

Роль магнитно-резонансной томографии в оценке регресса опухоли пищевода после проведенной неoadъювантной терапии

Н.И. Мутовкина¹, В.М. Черемисин⁴, И.Г. Камышанская^{3,4}, А.В. Захарова²,
П.Ю. Гришко¹, С.Л. Трофимов¹

¹Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова, Санкт-Петербург

²Городская многопрофильная больница № 2, Санкт-Петербург

³Городская Мариинская больница, Санкт-Петербург

⁴Санкт-Петербургский государственный университет

The role of magnetic resonance imaging in the assessment of esophageal tumor regression after neoadjuvant therapy

N. Mutovkina¹, V. Cheremisin⁴, I. Kamyshanskaya^{3,4},
A. Zakharova², P. Grishko¹, S. Trofimov¹

¹National Medical Research Center of Oncology named after N. N. Petrov, St. Petersburg

²City multidisciplinary hospital N 2, St. Petersburg

³City Mariinsky Hospital, St. Petersburg

⁴St. Petersburg State University

© Коллектив авторов, 2024 г.

Резюме

Актуальность. Неoadъювантная терапия (НТ) является стандартным методом лечения пациентов с местнораспространенным раком пищевода, позволяющим уменьшить размеры опухоли и, соответственно, стадии Т и N. Возможности ПЭТ-КТ и эндо-УЗИ в определении остаточной опухолевой ткани в структуре стенки пищевода на фоне постлучевых изменений ограничены. Для определения современных диагностических возможностей магнитно-резонансной томографии (МРТ) в оценке эффективности неoadъювантного лечения требуются проспективные исследования. **Цель исследования:** определение возможностей МРТ в оценке эффективности неoadъювантного лечения местнораспространенного рака пищевода. **Материалы и методы.** Проведено обследование 72 пациентов

с диагнозом «рак пищевода» — 49 (68%) мужчин и 23 (32%) женщин. Средний возраст пациентов составил $63,4 \pm 12,2$ года. Всем пациентам выполнялась МРТ с последующей гистологической верификацией диагноза. **Статистика.** Статистическая обработка категориальных данных была проведена с использованием методик: таблицы частот, таблицы сопряженности, критерия хи-квадрат или точного критерия Фишера (в случае малого числа выборки). Статистически значимыми признавались различия при значениях $p < 0,05$. **Результаты.** По полученным данным общая чувствительность метода МРТ при сопоставлении с результатами гистологического исследования в определении выраженности патоморфоза составила 59,1%, общая специфичность — 93,5%, точность — 80,7%. **Заключение.** Использование мультипараметрического протокола

MPT продемонстрировало достаточно высокую диагностическую эффективность в оценке ответа опухоли на неоадьювантное лечение. Дальнейшие исследования по данной теме позволят оптимизировать индивидуальный подход в выборе тактики ведения пациентов и улучшить качество их жизни.

Ключевые слова: рак пищевода, неоадьювантная терапия, MPT, регресс опухоли

Summary

Background. Neoadjuvant therapy (NT) is a standard treatment method for patients with locally advanced esophageal cancer, which allows to reduce the size of the tumor, and, accordingly, stages T and N. The possibilities of PET-CT and endo-ultrasound in determining the residual tumor tissue in the structure of the esophageal wall against the background of post-radiation changes are limited. Prospective studies are required to determine the modern diagnostic capabilities of MRI in assessing the effectiveness of neoadjuvant treatment. **The purpose of the study.** To determine the possibilities of MRI in evaluating the effectiveness of neoadjuvant treatment of locally advanced esophageal cancer. **Materials and**

methods. 72 patients diagnosed with esophageal cancer were examined. The average age of the patients was 63.4 ± 12.2 years, 49 (68%) of the patients were male, 23 (32%) were female. All patients (72 people) underwent MRI followed by histological verification of the diagnosis. **Statistics.** Statistical processing of categorical data was carried out using the following methods: frequency tables, conjugacy tables, CHI-square criterion or Fisher's exact criterion (in the case of a small sample number). The differences were considered statistically significant at values of $p < 0.05$. **Results.** According to the data obtained, the overall sensitivity of the MRI method when compared with the results of histological examination in determining the severity of pathomorphosis was 59.1%, the general specificity was 93.5%, and the accuracy was 80.7%. **Conclusion.** The use of the multiparametric MRI protocol demonstrated a sufficiently high diagnostic efficiency in assessing the tumor response to neoadjuvant treatment. Further research on this topic will optimize the individual approach in choosing patients' management tactics and improve the quality of their lives.

Keywords: esophageal cancer, neoadjuvant therapy, MRI, tumor regression

Введение

Неоадьювантная терапия (НТ) является стандартным методом лечения пациентов с местнораспространенным раком пищевода, позволяющим уменьшить размеры опухоли и, соответственно, стадии T и N, что делает возможным проведение радикальной операции и улучшает выживаемость [1]. Ответ на НТ вариабелен и сугубо индивидуален [2]. Отсутствие реакции на НТ ассоциируется с худшим прогнозом [3], в первую очередь связанным с невозможностью оперативного лечения [1]. Наиболее важен индивидуальный подбор оптимальной схемы лечения для каждого пациента. Существуют сложности оценки ответа на НТ: клинически ответ зачастую остается неопределенным и слабо коррелирует с выживаемостью [4]. В клинической практике принято ориентироваться на уменьшение размеров образования, однако данный показатель лишь косвенно отражает остаточную опухолевую ткань из-за наличия участков фиброза или некроза. Кроме того, на воспроизводимость оценки размеров опухоли пищевода может влиять наличие инвазии соседних структур и изменение объема образования во время НТ.

В большинстве исследований для оценки ответа на НТ используется позитронно-эмиссионная томография с фтордезоксиглюкозой (ФДГ), однако результаты зачастую противоречивы [2, 5–7]. Постлучевые изменения в стенке пищевода не позволяют достоверно ис-

ключить остаточную ткань опухоли [8–14]. Более того, около 20–25% карцином пищевода и 40% карцином желудка не являются ФДГ-активными [15, 16], поэтому оценка метаболического ответа при этих опухолях невозможна [16]. Эндоскопическое ультразвуковое исследование показывает высокую точность при первичном стадировании гастроэзофагеального рака, однако опыт оценки ответа на НТ показал более низкие значения (27–78%) [13, 17, 18].

Степень регрессии опухоли (tumour regression grade, TRG) — это пятибалльная система оценки, основанная на процентном соотношении остаточной опухолевой ткани к фиброзу/некрозу, которая зарекомендовала себя как прогностический маркер для пациентов с местнораспространенным раком пищевода [19] и прямой кишки [20, 21]. И поэтому определение оптимальной методики оценки ответа на лечение является важной задачей.

Цель исследования

Определение возможностей MPT в оценке эффективности неоадьювантного лечения местнораспространенного рака пищевода.

Материалы и методы исследования

Проведено обследование 72 пациентов с диагнозом «рак пищевода», проходивших лечение в клинике

НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова, — 49 (68%) мужчин и 23 (32%) женщин. Средний возраст пациентов составил $63,4 \pm 12,2$ года.

Всем пациентам выполнялась МРТ до и после проведения неоадьювантной терапии, с последующим оперативным лечением и гистологической верификацией.

Методика выполнения МР-томографии

Исследования выполнялись на аппаратах Magnetom Aera (Siemens Medical Systems, Германия) и Signa Excite HD (General Electric Healthcare, США) с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. Методика выполнения и технические характеристики МР-исследования пищевода подробно представлены в статье [22].

Для оценки постнеоадьювантных изменений в структуре опухоли наиболее информативны были следующие последовательности:

- высокоразрешающая T2-ВИ (T2_tra_high_resolution, толщина среза 3,0 мм), обеспечивающая наилучшее мягкотканное разрешение;
- диффузионно-взвешенные изображения (DWI с b-value: 50, 400, 800) с построением карты диффузии (ADC), помогающей дифференцировать постлучевой отек от остаточной опухолевой ткани;
- T1-ВИ с динамическим контрастным усилением (T1 WI Dixon — DCE: mask, arterial, venous, delayed) для оценки характера накопления контрастного препарата.

Для патоморфологической оценки ответа опухоли на предоперационную ХЛТ использовалась классификация, предложенная A. Mandard и соавт. (1994)

и O. Dworak и соавт. (1997). Степень регрессии опухоли (TRG) количественно оценивалась в пяти степенях: TRG 1 (полная регрессия) показывала отсутствие опухолевой ткани, замещение ее фиброзом; TRG 2 характеризовалась наличием единичных остаточных раковых клеток, рассеянных по фиброзу; TRG 3 характеризовалась увеличением количества остаточных раковых клеток, но фиброз по-прежнему преобладал; TRG 4 показывала, что остаточный рак преобладает над фиброзной тканью; TRG 5 характеризовалась отсутствием регрессивных изменений. Для оценки регресса на МРТ использовалась модифицированная система оценки Mandarda, представленная в таблице.

Для достоверной оценки терапии проводилось сравнение данных МРТ после проведения ХТ с первичным МР-исследованием (рис. 1).

Статистика

Для описания разных значений категориальных данных использовались абсолютные частоты и проценты от общего количества наблюдений. Обработка категориальных данных проведена с использованием таблиц частот, таблиц сопряженности, критерия χ^2 или точного критерия Фишера (в случае малого числа наблюдений). Для количественных данных выполнялась проверка на нормальность с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Количественные данные описывались через среднее значение и стандартное отклонение, или 95% доверительным интервалом (ДИ 95%), а также при помощи медианы и 25 и 75 квартилей. Все расчеты выполнены в программе SAS Visual Statistics v.9.4. Статистически значимыми различия признавались при $p < 0,05$.

Таблица

Оценка ответа опухоли на основе магнитно-резонансной томографии

Стадия (TRG)	МР-характеристики
mTRGI — полный ответ	Участок измененного сигнала представлен гипоинтенсивной по T2-ВИ фиброзной тканью без признаков рестрикции диффузии и участков раннего накопления контрастного препарата
mTRG-II — выраженный ответ	Зона измененного сигнала в стенке пищевода представлена гипоинтенсивной по T2-ВИ фиброзной тканью с вышеописанными МР-характеристиками с наличием в структуре участков изо-гиперинтенсивных по T2-ВИ, а также участков рестрикции диффузии и участков раннего накопления контрастного препарата, занимающих менее 20% объема
mTRGIII — умеренный ответ	Зона измененного сигнала в стенке пищевода представлена гипоинтенсивной по T2-ВИ фиброзной тканью с вышеописанными МР-характеристиками с наличием в структуре участков гиперинтенсивных по T2-ВИ, а также участков рестрикции диффузии и участков раннего накопления контрастного препарата, занимающих от 20 до 50% объема
mTRGIV — минимальный ответ	Зона измененного сигнала в структуре стенки пищевода представлена опухолевой тканью, на фоне которой определяются гипоинтенсивные по T2-ВИ участки без признаков рестрикции по ADC, занимающие менее 50% объема
mTRGV — отсутствующий ответ	Участок измененного сигнала в структуре стенки пищевода представлен гиперинтенсивной по T2-ВИ тканью с характерными для опухолевой ткани изменениями, с минимально выраженными или полностью отсутствующими по T2-ВИ включениями

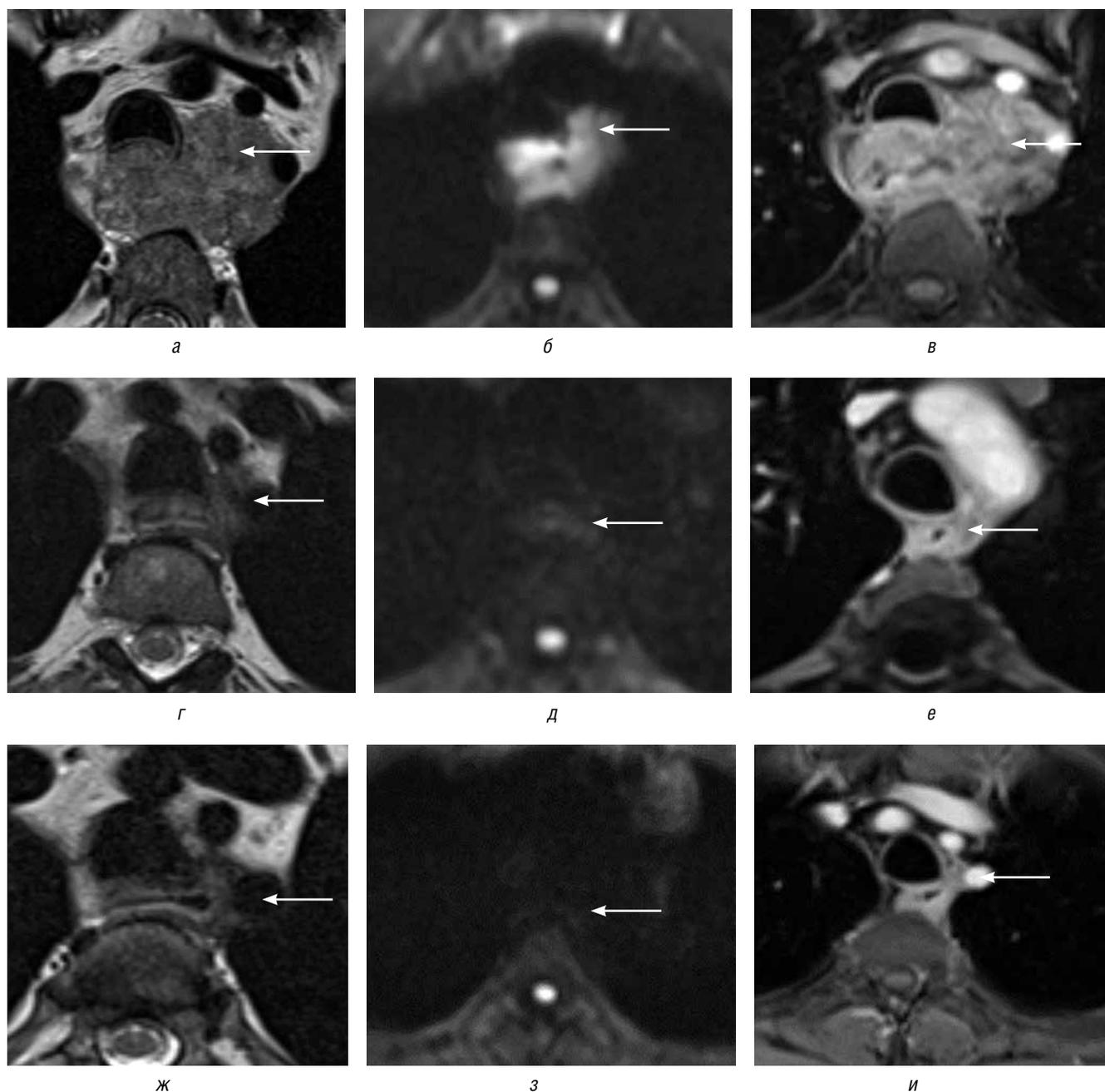


Рис. 1. Пациент 46 лет. Рак среднегрудного отдела пищевода, T4bN3M0, стадия IIIc (AJCC TNM 7). Состояние после курса ДЛТ, курса полихимиотерапии по схеме PF. рTRG 1. Исследования выполнены с интервалом 2 и 4 мес: *а, г, ж* — T2-ВИ в аксиальной проекции до и после неoadьювантной терапии демонстрируют структурно измененную опухолевой инфильтрацией стенку; *а* — до проведенной терапии опухолевая ткань имеет изо-гиперинтенсивный МР-сигнал на T2-ВИ; *д, ж* — после проведенного лечения через 2 и 4 мес соответственно отмечаются уменьшение толщины стенки, появление в структуре опухолевой ткани фиброза (гипоинтенсивный МР-сигнал на T2-ВИ); *б, д, з* — диффузно-взвешенная последовательность (DWI); *б* — первичная опухоль имеет повышенный МР-сигнал; *д* — после проведенного лечения выявляется регресс интенсивности сигнала, *з* — полный ответ на лечение, отсутствие повышения МР-сигнала; *в, е, и* — динамическое контрастное усиление, интенсивное накопление парамагнетика опухолью до лечения (*в*), слабоинтенсивное дискретное накопление парамагнетика стенкой пищевода после проведенного лечения (*е, и*). Стрелки указывают местоположение опухоли



к

Рис. 1. Окончание. Пациент 46 лет. Рак среднегрудного отдела пищевода, T4bN3M0, стадия IIIC (AJCC TNM 7). Состояние после курса ДЛТ, курса полихимиотерапии по схеме PF. pTRG 1. Исследования выполнены с интервалом 2 и 4 мес: к — гистологический микропрепарат, полный ответ: опухолевые клетки отсутствуют, фиброзный рубец распространяется через всю стенку пищевода. Гистологический материал: очаг пневмофиброза с включениями крупных клеток с крупными ядрами

Результаты и их обсуждение

По полученным данным средняя чувствительность метода МРТ при сопоставлении с результатами гистологического исследования в определении выраженности патоморфоза составила 59,1%, средняя специфичность — 93,5%, точность — 80,7%. Распределение полученных значений чувствительности и специфичности при сопоставлении с результатами гистологической верификации представлено на рис. 2.

На рис. 2 продемонстрировано, что в случае полного ответа (mrTRG1) на проведенное лечение чувствительность МРТ составила 54%, точность — 78%,

для выраженного ответа (mrTRG2) — 14 и 81% соответственно, для умеренного ответа (mrTRG3) — 63 и 81% соответственно, при минимальном ответе (mrTRG4) — 85 и 85% соответственно, при отсутствии эффекта на лечение (mrTRG5) — 100 и 97% соответственно.

Обсуждение результатов

В настоящее время растет интерес к определению роли МРТ в оценке ответа опухоли на неoadъювантное лечение. В литературе встречаются многочисленные исследования, посвященные данной проблеме при опухолях других локализаций, которые показывают высокие диагностические возможности МРТ. Так, в исследовании S. Nahas и соавт. (2019) чувствительность метода МРТ в определении ответа на лечение опухолей прямой кишки составила 67,2%, а специфичность — 51,6% [23]. В работе B. Gui и соавт. (2016) чувствительность метода МРТ в оценке эффективности неoadъювантной терапии рака шейки матки составила 69%, а специфичность — 71% [24]. Однако, несмотря на то, что МРТ зарекомендовала себя как ценный диагностический инструмент в онкодиагностике, в литературе встречаются лишь единичные работы, посвященные определению роли МРТ в оценке ответа на лечение рака пищевода. По данным S.E. Vollenbrock и соавт. [25], общая чувствительность МРТ (T2-ВИ, дополненные ДВИ) в обнаружении остаточной опухоли варьировалась от 90 до 97%, а специфичность — от 42 до 50%. В настоящем исследовании обращает на себя внимание более низкая чувствительность (59,1%), в то время как специфичность достигает высоких значений (93,5%). На наш взгляд, это связано с частым занижением степени регресса опухоли с завышением стадии TRG1-2 до TRG 3-4 при сопоставлении с данными гистологического исследования: зоны фиброза хуже

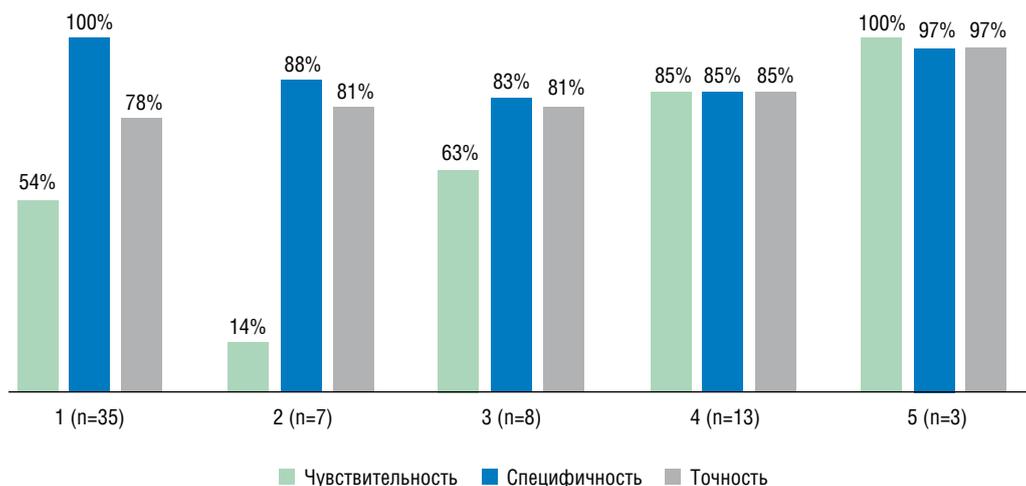


Рис. 2. Диаграмма распределения полученных значений чувствительности, специфичности и точности метода МРТ в определении ответа опухоли на проведенные НТ при сопоставлении с результатами гистологической верификации. Пояснения в тексте

дифференцировались на фоне постлучевого отека и очагов некроза. Помимо этого, обращает на себя внимание высокая точность метода 80,7% при сопоставлении с данными МСКТ и эндо-УЗИ, точность которых составила от 51 до 75% и 27–78% соответственно [13, 18].

Стоит отметить, что в настоящем исследовании для оценки ответа опухоли на лечение проводилась визуальная интерпретация морфологических изменений на T2-ВИ (в том числе с высоким разрешением), дополненных данными ДВИ с построением карт диффузии и T1-ВИ с динамическим контрастным усилением. В предыдущих исследованиях оценка зачастую основывалась исключительно на данных количественной ДВИ — увеличение значений измеряемого коэффициента диффузии на изображениях до и после проведенного лечения расценивалось как предиктор ответа [25]. Кроме того, увеличение ADC-значений в сравнении с исходными после проведенного лечения, по мнению авторов, является прогностическим показателем полного ответа опухоли (pTRG1) [26]. Однако результаты отбора пациентов для оперативного лечения только на основании количественной ДВИ показали низкую диагностическую эффективность [24, 26]. В нашем исследовании визуальная оценка степени TRG с использованием мультипараметрического протокола продемонстрировала высокую чувствительность в выявлении остаточной опухоли.

Подводя итог, следует отметить, что в связи с недостаточно высокими диагностическими показателями, ряд исследователей предполагают, что mrTRG не может рассматриваться как точный предиктор pTRG [27]. По нашему мнению, это обусловлено значительным временным интервалом между контрольным МРТ по-

сле окончания неoadъювантного лечения и оперативным вмешательством с гистологической верификацией (медиана 2,9 нед). Это косвенно подтверждается более высокими показателями чувствительности и специфичности, полученными в работе S.E. Vollenbrock и соавт. (от 90 до 97% и от 42 до 50% соответственно), где интервал между МР-исследованием и оперативным лечением составил 11 (4–21) дней. Ответ на неoadъювантное лечение представляет собой пролонгированный процесс — пик регресса опухоли наступает на 8–12-й неделе после завершения лечения, а за 2–2,5 нед после проведенной МРТ может произойти дополнительный регресс [27]. Таким образом, ранние сроки оценки МРТ могут быть причиной занижения степени регресса опухоли, которая нарастала к моменту оперативного лечения.

Заключение

В заключение следует отметить, что использование мультипараметрического протокола МРТ показывает достаточно высокую диагностическую эффективность в оценке ответа опухоли на неoadъювантное лечение. Дальнейшие исследования по данной теме могут помочь в прогнозировании ответа на неoadъювантное лечение, позволив оптимизировать индивидуальный подход в выборе тактики ведения пациента и улучшить тем самым качество жизни.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Список литературы

1. *Cunningham D. et al.* Perioperative Chemotherapy versus Surgery Alone for Resectable Gastroesophageal Cancer. *New England Journal of Medicine* 2006; 355 (1): 11–20.
2. *Sendler A.* Metabolic Response Evaluation by PET During Neoadjuvant Treatment for Adenocarcinoma of the Esophagus and Esophagogastric Junction / *A. Sendler.* Adenocarcinoma of the Esophagogastric Junction: Recent Results in Cancer Research (ed): M. Schneider. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009; 182: 167–177.
3. *Law S. et al.* Preoperative chemotherapy versus surgical therapy alone for squamous cell carcinoma of the esophagus: A prospective randomized trial. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 1997; 114 (2): 210–217.
4. *Shimada H. et al.* Japanese Gastric Cancer Association Task Force for Research Promotion: clinical utility of 18F-fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography in gastric cancer. A systematic review of the literature. *Gastric Cancer* 2011; 14 (1): 13–21.
5. *Brücher B.L. et al.* Neoadjuvant therapy of esophageal squamous cell carcinoma: response evaluation by positron emission tomography. *Annals of Surgery* 2001; 233 (3): 300–309.
6. *Smithers B.M. et al.* Positron emission tomography and pathological evidence of response to neoadjuvant therapy in adenocarcinoma of the esophagus. *Diseases of the Esophagus* 2008; 21 (2): 151–158.
7. *Westerterp M. et al.* Role of positron emission tomography in the (re-)staging of oesophageal cancer. *Scandinavian Journal of Gastroenterology* 2006; 41 (243): 116–122.
8. *Konieczny A. et al.* Accuracy of multidetector-row CT for restaging after neoadjuvant treatment in patients with oesophageal cancer. *European Radiology* 2013; 23 (9): 2492–2502.
9. *Heneghan H.M. et al.* Can CT-PET and Endoscopic Assessment Post-Neoadjuvant Chemoradiotherapy Predict Residual Disease in Esophageal Cancer? *Annals of Surgery* 2016; 264 (5): 831–838.
10. *Noordman B.J. et al.* Detection of residual disease after neoadjuvant chemoradiotherapy for oesophageal cancer (preSANO): a prospective multicentre, diagnostic cohort study. *The Lancet Oncology* 2018; 19 (7): 965–974.
11. *Van Heijl M. et al.* Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography for Evaluating Early Response During Neoadjuvant Chemoradiotherapy in Patients With Potentially Curable Esophageal Cancer. *Annals of Surgery* 2011; 253 (1): 56–63.

12. *Kwee R.M.* Prediction of Tumor Response to Neoadjuvant Therapy in Patients with Esophageal Cancer with Use of 18F FDG PET: A Systematic Review. *Radiology* 2010; 254 (3): 707–717.
13. *Yip C. et al.* Performance of different imaging modalities in assessment of response to neoadjuvant therapy in primary esophageal cancer: Response assessment in esophageal cancer. *Diseases of the Esophagus* 2016; 29 (2): 116–130.
14. *Van Rossum P.S.N. et al.* The Incremental Value of Subjective and Quantitative Assessment of 18 F-FDG PET for the Prediction of Pathologic Complete Response to Preoperative Chemoradiotherapy in Esophageal Cancer. *Journal of Nuclear Medicine* 2016; 57 (5): 691–700.
15. *Stahl M. et al.* Chemoradiation With and Without Surgery in Patients With Locally Advanced Squamous Cell Carcinoma of the Esophagus. *Journal of Clinical Oncology* 2005; 23 (10): 2310–2317.
16. *Ott K. et al.* Prediction of Response to Preoperative Chemotherapy in Gastric Carcinoma by Metabolic Imaging: Results of a Prospective Trial. *Journal of Clinical Oncology* 2003; 21 (24): 4604–4610.
17. *Ngamruengphong S. et al.* Assessment of response to neoadjuvant therapy in esophageal cancer: an updated systematic review of diagnostic accuracy of endoscopic ultrasonography and fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *Diseases of the Esophagus* 2010; 23 (3): 216–231.
18. *Westerterp M. et al.* Esophageal Cancer: CT, Endoscopic US, and FDG PET for Assessment of Response to Neoadjuvant Therapy — Systematic Review. *Radiology* 2005; 236 (3): 841–851.
19. *Mandard A.-M. et al.* Pathologic assessment of tumor regression after preoperative chemoradiotherapy of esophageal carcinoma. Clinicopathologic correlations. *Cancer* 1994; 73 (11): 2680–2686.
20. *Hermann R.M. et al.* Histomorphological tumor regression grading of esophageal carcinoma after neoadjuvant radiochemotherapy: which score to use? *Diseases of the Esophagus* 2006; 19 (5): 329–334.
21. *Vecchio F.M. et al.* The relationship of pathologic tumor regression grade (TRG) and outcomes after preoperative therapy in rectal cancer. *International Journal of Radiation Oncology*Biophysics* 2005; 62 (3): 752–760.
22. *Мутовкина Н.И. и др.* Оценка эффективности мультипараметрической магнитно-резонансной томографии в определении T-стадии плоскоклеточного рака пищевода (предварительное исследование): медицина: теория и практика 2023; 8 (4): 127–235. [*Mutovkina N.I. et al.* Evaluation of the effectiveness of multiparametric magnetic resonance imaging in determining the T-stage of squamous cell carcinoma of the esophagus (preliminary study): the medicine: theory and practice 2023; 8 (4): 127–235 (In Russ.)].
23. *Nahas S.C. et al.* Diagnostic performance of magnetic resonance to assess treatment response after neoadjuvant therapy in patients with locally advanced rectal cancer. *Abdominal Radiology (New York)* 2019; 44 (11): 3632–3640.
24. *Gui B. et al.* Cervical cancer response to neoadjuvant chemoradiotherapy: MRI assessment compared with surgery. *Acta Radiologica (Stockholm, Sweden)* 2016; 57 (9): 1123–1131.
25. *Vollenbrock S.E. et al.* Diagnostic performance of MRI for assessment of response to neoadjuvant chemoradiotherapy in oesophageal cancer. *The British Journal of Surgery* 2019; 106 (5): 596–605.
26. *Van Rossum P.S.N. et al.* Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for the prediction of pathologic response to neoadjuvant chemoradiotherapy in esophageal cancer. *Radiation Therapy and Oncology: Journal of the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology* 2015; 115 (2): 163–170.
27. *Гришко П.Ю.* Возможности магнитно-резонансной томографии в оценке и прогнозе эффективности неoadъювантного лечения местнораспространенного рака прямой кишки / ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова, 2021: 155. [*Grishko P.Yu.* The possibilities of magnetic resonance imaging in assessing and predicting the effectiveness of neoadjuvant treatment of locally advanced rectal cancer. *FSBI Petrov National Medical Research Center for Oncology* 2021: 155 (In Russ.)].

Поступила в редакцию: 26.03.2024 г.

Сведения об авторах:

Мутовкина Наталья Игоревна — врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России; 197758, Санкт-Петербург, п. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: nebozvezd@mail.ru; ORCID 0000-0003-1993-3516;

Черемисин Владимир Максимович — врач-рентгенолог высшей категории, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры онкологии с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии медицинского факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 8а; e-mail: vm_cher@mail.ru; ORCID 0000-0003-1402-2844;

Камышанская Ирина Григорьевна — врач-рентгенолог высшей категории, доктор медицинских наук, заведующая отделением лучевой диагностики СПб ГБУЗ «Мариинская больница», доцент кафедры онкологии с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии медицинского факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 191014, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 56; e-mail: irinaka@mail.ru; ORCID 0000-0002-8351-9216;

Захарова Анна Валерьевна — врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2»; 194354, Санкт-Петербург, Учебный пер., д. 5, e-mail: ellin-ave@yandex.ru; ORCID 0000-0001-7921-3487;

Гришко Павел Юрьевич — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68; e-mail: dr.grishko@mail.ru; ORCID 0000-0003-4665-6999;

Трофимов Станислав Леонидович — врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68; e-mail: trofimov.stanislav@gmail.com; ORCID 0000-0002-5321-370X.