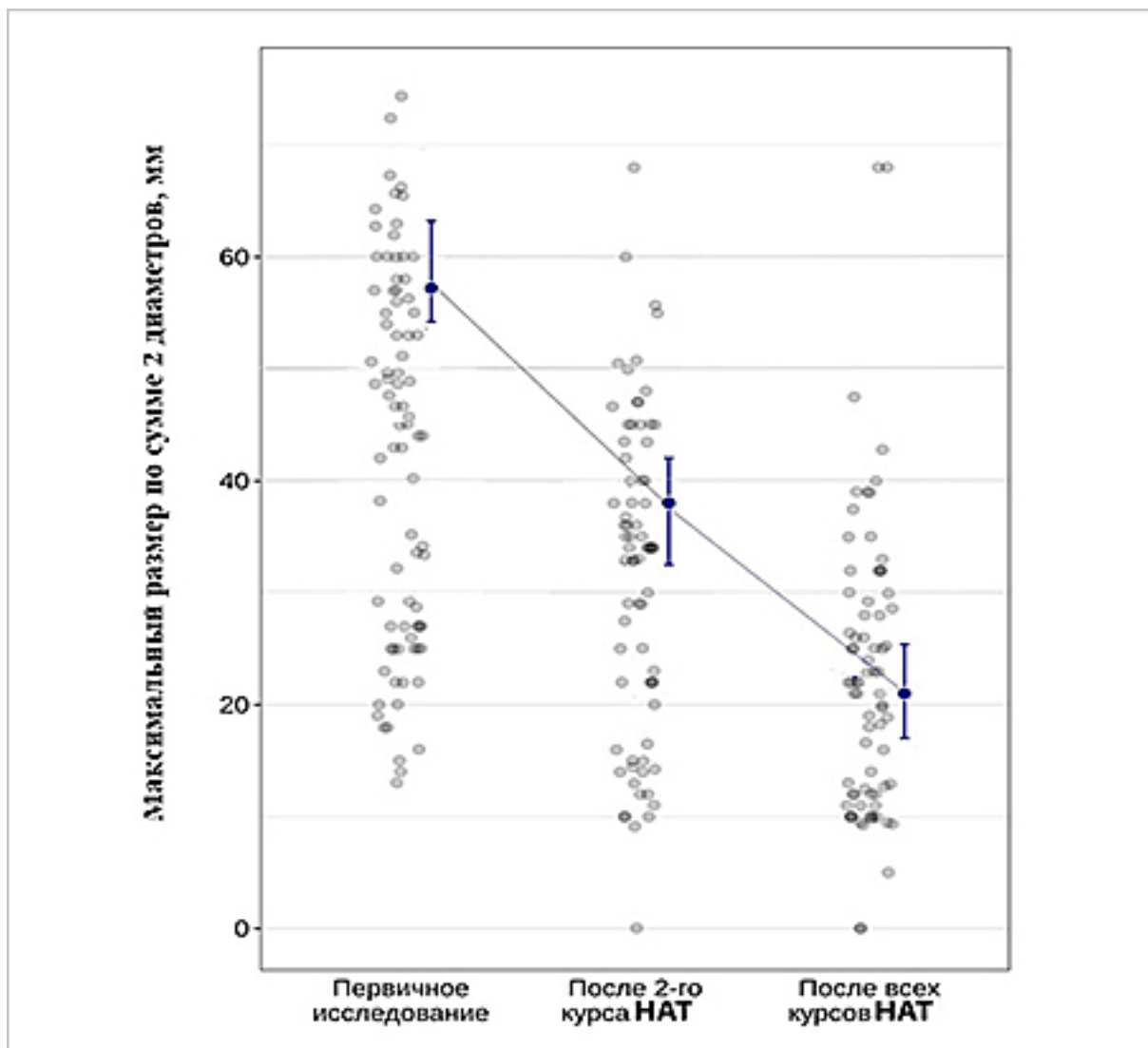


Рис. 3. Диаграмма, отражающая изменение максимального размера опухолей у пациенток в группе наблюдения ($n = 77$) на фоне проведения НАТ по сумме 2 диаметров ($p < 0,00001$; 95 %-й ДИ: $-21,63 \dots -12,85$)

ем опухолей сократился и достиг $11,36 \pm 2,96 \text{ см}^3$ ($\sigma = 16,47; 5,32 (1,94; 12,37)$) (рис. 4).

По окончании НАТ мастэктомии выполнены у 52 (67,5 %) пациенток. В остальных 25 (32,5 %) случаев проведены различные по объему органосохраняющие операции. Резекционный материал (опухоли и лимфатические узлы) был подвергнут морфологическому исследованию с определением степени лечебного патоморфоза.

Отсутствие эффекта НАТ или слабый ответ зарегистрированы у 46 (59,7 %) женщин, из них: I степень лечебного патоморфоза в виде дистрофии отдельных клеток установлена у 15 (19,5 %) пациенток; II степень — с наличием единичных очагов некроза и дистрофией клеток у 31 (40,3 %).

Выраженная III степень лечебного патоморфоза с полями некроза и дистрофией клеток при сохранении единичных атипичных клеток определялась у 16,8 % ($n = 13$) больных. Тотальный некроз

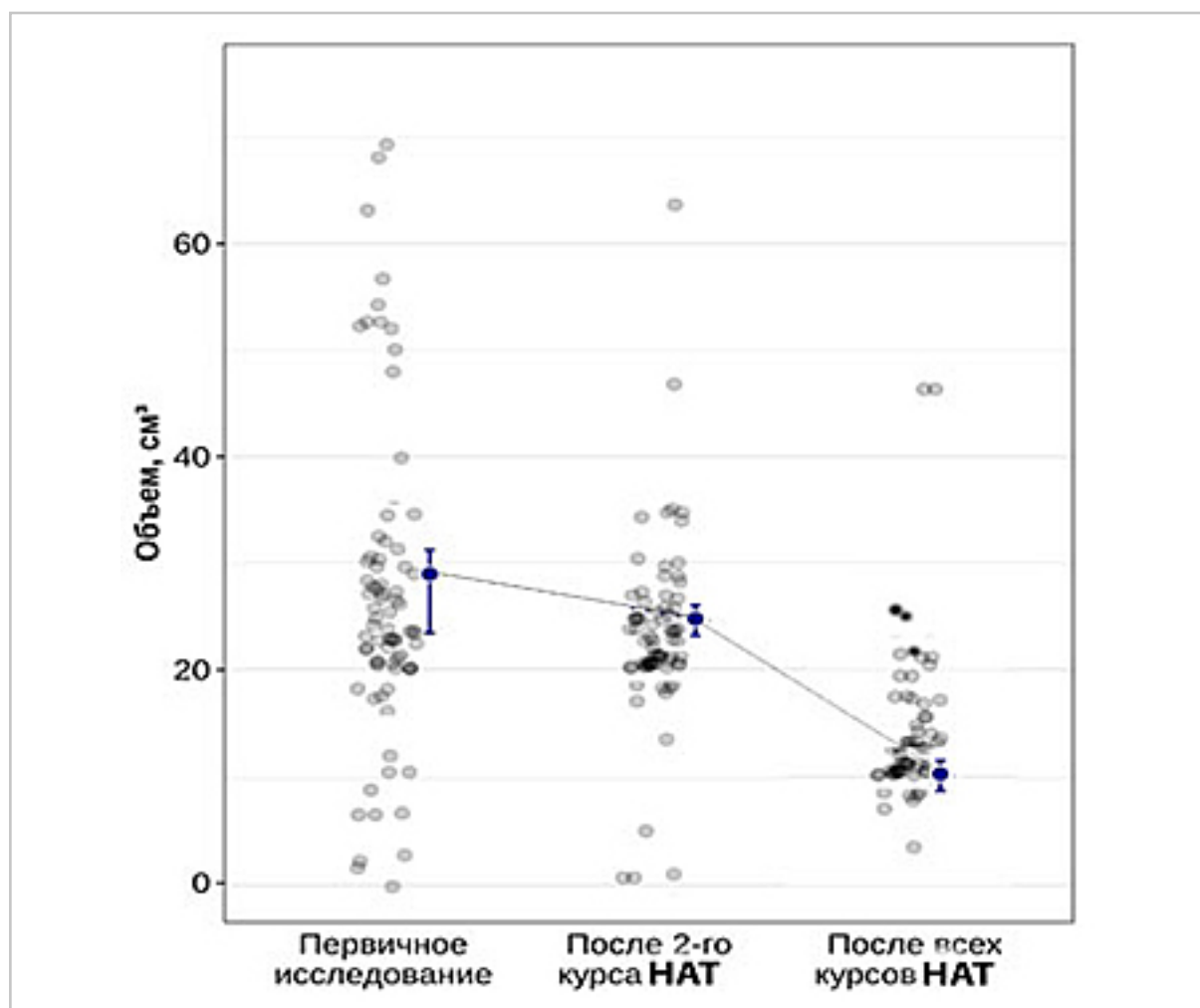


Рис. 4. График, отражающий динамику изменений объема опухолей МЖ у пациенток в группе наблюдения ($n = 77$) на фоне НАТ ($p < 0,0001$; 95 %-й ДИ: $-17,22 \dots -8,27$)

Таблица 1

Анализ диагностической эффективности определения динамики размеров опухоли у обследованных пациенток (n = 77) по критериям RECIST 1.1 и МР-волюмометрии в сопоставлении с характером лечебного патоморфоза

Показатели диагностической эффективности	Линейные размеры, % (95 %-й ДИ)	МР-волюмометрия, % (95 %-й ДИ)
Se	88,2 (46,8–96,9)	91,5 (72,0–99,0)
Sp	66,2 (32,2–94,9)	71,2 (31,9–90,1)
Ac	78,3 (53,6–93,0)	89,6 (64,1–90,9)
PVP	84,5 (55,3–87,3)	79,5 (61,1–91,8)
PVN	92,7 (60,7–95,9)	97,9 (72,7–99,1)

опухоли, который соответствовал IV степени лечебного патоморфоза, установлен у 18 (23,4 %) пациенток.

Характер лечебного патоморфоза и размеры опухолей, установленные при морфологическом исследовании, сопоставлены с вычислением показателей диагностической эффективности определения ответа опухоли на НАТ по критериям RECIST 1.1 (мм) и МР-волюмометрических (см³) данных (табл. 2).

Данные, представленные в табл., демонстрируют более высокую чувствительность МР-волюмометрии в оценке ответа опухоли на НАТ, что, вероятно, связано с отсутствием потери информации о размере образований, имеющих неправильную форму, а также в виде сегментарных и регионарных зон патологического контрастирования при МРТ с ДКУ.

Выводы

1. МР-волюмометрия является высокочувствительной методикой прогнозирования эффективности неoadъювантной терапии при первично операбельном и местно-распространенном раке молочной железы.

2. При планировании характера и объема операций по поводу рака молочной железы II и III стадий должны учитываться изменения размеров опухоли на фоне неoadъювантной терапии, так как эти показатели, наряду со структурными изменениями опухолей, ассоциируются со степенью лечебного патоморфоза.

Список литературы

1. Борисова М. С., Мартынова Н. В., Богданов С. Н. Рентгеновская маммография в диагностике рака молочной железы // Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии Минздрава России. 2013. Т. 3. № 13. URL: http://vestnik.rncrr.ru/v13/papers/borisova1_v13.htm.
2. Доросевич А. Е., Наперстянникова В. В., Баженов С. М. Роль современных методов морфологического исследования в уточнении биологических особенностей и морфогенеза рака молочной железы у человека // Архив патологии. 2010. Т. 72. № 5. С. 3–8.
3. 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. 236 с.
4. Кометова В. В., Хайруллин Р. М. Прогностическое значение индивидуальных показателей степени упорядоченности структурных компонентов опухолевой ткани при инфильтрирующем протоковом типе рака молочной железы // *Фундаментальные исследования*. 2012. № 8 (2). С. 344–349. URL: <http://www.fundamentalresearch.ru/ru/article/-view?id=30367>.
 5. Лисаева А. А., Вишневецкая Я. В., Рошин Е. М. и др. Лечебный патоморфоз злокачественных опухолей: клинические и морфологические критерии. Классификации. Прогностическое значение лечебного патоморфоза при раке молочной железы и других опухолях // *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2011. № 4. С. 19–23.
 6. Щепотин И. Б., Зотов А. С., Любота Р. В. и др. Молекулярные типы рака грудной железы, определенные на основе иммуногистохимических маркеров: клиничко-биологические особенности и прогноз течения // *Клиническая онкология*. 2012. № 8 (4). URL: <https://www.clinicaloncology.com.ua/category/opuxoli-grudnoj-zhelezy>.
 7. Hata T., Takahashi H., Watanabe K. et al. Magnetic resonance imaging for preoperative evaluation of breast cancer: a comparative study with mammography and ultrasonography // *J. Am. Coll. Surg.* 2004. V. 198. P. 190–197.
 8. Kostis, W. J. et al. Small pulmonary nodules: reproducibility of three-dimensional volumetric measurement and estimation of time to follow-up CT // *Radiol.* 2004. V. 231. № 2. P. 446–452.
 9. O'Flynn E. A. M., Collins D., D'Arcy J. Multi-parametric MRI in the early prediction of response to neo-adjuvant chemotherapy in breast cancer: Value of non-modelled parameters // *Eur. J. of Radiol.* 2016. V. 85. P. 837–842. DOI: 10.1016/j.ejrad.2016.02.006.

References

1. Borisova M. S., Martynova N. V., Bogdanov S. N. X-ray mammography in the diagnosis of breast cancer/ *Vestnik Rossijskogo nauchnogo centra rentgenoradiologii Minzdrava Rossii*. 2013. T. 3. No. 13. URL: http://vestnik.rncrr.ru/v13/papers/borisova1_v13.htm (in Russian).
2. Dorosevich A. E., Naperstyannikova V. V., Bazhenov S. M. The role of modern methods of morphological research in clarifying the biological characteristics and morphogenesis of breast cancer in humans. *Arhiv patologii*. 2010. T. 72. No. 5. P. 3–8 (in Russian).
3. Kaprin A. D., Starinskij V. V., Petrova G. V. Malignant neoplasms in Russia in 2018 (morbidity and mortality). Moscow: Moscow Research Institute P. A. Herzen — a branch of the Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center of Radiology» of the Ministry of Healthcare of Russia, 2019. 236 p. (in Russian).
4. Kometova V. V., Hajrullin R. M. Prognostic value of individual indicators of the degree of ordering of the structural components of tumor tissue in infiltrating ductal type of breast cancer. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2012. No. 8 (2). P. 344–349. URL: <http://www.fundamentalresearch.ru/ru/article/-view?id=30367> (in Russian).
5. Lisaeva A. A., Vishnevskaya Y. A. V., Roshchin E. M. et al. Therapeutic pathomorphosis of malignant tumors: clinical and morphological criteria. Classifications. The prognostic value of therapeutic pathomorphosis in breast can-

- cer and other tumors. Opuholi zhenskoj reproduktivnoj sistemy. 2011. No. 4. P. 19–23 (in Russian).
6. *Shchepotin I. B., Zotov A. S., Lyubota R. V. et al.* Molecular types of breast cancer determined on the basis of immunohistochemical markers: clinical and biological characteristics and prognosis of the course. *Klinicheskaya onkologiya*. 2012. No. 8 (4). URL: <https://www.clinicaloncology.com.ua/category/opuxoli-grudnoj-zhelezy> (in Ukraine).
 7. *Hata T., Takahashi H., Watanabe K. et al.* Magnetic resonance imaging for preoperative evaluation of breast cancer: a comparative study with mammography and ultrasonography *J. Am. Coll. Surg.* 2004. V. 198. P. 190–197.
 8. *Kostis, W. J. et al.* Small pulmonary nodules: reproducibility of three-dimensional volumetric measurement and estimation of time to follow-up CT. *Radiol.* 2004 V. 231. No. 2 P. 446–452.
 9. *O'Flynn E. A. M., Collins D., D'Arcy J.* Multi-parametric MRI in the early prediction of response to neo-adjuvant chemotherapy in breast cancer: Value of non-modelled parameters. *Eur. J. of Radiol.* 2016. V. 85. P. 837–842. DOI: 10.1016/j.ejrad.2016.02.006.

Сведения об авторе

Егоров Максим Витальевич, врач-рентгенолог ГБУЗ «Консультативно-диагностическая поликлиника № 121 Департамента здравоохранения города Москвы».

Адрес: 117042, г. Москва, ул. Южнобутовская, д. 87.

Тел.: +7 (495) 712-99-99. Электронная почта: maximegorov91@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-1231-8422

Egorov Maksim Vital'evich, Radiologist, Consultative and Diagnostic Polyclinic № 121, Moscow Healthcare Department.

Address: 87, ul. Yuzhnobutovskaya, Moscow, 117042, Russia.

Phone number: +7 (495) 712-99-99. E-mail: maximegorov91@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-1231-8422

Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Автор заявляет, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.