

# Возможности мультипараметрической магнитно-резонансной томографии в диагностике прогрессирования рака шейки матки после химиолучевой терапии

Е. В. Тарачкова<sup>\*,1</sup>, М. А. Шориков<sup>2</sup>, Т. А. Логунова<sup>1</sup>,  
Ф. А. Коссов<sup>1</sup>, В. О. Панов<sup>1,2</sup>, И. Е. Тюрин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России

<sup>2</sup> НИИ Клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина» Минздрава России

## Features of Multiparametric Magnetic-resonance Imaging in Diagnostics of Cervical Cancer Progression After Chemoradiotherapy

E. V. Tarachkova<sup>\*,1</sup>, M. A. Shorikov<sup>2</sup>, T. A. Logunova<sup>1</sup>,  
F. A. Kossov<sup>1</sup>, V. O. Panov<sup>1,2</sup>, I. E. Tyurin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia

<sup>2</sup> Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, the N. N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Ministry of Healthcare of Russia

### Реферат

Магнитно-резонансная томография играет ключевую роль в оценке распространенности и стадировании впервые выявленного рака шейки матки, а также является незаменимым инструментом в неинвазивном определении рецидива заболевания и продолженного роста опухоли. Тактика хирургического и химиолучевого лечения во многом определяется МРТ-картиной выявленной опухоли. Однако выявление остаточной опухолевой ткани и местного рецидива на фоне постоперационных и постлучевых изменений представляет значительные сложности. Мультипараметрическая МРТ благодаря комплексному подходу и возможностям реализации различных алгоритмов постобработки

*\*Тарачкова Елена Владимировна*, кандидат медицинских наук, ассистент, кафедра рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России.  
Адрес: 123995, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1.  
Тел.: +7 (495) 324-71-44. Электронная почта: e.v.tarachkova@yandex.ru

*Tarachkova Elena Vladimirovna*, Ph. D. Med., Teaching Assistant, Department of Radiology, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia.  
Address: 2/1, ul. Barrikadnaya, Moscow, 123995, Russia.  
Phone number: +7 (495) 324-71-44. E-mail: e.v.tarachkova@yandex.ru

показала достаточно высокие значения чувствительности и специфичности в выявлении раннего рецидива рака шейки матки после химиолучевого лечения.

**Ключевые слова:** магнитно-резонансная томография, рак шейки матки, химиолучевая терапия, продолженный рост, рецидив заболевания, дифференциальный диагноз.

### Abstract

Magnetic-resonance imaging plays the key role in local estimation and staging of primary detected cervical cancer and also MRI is an irreplaceable method in noninvasive assessment of cancer recurrence and continued tumor growth. Surgical and chemoradiation tactics largely depends on MRI changes of detected tumor. However, diagnostics of residual tumor remnants and local recurrence in presence of postoperative and postradiation changes appears to be rather difficult. Due to complex approach and possibility to realize different postprocessing algorithms multiparametric MRI shows sufficiently high levels of sensitivity and specificity in detection of early cervical cancer recurrence after chemoradiation therapy.

**Key words:** Magnetic Resonance Imaging, Uterine Cervical Neoplasms, Chemoradiotherapy, Continued Growth, Disease Recurrence, Differential Diagnosis.

### Актуальность

Ранняя неинвазивная и достоверная оценка рецидива рака шейки матки (РШМ) с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) является ключевым моментом для последующего выбора необходимого лечения, которое должно повысить выживаемость и качество жизни пациенток с РШМ [1–3].

Предпочтительно выявлять рецидив до появления клинических симптомов, поскольку при появлении симптоматики выживаемость значительно снижается.

Однако клиническое наблюдение бессимптомных пациентов проблематично. Пациентки после химиолучевого лечения нуждаются в динамическом наблюдении с использованием методов лучевой диагностики — МРТ и КТ [6]. КТ и МРТ позволяют выявить локальный рецидив РШМ на фоне послеоперационных и постлучевых изменений [11] и определить, является ли состояние курабельным [9]. При этом МРТ-исследование является более информативным по сравнению с КТ при выявлении рецидивов в малом тазу

благодаря возможности получения изображений с высоким относительным контрастом мягких тканей в любой плоскости.

Как правило, большинство рецидивов, возникающих в малом тазу после хирургического и/или химиолучевого лечения, хорошо визуализируются на нативных Т2-ВИ благодаря высокой чувствительности (90–91 %) [10]. Однако Т2-ВИ по данным литературы имеют низкую специфичность (22–38 %). В течение первых нескольких месяцев наблюдается расширение эндоцервикального канала, высокий сигнал внутри стромы матки (шейки матки) за счет реактивного отека и воспаления [4, 5] и раннего фиброза с обильной грануляцией тканей, которые могут имитировать остаточную или рецидивную опухоль [8].

Низкий сигнал на Т2-ВИ соответствует ткани стромы, в связи с чем отрицательное прогностическое значение в диагностике рецидива РШМ на основе анализа только Т2-ВИ может достигать 95 % из-за отсутствия участка, который следует дифференцировать между зо-

ной продолженного роста или рецидива и грануляционными изменениями.

Наиболее часто в литературе встречаются следующие МРТ-признаки рецидива РШМ:

- 1) умеренно или гиперинтенсивный сигнал на T2-ВИ на фоне гипоинтенсивной фиброзной ткани (постлучевые изменения);
- 2) высокий МР-сигнал на ДВИ с высоким значением b-фактора и низкое значение ИКД [7].

Добавление к этому комплексу ДМРТКУ должно позволить оценить состояние ангиогенеза в области лечения и степень нарушения проницаемости сосудистых стенок, предположительно оценить степень гипоксии.

**Цель:** выяснение возможностей мультипараметрической МРТ (мпМРТ), объединяющей T2-ВИ с высоким разрешением в 3 ортогональных проекциях, с подавлением и без подавления сигнала от жировой ткани; ДВИ с построением карт ИКД; динамическую МРТ с контрастным усилением (ДМРТКУ) в выявлении продолженного роста и/или рецидива при наличии подозрительного участка в шейке матки у пациенток после химиолучевой терапии при РШМ.

## Материалы и методы

В ходе исследования изучены клинические данные о 66 пациентках с гистологически подтвержденным раком шейки матки после химиолучевого лечения:

- с гистологически верифицированным рецидивом или продолженным ростом — 53 (80,3 %) человека, возраст — 25–61 год, средний возраст —  $41 \pm 6$  лет, срок после лечения до МРТ-исследования — от 2 нед до 28 мес;
- с гистологически верифицированным отсутствием рецидива или про-

долженного роста — 13 (19,3 %) человек, возраст — 30–49 лет, средний возраст —  $40 \pm 5$  лет, срок после лечения до МРТ-исследования — от 4 до 35 мес.

При подготовке к исследованию назначалась 2-дневная диета с запретом на газообразующие продукты. За день до исследования пациентки должны были разово принять слабительное средство в стандартной дозе и/или не менее чем за 12 ч до исследования очищающую клизму. В день исследования — легкий завтрак, богатый углеводами, с минимальным количеством жидкости (но не позже, чем за 2 ч до исследования). За 10–15 мин до исследования — прием *per os* спазмолитического средства дротаверин (но-шпа®, ниопик, ГНЦ, Россия) в дозе 40–80 мг либо при отсутствии в анамнезе запоров антиперистальтического средства м-холиноблокатора гиосцина бутилбромида (бускопан®, Boehringer Ingelheim, Германия) в дозе 10 мг. Исследования проводили при малом наполнении мочевого пузыря.

Исследования проведены на аппаратах Magnetom Espree®, 1,5 Тл, Magnetom Skyra®, 3 Тл (Siemens, Германия) с использованием многоканальной 12-элементной приемной катушки «для тела», которую укладывали на область малого таза пациенток, размещенных в приборе в положении *supine* (на спине), центрирование на 2–3 см выше лобка пациента. При анализе данных настоящего исследования были использованы следующие последовательности, уже описанные ранее [2, 3]:

1. При проведении T2-ВИ использовали импульсную последовательность (ИП) Turbo Spin Echo (T2-ВИ TSE) без и с частотным подавлением сигнала жировой ткани в 3 ортого-

нальных проекциях (сагиттальной, коронарной и косой аксиальной проекциях перпендикулярно шейке матки), со следующими параметрами: поле зрения 320 мм, матрица изображения  $384 \times 384$ , толщина среза 3 мм, количество накоплений = 1, фактор ускорения = 17, TR/TE = 6300–8000 мс / 132 мс.

2. При проведении ДВИ на основе эхопланарной ИП с подавлением сигнала жировой ткани частотно селективным инвертирующим импульсом и построением ИКД-карт параметры были следующими: поле зрения 400 мм, матрица изображения  $96 \times 196$ , толщина среза от 3 до 4 мм, количество накоплений = 6, TR/TE = 370 мс / 82 мс, b-фактор = 50, 800.
3. T1-ВИ на основе градиентного эха с помощью трехмерной (3D) ИП VIBE (3D VIBE) с частотным подавлением сигнала жировой ткани в аксиальной проекции до введения МРКС получали при использовании следующих параметров: поле зрения 240 мм, матрица изображения  $243 \times 320$ , толщина среза 2 мм, количество накоплений = 1, TR/TE/flip angle = 5,94 мс / 2,08 мс /  $10^\circ$ .
4. Для T1-ВИ на основе сверхбыстрого 3D-градиентного эха с помощью ИП TWIST (3D TWIST) при неполном заполнении матрицы k-пространства в процессе динамического исследования (keyhole imaging) [16] и с частотным подавлением сигнала жировой ткани в аксиальной проекции — 35 динамических серий по 4,8 с введения МРКС использовали следующие параметры: поле зрения 260 мм, матрица изображения  $192 \times 256$ ,

толщина среза 3 мм, количество накоплений = 1, TR/TE/flip angle = 4,6 мс / 186 мс /  $12^\circ$ , процент сбора центральной и периферической части k-пространства A = 51 % и B = 21 %. Для уменьшения зависимости от неоднородности подавления МР-сигнала жировой ткани и более точного определения зоны накопления МРКС МР-томограммы до контрастирования вычитали из соответствующих томограмм, полученных в различное время после введения МРКС. Общее время наблюдения — около 2,5 мин (125 с) после появления МРКС в опухоли.

5. T1-ВИ 3D VIBE проводили с частотным подавлением сигнала жировой ткани в аксиальной проекции после введения МРКС, с теми же параметрами, что и до введения МРКС: поле зрения 240 мм, матрица изображения  $243 \times 320$ , толщина среза 2 мм, количество накоплений = 1, TR/TE/flip angle = 5,94 мс / 2,08 мс /  $10^\circ$ , с последующим вычитанием МР-томограмм до контрастирования из полученных томограмм в отсроченную фазу, что позволяет уменьшить зависимость от неоднородности подавления МР-сигнала жировой ткани и более точно определить зоны накопления МРКС.

Для проведения ДМРТКУ внутривенно вводили водорастворимое внеклеточное 1 молярное МРКС гадобутирол (гадовист®, Bayer, Германия) в дозе 7,5 мл (примерно 0,1 ммоль/кг массы тела) со скоростью 2,5–3 мл/с.

Помимо нарушения анатомической картины (прежде всего зональной структуры шейки матки при РШМ) при МРТ оценивали следующие параметры:

- интенсивность сигнала, т. е. насколько яркой или темной кажется структура на фоне окружающих тканей или при количественном анализе среднее значение интенсивности сигнала (ИС) в области интереса (Region Of Interest – ROI);
- неоднородность сигнала, т.е. наличие и степень выраженности неравномерности распределения сигнала структуры на фоне окружающих тканей или при количественном анализе разброс значений интенсивности сигнала внутри изучаемой области (ROI), которая может быть оценена как абсолютное значение стандартного отклонения интенсивности сигнала (СО ИС) или отношение стандартного отклонения к самой величине интенсивности сигнала в области интереса (ROI).

Данные характеристики доступны для простого визуального анализа, однако их можно оценить и количественно, используя стандартный интерфейс рабочей станции, что позволяет установить конкретные количественные референсные значения этих показателей. При измерении изменений интенсивности МР-сигнала на всех типах изображений использовали данные об ИС и СО ИС в выбранных вручную участках интереса (ROI) ткани шейки матки и использованных для нормировки МР-сигнала большой ягодичной мышцы, параметрия, миометрия тела матки и стромы шейки матки (выбирали участки размером не менее 15 пикселей).

Используя изображения, полученные при вычитании МР-томограмм до и после введения МРКС, строили графики изменения интенсивности сигнала и его стандартного отклонения в за-

висимости от времени при ДМРТКУ, определяли интенсивность сигнала и его стандартное отклонение в тех же участках на постконтрастных изображениях в отсроченную фазу. По T2-ВИ в 3 ортогональных проекциях, диффузионно-взвешенным изображениям с построением ИКД-карт осуществлялось уточнение расположения опухоли.

Для каждого полученного графика производили определение точки перегиба, после которой скорость накопления МРКС опухолью менялась: к начальной и конечным участкам кривых проводили касательные прямые, а точка их пересечения считалась точкой перегиба графика (точкой изменения скорости изменения сигнала). При анализе ИС подозрительных участков на ДМРТКУ использовалась дополнительно нормировка ИС в различные периоды времени к ИС в точке перегиба.

Обработка и статистический анализ полученных данных осуществлялся при помощи программ Microsoft Excel 10 с надстройкой Addinsoft XLStat, StatSoft STATISTICA 10, с применением критериев Манна – Уитни, Краскела – Уоллиса, Данна, анализа ROC-кривых (Receiver Operator Curves). Данные на графиках содержат медиану, первый и третий квантиль и общий разброс данных, за исключением выбросов, выявленных методом множественной регрессии.

### Результаты и их обсуждение

При анализе МР-изображений, полученных у пациенток после химиолучевой терапии в разные сроки без разделения на группы клинических случаев с успешным лечением (без признаков продолженного роста или рецидива) и при прогрессировании заболевания, достоверных отличий не удалось обнару-

жить ни при использовании критерия Краскела — Уоллиса ( $p > 0,06-0,96$ ), ни при построении регрессии для тех же параметров ( $p > 0,06-0,95$ ). Сроки наблюдения от окончания лечения составили от 1 до 35 мес. Однако во всех случаях имели место сохранявшееся нарушение зональной структуры и неполная нечеткая дифференцировка стромы шейки матки у этих пациенток. В связи с этим дальнейший анализ проводился для поиска различий между параметрами мпМРТ ткани в зоне поражения и прилежащими тканями, исключительно в группе пациенток, где при использовании гистологического подтверждения прогрессирования или рецидива заболевания (как группирующей переменной для анализа с помощью критерия Манна — Уитни).

Таким образом, удалось установить, что для прогрессирования заболевания (положительный результат гистологического анализа) характерны высокая неоднородность опухоли (значение стан-

дартного отклонения интенсивности МР-сигнала) на Т2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани. Отмечалась высокая интенсивность МР-сигнала в области стромы шейки матки и более высокий интенсивный МР-сигнал на ДМРТКУ Т1-ВИ при сравнении МР-сигнала с неповрежденным миометрием и стромой на отсроченной фазе после введения МРКС и высокий сигнал на ДВИ при нормировке к ИС параметрия (табл. 1–3). Все остальные параметры достоверных отличий не продемонстрировали ( $p > 0,06-0,96$ ). Обращает на себя внимание невозможность надежной оценки характера изменений (воспалительные или прогрессирование заболевания) по высокоинтенсивному сигналу на Т2-ВИ с/без подавления сигнала от жировой ткани при всех описанных ранее нормировках сигнала.

В связи с этим достоверно высказаться о наличии опухолевого процесса по этому показателю не представляется возможным. Однако высокий сигнал на

Таблица 1

**Медиана и разброс критериев различий интенсивности МР-сигнала на Т2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани в выделенной области ROI (не менее 15 пикселей)\***

Параметр	Гистологическое подтверждение прогрессирования заболевания	Медиана	1-й квантиль	3-й квантиль	Уровень достоверности различий p
СО ИС (ШМ)	Нет	33,93	24,25	37,02	0,027187
	Есть	39,23	32,98	51,45	
ИС (строма)	Нет	63,84	49,15	80,47	0,007808
	Есть	84,33	69,63	125,61	

\* *Примечание:* для РШМ при отсутствии гистологических признаков прогрессирования заболевания и при их наличии после лечения по данным гистологического анализа. При наличии рецидива или продолженного роста выявляется большая неоднородность (СО ИС) и более высокая интенсивность сигнала стромы (ИС (строма) на Т2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани.

Таблица 2

**Медиана и разброс критериев различий интенсивности МР-сигнала на Т1-ВИ при ДМРТКУ в отсроченную фазу в выделенной области ROI (не менее 15 пикселей)\***

Параметр	Гистологическое подтверждение прогрессирования заболевания	Медиана	1-й квантиль	3-й квантиль	Уровень достоверности различий p
ИС (ШМ)/ ИС (миометрий)	Нет	0,84	0,77	0,97	0,004000
	Есть	1,04	0,89	1,12	
ИС (ШМ)/ ИС (стромы)	Нет	0,94	0,83	1,10	0,023996
	Есть	1,10	0,97	1,25	

\* *Примечание:* для РШМ при отсутствии гистологических признаков прогрессирования заболевания и при их наличии после лечения по данным гистологического анализа. При наличии рецидива или продолженного роста выявляется большая интенсивность сигнала подозрительной области при отнесении ее к интенсивности сигнала стромы шейки матки или миометрию на Т1-ВИ после введения МРКС в отсроченную фазу.

Таблица 3

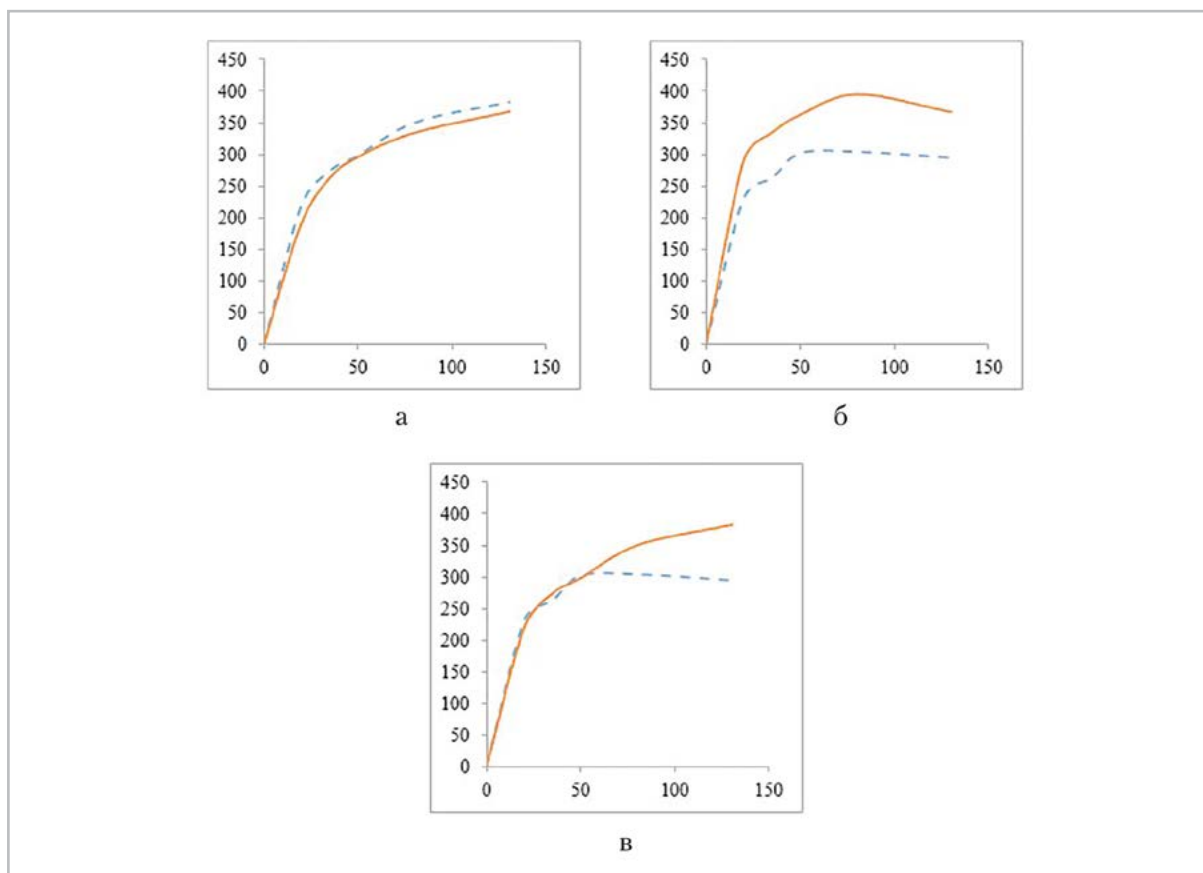
**Медиана и разброс критериев различий интенсивности МР-сигнала на ДВИ в выделенной области ROI (не менее 15 пикселей)\***

Параметр	Гистологическое подтверждение прогрессирования заболевания	Медиана	1-й квантиль	3-й квантиль	Уровень достоверности различий p
ИС ДВИ (ШМ)/ ДВИ ИС (параметрий)	Нет	1,11	1,10	1,24	0,031561
	Есть	1,10	1,01	1,45	

\* *Примечание:* для РШМ при отсутствии гистологических признаков прогрессирования заболевания и при их наличии после лечения по данным гистологического анализа. Несмотря на близость медиан ИС для подозрительного участка шейки матки на ДВИ для группы, имеющей рецидив или продолженный рост заболевания, выявляется больший разброс значений ИС, более характерные высокие его значения.

Т2-ВИ от интактной стромы может быть связан с наличием в ней диссеминированных клеток опухоли, находящихся в процессе патоморфоза. По результатам исследования с применением динамического контрастирования также оказались непоказательными как при воспалительных изменениях, так и при опухолевых поражениях ( $p > 0,05$ ). Тем

не менее, несмотря на недостоверность различий, в тенденции наблюдается, в большинстве случаев, гипоинтенсивное накопление МРКС участком фиброзно-воспалительных изменений по сравнению с миометрием, а участок рецидива или продолженного роста РШМ по сравнению с миометрием накопление МРКС изоинтенсивно до 50 с измере-



Характерный вид кривых накопления МРКС для РШМ после химиолучевого лечения. По оси абсцисс отложено время от появления МРКС в опухоли, по оси ординат — интенсивность сигнала ткани: *а* — для пациенток с гистологически подтвержденным прогрессированием заболевания: непораженный миометрий — *сплошная кривая*, ткань опухоли — *пунктирная кривая*; *б* — для пациенток без признаков новообразования: непораженный миометрий — *сплошная кривая*, участок фиброзно-рубцовых изменений — *пунктирная кривая*; *в* — 2 кривые вместе: опухоль — *сплошная кривая*, участок фиброзно-рубцовых изменений — *пунктирная кривая*

ния и гиперинтенсивно после 50 с (рис., *а – в*).

В случаях положительного результата гистологической верификации высокоинтенсивный сигнал, полученный в отсроченную фазу, на фоне стромы шейки матки и миометрия сохраняется на изображениях, и это отличие, в свою очередь, является достоверным ( $p < 0,04$ ). При анализе ROC-кривых в связи с отсутствием достоверных отличий площади под кривой для ДВИ с постро-

ением карт ИКД от 0,5 (случайного гадания) параметры были исключены из оценки индивидуальной чувствительности и специфичности. Для Т2-ВИ и ДМРТКУ Т1-ВИ данные по чувствительности и специфичности сведены в табл. 4 и 5.

В случае обследования пациентки после лечения чувствительность может быть более важным параметром, чем специфичность, поэтому представлены, как опорные значения для чувствитель-



Таблица 4

**Медиана и разброс критериев различий интенсивности МР-сигнала на Т2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани в выделенной области ROI (не менее 15 пикселей)\***

Параметр	Критическое значение	Чувствительность	Специфичность	Точность	Площадь под кривой
СО ИС (ШМ)	24,25	0,96	0,31	1,27	0,694
	28,18	0,90	0,38	1,29	
	30,81	0,81	0,46	1,27	
	<b>37,06</b>	<b>0,56</b>	<b>0,85</b>	<b>1,40</b>	
	40,61	0,46	0,92	1,38	
ИС (строма)	49,15	0,96	0,31	0,83	0,735
	58,19	0,90	0,46	1,36	
	60,13	0,86	0,46	1,33	
	63,84	0,81	0,54	1,35	
	<b>69,98</b>	<b>0,73</b>	<b>0,69</b>	<b>1,42</b>	
	83,69	0,52	0,85	1,36	
	90,45	0,36	0,92	1,29	

\* *Примечание:* ШМ – шейка матки (в данной части работы выбирался участок, топически совпадавший или наиболее близкий к ранее локализовавшейся опухоли). Строма – анатомически и по литературным данным определяемая как здоровая строма шейки матки; ИС – интенсивность сигнала в выделенной области (15 пикселей); СО ИС – стандартное отклонение интенсивности сигнала в выделенной области (не менее 15 пикселей). Жирным выделены значения, дающие при максимальной специфичности высокую точность. Площадь под кривой достоверно ( $p < 0,05$ ) превышает случайное гадание ( $AUC = 0,5$ ).

Таблица 5

**Влияние МР-критериев интенсивности МР-сигнала на Т1-ВИ при ДМРТКУ в определении продолженного роста или рецидива РШМ на точность, чувствительность и специфичность метода**

Параметр	Критическое значение	Чувствительность	Специфичность	Точность	Площадь под кривой
ИС (ШМ) / ИС (миометрий)	0,67	0,90	0,08	0,98	0,76
	0,84	0,85	0,54	1,38	
	<b>0,87</b>	<b>0,79</b>	<b>0,69</b>	<b>1,48</b>	
	1,00	0,56	0,85	1,40	
	1,05	0,50	0,92	1,42	
	1,07	0,46	1,00	1,46	

Параметр	Критическое значение	Чувствительность	Специфичность	Точность	Площадь под кривой
ИС (ШМ) / ИС (строма)	0,78	0,94	0,23	1,17	0,70
	0,83	0,92	0,31	1,23	
	0,87	0,88	0,46	1,35	
	<b>1,02</b>	<b>0,69</b>	<b>0,69</b>	<b>1,38</b>	
	1,15	0,42	0,85	1,27	
	1,18	0,38	0,92	1,31	

\* *Примечание:* ШМ — шейка матки (в данной части работы выбирался участок, топически совпадавший или наиболее близкий к ранее локализовавшейся опухоли). Строма — анатомически и по литературным данным определяемая как здоровая строма шейки матки; ИС — интенсивность сигнала в выделенной области (15 пикселей), СО ИС — стандартное отклонение интенсивности сигнала в выделенной области (не менее 15 пикселей). Жирным выделены значения, дающие при максимальной специфичности высокую точность. Площадь под кривой достоверно ( $p < 0,05$ ) превышает случайное гадание ( $AUC = 0,5$ ).

ности, так и специфичности от 0,8 и при максимизации их суммы (максимальной точности).

Наиболее значимым по результатам оценки представляется высокоинтенсивный сигнал опухоли по отношению к миометрию. Для объединения параметров в этом случае была построена модель на основе бинарной логистической регрессии, включены все значимые параметры (это допускает объем выборки). Параметр ИС ДВИ (ШМ)/ИС ДВИ (параметрий), несмотря на отсутствие у него самостоятельного диагностического значения, вновь включен в анализ, как достоверно отличающийся для 2 групп уточняющий параметр. Объединенная модель позволила существенно улучшить чувствительность и специфичность метода, хотя чувствительность и специфичность уступают результатам первичного анализа. В табл. 6 представлены все критические значения полученной модели.

В целом анализ данных мпМРТ позволяет предложить высокочувствительный (чувствительность — 96 %) и достаточно специфичный (специфичность — 70 %) метод дифференциальной диагностики прогрессирования заболевания и положительной динамики даже через 35 мес после проведенной химиолучевой терапии, в результате работы выявлен ряд параметров, статистически достоверно отличающих область продолженного роста РШМ или его рецидива от окружающих непораженных тканей. Тем не менее выявленная специфичность метода позволяет отметить необходимость морфологического подтверждения результатов МРТ-исследования.

В связи со схожими результатами мпМРТ в сроки от 1 до 35 мес можно предположить, что при химиолучевой терапии происходит глубокая необратимая перестройка тканей шейки матки. Использование всех модальностей

Таблица 6

**Влияние МР-критериев, достоверно отличающихся по критерию Манна – Уитни и объединенных методом логистической бинарной регрессии в определении продолженного роста или рецидива РШМ на точность, чувствительность и специфичность**

Параметр	Критическое значение	Чувствительность	Специфичность	Точность	Площадь под кривой
Совокупность параметров	0,31	1,00	0,54	1,54	0,90
	<b>0,50</b>	<b>0,96</b>	<b>0,69</b>	<b>1,65</b>	
	0,80	0,77	0,85	1,62	
	0,88	0,66	0,92	1,58	
	0,93	0,55	1,00	1,55	

\* *Примечание:* площадь под кривой достоверно ( $p < 0,05$ ) превышает случайное гадание ( $AUC = 0,5$ ).

мпМРТ позволяет с достаточно высокой чувствительностью предположить наличие или отсутствие прогрессирования заболевания после химиолучевой терапии, однако она недостаточно специфична, чтобы рекомендовать отказ от морфологического исследования.

**Выводы**

Изменения, выявляемые по результатам мпМРТ, после химиолучевой терапии различаются для успешного лечения и при наличии прогрессирования заболевания только по отдельным параметрам:

1. Более высокой неоднородностью МР-сигнала на Т2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани обладает подозрительный участок шейки матки по сравнению с окружающими тканями после успешного лечения при прогрессировании заболевания.
2. Интенсивность МР-сигнала на Т2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани достоверно выше от стромы при прогрессировании заболевания, чем при успешном лечении.

3. Интенсивность МР-сигнала при его нормировке к сигналу стромы шейки матки или миометрию на Т1-ВИ выше в отсроченную фазу после введения МРКС на участке шейки матки с сохранившейся тканью опухоли по сравнению с ее тканью при успешном лечении опухоли.

**Список литературы**

1. Тарачкова Е. В., Стрельцова О. Н., Панов О. В., Базаева И. Я., Тюрин И. Е. Мультипараметрическая магнитно-резонансная томография в диагностике рака шейки матки // Вестник рентгенологии и радиологии. 2015. № 6. С. 43–55.
2. Тарачкова Е. В., Шориков М. А., Панов В. О., Кузнецов В. В., Тюрин И. Е., Шимановский Н. Л. Возможности динамической МРТ с контрастным усилением в определении гистологического типа рака шейки матки // Вестник Российского государственного медицинского университета. 2016. № 4. С. 29–35.
3. Тарачкова Е. В., Шориков М. А., Панов В. О., Кузнецов В. В., Усманова Л. Ш.,

- Тюрин И. Е. Возможности мультипараметрической магнитно-резонансной томографии в дифференциальной диагностике гистологического типа рака шейки матки на дооперационном этапе // Опухоли женской репродуктивной системы. 2016. Т. 12. № 2. С. 60–69.
4. Шостка К. Г., Павленко А. Н., Фокина А. В., Кашина Н. О., Роман Л. Д. Непосредственные и отдаленные результаты лечения после тазовых эквисцераций при местнораспространенном раке шейки матки // Вопросы онкологии. 2014. Т. 60. № 3. С. 319–322.
  5. Graef D. M., Karam R., Juhan V., Daclin P., Maubon A., Rouanet J. High signals in the uterine cervix on T2-weighted MRI sequences // Eur. Radiol. 2003. V. 13. № 1. P. 118–126.
  6. Ho J. C., Allen P. K., Bhosale P. R., Rauch G. M., Fuller C. D., Mohamed A. S., Frumovitz M., Jhingran A., Klopp A. H. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging as a predictor of outcome in cervical cancer after chemoradiation // Int. J. of Rad. Oncol. Biol. Phys. 2017. V.97. №3. P.546–553.
  7. Padhani A. R., Liu G., Mu-Koh D. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging as a cancer biomarker: consensus and recommendations // Neoplasia. 2009. V. 11. № 2. P. 102–125.
  8. Papadopoulou I., Stewart V., Barwick T.D., Park W.H., Soneji N., Rockall A.G., Bharwani N. Post-Radiation Therapy Imaging Appearances in Cervical Carcinoma // Radiographics. 2016. V. 36. № 2. P. 538–553.
  9. Sugimura K., Okizuka H. Postsurgical pelvis: treatment follow-up // Radiol. Clin. of North Am. 2002. V. 40. № 3. P. 659–680.
  10. Torheim T., Groendahl A.R., Andersen E. K., Lyng H., Malinen E., Kvaal K., Futsaether C. M. Cluster analysis of dynamic contrast enhanced MRI reveals tumor subregions related to locoregional relapse for cervical cancer patients // Acta Oncol. 2016. V. 55. № 11. P. 1294–1298.
  11. Weber T. M., Sostman H. D., Spritzer C. E., Ballard R. L., Meyer G. A., Clark-Pearson D. L., Soper J. T. Cervical carcinoma: determination of recurrent tumor extent versus radiation changes with MR imaging // Radiol. 1995. V. 194. № 1. P. 135–139.

## References

1. Tarachkova E. V., Strel'tsova O. N., Panov V. O., Bazaeva I. Yu., Tyurin I. E. Multiparameter magnetic resonance imaging in the diagnosis of cancer of the cervix uteri. Vestnik rentgenologii i radiologii. 2015. No. 6. P. 43–55 (in Russian).
2. Tarachkova E. V., Shorikov M. A., Panov V. O., Kuznetsov V. V., Tyurin I. E., Shimanovskiy N. L. Dynamic contrast-enhanced MRI in determining histological type of cervical cancer. Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta. 2016. No. 4. P. 29–35 (in Russian).
3. Tarachkova E. V., Shorikov M. A., Panov V. O., Kuznetsov V. V., Usmanova L. Sh., Tyurin, I. E. Possibilities of multiparametric MRI in the differential diagnosis of histological types of cervical cancer in the preoperative period. Opuholi zhenskoy reproduktivnoy sistemy. 2016. No. 12 (2). P. 60–69 (in Russian).
4. Shostka K. G., Pavlenko A. N., Fokina A. V., Kashina N. O., Roman L. D. Immediate and long-term results of treatment after pelvic exenterations for locally advanced cervical cancer. Voprosy onkologii. 2014. No. 60 (3). P. 319–322 (in Russian).
5. Graef D. M., Karam R., Juhan V., Daclin P., Maubon A., Rouanet J. High signals in the uterine cervix on T2-weighted

- MRI sequences. *Eur. Radiol.* 2003. V. 13. No. 1. P. 118–126.
6. *Ho J. C., Allen P. K., Bhosale P. R., Rauch G. M., Fuller C. D., Mohamed A. S., Frumovitz M., Jhingran A., Klopp A. H.* Diffusion-weighted magnetic resonance imaging as a predictor of outcome in cervical cancer after chemoradiation. *Int. J. of Rad. Oncol. Biol. Phys.* 2017. V. 97. No. 3. P. 546–553.
  7. *Padhani A. R., Liu G., Mu-Koh D.* Diffusion-weighted magnetic resonance imaging as a cancer biomarker: consensus and recommendations. *Neoplasia.* 2009. V. 11. No. 2. P. 102–125.
  8. *Papadopoulou I., Stewart V., Barwick T. D., Park W.H., Soneji N., Rockall A.G., Bharwani N.* Post-Radiation therapy imaging appearances in cervical carcinoma. *Radiographics.* 2016. V. 36. No. 2. P. 538–553.
  9. *Sugimura K., Okizuka H.* Postsurgical pelvis: treatment follow-up. *Radiol. Clin. of North Am.* 2002. V. 40. No. 3. P. 659–680.
  10. *Torheim T., Groendahl A.R., Andersen E.K., Lyng H., Malinen E., Kvaal K., Futsaether C. M.* Cluster analysis of dynamic contrast enhanced MRI reveals tumor subregions related to locoregional relapse for cervical cancer patients. *Acta Oncologica.* 2016. V. 55. No. 11. P. 1294–1298.
  11. *Weber T. M., Sostman H. D., Spritzer C. E., Ballard R. L., Meyer G. A., Clark-Pearson D. L., Soper J. T.* Cervical carcinoma: determination of recurrent tumor extent versus radiation changes with MR imaging. *Radiol.* 1995. V. 194. No. 1. P. 135–139.

### Сведения об авторах

**Тарачкова Елена Владимировна**, кандидат медицинских наук, ассистент, кафедра рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России.

Адрес: 123995, Россия, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1.

Тел.: +7 (495) 324-71-44. Электронная почта: e.v.tarachkova@yandex.ru

**Tarachkova Elena Vladimirovna**, Ph.D Med., Teaching Assistant, Department of Radiology, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 2/1, ul. Barrikadnaya, Moscow, 123995, Russia.

Phone number: +7 (495) 324-71-44. E-mail: e.v.tarachkova@yandex.ru

**Шориков Максим Андреевич**, аспирант, НИИ Клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина» Минздрава России.

Адрес: 115448, Россия, г. Москва, Каширское шоссе, д. 24.

Тел.: +7 (499) 324-71-44; +7 (499) 254-44-68.

**Shorikov Maxim Andreevich**, Postgraduate, Research Institute of Clinical and experimental Radiology, the N. N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 24, Kashirskoe shosse, Moscow, 115448, Russia.

Phone number: +7 (499) 324-71-44; +7(499) 254-44-68.

**Логунова Татьяна Александровна**, аспирант, кафедра рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России

Адрес: 123995, Россия, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1.

Тел.: +7 (495) 324-71-44.

**Logunova Tatiana Alexandrovna**, Postgraduate, Department of Radiology, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 2/1, ul. Barrikadnaya, Moscow, 123995, Russia.

Phone number: +7 (495) 324-71-44.

**Коссов Филипп Андреевич**, аспирант, кафедра рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России

Адрес: 123995, Россия, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1.

Тел.: +7 (495) 324-71-44.

**Kossov Filipp Andreevich**, Postgraduate, Department of Radiology, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 2/1, ul. Barrikadnaya, Moscow, 123995, Russia.

Phone number: +7 (495) 324-71-44.

**Панов Вадим Олегович**, кандидат медицинских наук, доцент, кафедра рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, ведущий научный сотрудник отделения рентгенодиагностического НИИ Клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина» Минздрава России.

Адрес: 115478, Россия, г. Москва, Каширское шоссе, д. 24.  
Тел.: +7 (499) 324-71-44; +7(499) 254-44-68.

**Panov Vadim Olegovich**, Ph. D. Med., Associate Professor, Department of Radiology, Department of Radiology, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia, Senior Researcher, Radiodiagnostic Department, Research Institute of Clinical and experimental Radiology, the N. N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 24, Kashirskoe shosse, Moscow, 115448, Russia.  
Phone number: +7 (499) 324-71-44; +7(499) 254-44-68.

**Тюрин Игорь Евгеньевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, ведущий научный сотрудник отделения рентгенодиагностического НИИ Клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина» Минздрава России.

Адрес: 123995, Россия, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1.  
Тел.: +7 (499) 324-71-44; +7(499) 254-44-68.

**Tyurin Igor Evgen'evich**, M.D. Med, Professor, Chief of Department of Radiology, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia, Leading Research Associate, Radiodiagnostic Department, Research Institute of Clinical and experimental Radiology, the N. N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 2/1, ul. Barrikadnaya, Moscow, 123995, Russia.  
Phone number: +7 (495) 324-71-44; +7 (499) 254-44-68.

**Финансирование исследования и конфликт интересов.**

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