

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДОВ ЭНДОРЕКТАЛЬНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ С ТРЕХМЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ КРИПТОГЕННЫХ СВИЩЕЙ ПРЯМОЙ КИШКИ

Д. О. Киселев^{1,*}, И. В. Зароднюк¹, Ю. Л. Трубачева¹, Р. Р. Елигулашвили¹,
А. В. Матинян¹, И. В. Костарев^{1,2}

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии имени А.Н. Рыжих»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Саляма Адила, д. 2, г. Москва, 123423, Россия

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, г. Москва, 125993, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Единственным радикальным методом лечения свищей прямой кишки является хирургический. При выборе оперативного вмешательства хирургу необходимо знать все точные характеристики свищевого хода. Наиболее распространенными инструментальными методами диагностики свищей прямой кишки являются эндоректальное ультразвуковое исследование (ЭРУЗИ) и магнитно-резонансная томография (МРТ).

Цель исследования — провести сравнительную оценку диагностической информативности методик 3D эндоректального ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии в выявлении криптогенных свищей прямой кишки и сопоставить их с данными интраоперационной ревизии.

Методы. В исследование были включены 92 пациента со свищами прямой кишки в возрасте от 27 до 66 лет. У 47 (51,1%) пациентов имелось наружное свищевое отверстие, а у 45 (48,9%) оно было облитерировано. Средний возраст пациентов составил 42,7 ± 15,9 года. Из анамнеза известно, что 58 (63,1%) пациентам в сроки от 14 до 32 дней до обследования производилось хирургическое вскрытие острого парапроктита. Всем пациентам на дооперационном этапе последовательно выполнялось 3D ЭРУЗИ и МРТ, результаты сравнивали с данными интраоперационной ревизии.

Результаты. Частота правильного определения типа свищевого хода с помощью 3D ЭРУЗИ при сравнении с данными интраоперационной ревизии составила 96,7% (89/92). При сравнении аналогичных данных методом МРТ — 82,6% (76/92) ($p = 0,0027$). В оценке вовлечения порций наружного сфинктера методом 3D ЭРУЗИ допущен 1,1% (1/92) неверных результатов, чувствительность составила 96,6%, специфичность — 93,5%, общая точность — 94,5%. При МРТ допущен 21,7% (20/92) неверных результатов, выявлена статистически значимая разница для чувствительности и общей точности ($p < 0,0001$). Частота правильного определения локализации внутреннего свищевого отверстия согласно «условному циферблату» методом 3D ЭРУЗИ составила 97,8% (90/92), методом МРТ — 90% (81/90) ($p = 0,0342$). Следует отметить, что при МРТ в 2 из 92

(2,2%) случаев внутренне свищевое отверстие обнаружить не удалось, что объясняет расхождение. При интраоперационной ревизии общее количество выявленных затеков составило 113. Частота правильного определения локализации затека (-ов) методом 3D ЭРУЗИ составила 97,3% (110/113), методом МРТ — 74,7% (71/95). Отметим, что в 18/113 (15.9%) случаях методом МРТ затеки выявить не удалось ($p < 0,0001$).

Заключение. 3D эндоректальное ультразвуковое исследование имеет статистически значимое преимущество перед магнитно-резонансной томографией при определении локализации внутреннего свищевого отверстия согласно «условному циферблату», определении типа свищевого хода, а также расположения свищевого хода относительно волокон наружного сфинктера у пациентов с транссфинктерными свищами прямой кишки. Также выявлена статистически значимая разница в выявлении параректальных и внутристеночных затеков.

Ключевые слова: эндоректальное ультразвуковое исследование, трехмерная реконструкция изображения, магнитно-резонансная томография, свищ прямой кишки, диагностика

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Киселев Д.О., Зароднюк И.В., Трубачева Ю.Л., Елигулашвили Р.Р., Матинян А.В., Костарев И.В. Возможности методов эндоректального ультразвукового исследования с трехмерной реконструкцией изображения и магнитно-резонансной томографии в диагностике криптогенных свищей прямой кишки. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2020; 27(6): 44–59. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2020-27-6-44-59>

Поступила 10.08.2020

Принята после доработки 10.10.2020

Опубликована 20.12.2020

POWER OF 3D TRANSRECTAL ULTRASONOGRAPHY AND MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN DIAGNOSIS OF CRYPTOGENIC RECTAL FISTULAE

Dmitrii O. Kiselev^{1,*}, Irina V. Zarodnyuk¹, Yuliya L. Trubacheva¹,
Revaz R. Eligulashvili¹, Anushavan V. Matinyan¹, Ivan V. Kostarev^{1,2}

¹ Ryzhikh National Medical Research Centre for Coloproctology,
Salyama Adilya str., 2, Moscow, 123423, Russia

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education,
Barrikadnaya str., 2/1 bld. 1, Moscow, 125993, Russia

ABSTRACT

Background. The only radical curative treatment for rectal fistulae is surgery. The choice of surgery requires precise characterisation of the fistulous tract. The most common instrumental methods for rectal fistula diagnosis are transrectal ultrasonography (TRUS) and magnetic resonance imaging (MRI).

Objectives. Comparative assessment of the diagnostic power of 3D TRUS and MRI techniques in revealing cryptogenic anal fistulae with respect to intraoperative examination.

Methods. The study enrolled 92 patients with rectal fistulae aged 27 to 66 years. Fistulous opening was external in 47 (51.1%) and obliterated in 45 (48.9%) patients. The average patient age was 42.7 ± 15.9 years. Surgery for acute paraproctitis 14 to 32 days prior to examination was in history of 58 (63.1%) patients. All patients had preoperative subsequent 3D TRUS and MRI compared with intraoperative examination results.

Results. The rate of correct fistulous tract type diagnosis verified with intraoperative revision was 96.7% (89/92) with 3D TRUS and 82.6% (76/92) with MRI ($p = 0.0027$). The error rate of 3D TRUS estimation of external sphincter involvement was 1.1% (1/92), sensitivity 96.6%, specificity 93.5%, overall accuracy 94.5%. The MRI error rate was 21.7% (20/92), with a statistically significant difference for sensitivity and overall accuracy ($p < 0.0001$). The rate of correct estimation of internal fistulous localisation in “anorectal clock” was 97.8% (90/92) with 3D TRUS and 90% (81/90) with MRI ($p = 0.0342$). Internal fistula was not detected with MRI in 2/92 (2.2%) cases, which explains the deviation. Intraoperative revision identified total 113 abscesses. The rate of correct abscess estimation was 97.3% (110/113) with 3D TRUS and 74.7% (71/95) with MRI. MRI failed to detect abscess in 18/113 (15.9%) cases ($p < 0.0001$).

Conclusion. 3D transrectal ultrasonography is statistically superior over magnetic resonance imaging in estimating internal fistula localisation in “anorectal clock”, fistulous type, as well as the fistulous tract location relative to external sphincteric tissue in patients with transsphincteric anal fistulae. Estimation of pararectal and intramural abscesses was also significantly different.

Keywords: transrectal ultrasonography, 3D image rendering, magnetic resonance imaging, anal fistula, diagnostics

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Kiselev D.O., Zarodnyuk I.V., Trubacheva Y.L., Eligulashvili R.R., Matinyan A.V., Kostarev I.V. Power of 3D Transrectal Ultrasonography and Magnetic Resonance Imaging in Diagnosis of Cryptogenic Rectal Fistulae. *Kubanskii Nauchnyi Meditsinskii Vestnik*. 2020; 27(6): 44–59. (In Russ., English abstract). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2020-27-6-44-59>

Submitted 10.08.2020

Revised 10.10.2020

Published 20.12.2020

ВВЕДЕНИЕ

Причиной возникновения прямокишечных свищей является хронический воспалительный процесс в морганиевой железе, расположенной в проекции анальной крипты, с последующим распространением инфекции по межсфинктерному и клетчаточному пространствам. Сформированный свищевой ход может дренироваться на коже промежности или слепо заканчиваться в околопрямокишечной клетчатке с образованием патологических полостей. Прямокишечные свищи криптогенного происхождения являются наиболее частой патологией, которая достигает до 50% от всех общепроктологических заболеваний и составляет 6–12 случаев на 100 000 населения [1]. До 95% больных связывают свое заболевание с ранее перенесенным острым парапроктитом [2]. Хроническим парапроктитом (или свищом прямой кишки) наиболее часто страдают лица молодого и трудоспособного возраста, что обуславливает социальную значимость данного заболевания. Единственным радикальным методом лечения свищей прямой кишки является хирургический [1, 2]. При выборе оперативного вмешательства хирургу необходимо знать точную локализацию внутреннего свищевого отверстия, топическое расположение хода свища по отношению к волокнам наружного сфинктера, особенности его ветвления, нали-

чие затеков, расположенных как в околопрямокишечной клетчатке, так и внутрисстеночно, так как в противном случае возникает риск развития рецидива заболевания [1–3].

В связи с этим точная диагностика прямокишечных свищей с применением различных инструментальных методов исследований является неотъемлемой частью предоперационного планирования и адекватного хирургического лечения. На сегодня наиболее распространенными инструментальными методами диагностики свищей прямой кишки являются эндоректальное ультразвуковое исследование (ЭРУЗИ) и магнитно-резонансная томография (МРТ).

В 2012 г. M.R. Siddiqui et al. представили систематический обзор работ, посвященных сравнительной оценке эффективности ЭРУЗИ в В-режиме и МРТ в диагностике свищей прямой кишки. Чувствительность и специфичность МРТ в диагностике выявления свищей прямой кишки составили 87 и 69% соответственно, что сопоставимо с чувствительностью и специфичностью УЗИ — 87 и 43% [4]. Однако некоторые авторы утверждают, что при ЭРУЗИ в В-режиме часть существующей информации может не восприниматься исследователем в истинных пространственных соотношениях как составляющий фрагмент трехмерной структуры и может приводить

к недостаточному восприятию полной картины прямокишечного свища [4, 5].

В зарубежной литературе имеются единичные работы, в которых показано, что методика ЭРУЗИ с трехмерной реконструкцией изображения (3D ЭРУЗИ), опираясь на анатомические ориентиры анального канала, позволяет оперирующему хирургу в объемном изображении продемонстрировать особенности строения свищевого хода и его затеков [6–8]. По нашему мнению, 3D ЭРУЗИ является относительно новым и перспективным методом диагностики заболеваний анального канала и, в частности, свищей прямой кишки. На сегодня в зарубежной литературе имеются единичные сравнительные исследования свищей прямой кишки методами 3D ЭРУЗИ и МРТ, которые представлены на неоднородных группах с использованием разных датчиков сканирования [4, 6, 7]. Однако в отечественной литературе таких исследований нет. Выбор современного метода диагностики свищей прямой кишки остается дискуссионным.

Цель исследования — провести сравнительную оценку диагностической информативности методик 3D эндоректального ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии в выявлении криптогенных свищей прямой кишки и сопоставить их с данными интраоперационной ревизии.

МЕТОДЫ

В проспективное сравнительное нерандомизированное исследование были включены 92 пациента со свищами прямой кишки криптогенного происхождения в возрасте от 27 до 66 лет, давшие письменное информационное согласие. У 47 (51,1%) пациентов имелось наружное свищевое отверстие, а у 45 (48,9%) оно было облитерировано. Средний возраст пациентов составил $42,7 \pm 15,9$ года. Среди больных были 62 (67,4%) мужчины и 30 (32,6%) женщины. Из анамнеза известно, что 58 (63,1%) пациентам в сроки от 14 до 32 дней до обследования производилось хирургическое вскрытие острого парапроктита. Исследования выполнялись последовательно в сроки от 9 до 23 дней перед операцией.

Для отбора пациентов в исследование были определены следующие критерии.

Критерии включения:

1. Наличие клинических симптомов свища прямой кишки криптогенного происхождения.
2. Наличие письменного добровольного информированного согласия пациента на участие в исследовании.

Критерии не включения:

1. Перианальные осложнения болезни Крона.
2. Посттравматические свищи.
3. Свищи, дренирующие параректальные кисты.
4. Пациенты с анальными трещинами, осложненными свищом прямой кишки.
5. Рецидивные свищи криптогенного происхождения.

Критерий исключения (невыполнение пациентом всех требований информационного согласия) — отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании.

3D ЭРУЗИ выполнялось на приборе Profocus “B&K Medical” (Дания) радиальным механическим датчиком с опцией 3D и с частотой сканирования 13–16 МГц. Для наилучшей визуализации ампулы прямой кишки подготовка к исследованию включала в себя очистительную клизму в день исследования на основе натрия гидрофосфата гептагидрата (7,2 грамма) и натрия дигидрофосфата моногидрата (19,2 грамма) в объеме 120 миллилитров, «Энема Клини» («Набикасим Индастриз (Пвт) Лтд», Пакистан).

3D ЭРУЗИ выполнялось в положении пациента лежа на левом боку. На сканирующую поверхность ультразвукового датчика надевался одноразовый резиновый резервуар для ультразвуковых исследований, заполненный гелем для ультразвуковых исследований, обеспечивающим полный контакт между сканирующей поверхностью датчика и резиновым резервуаром. Датчик вводился в просвет прямой кишки на глубину до 10 см от края анального канала. Далее производилась автоматическая запись зоны интереса в течение 50 секунд.

3D ЭРУЗИ на аксиальной плоскости позволяет определить место вплетения левой и правой ножки леватора в продольную мышцу, оценивать внутренний сфинктер, найти его дефект и определить точную локализацию внутреннего свищевого отверстия. На коронарной или сагиттальной плоскости можно отчетливо визуализировать все анатомические структуры анального канала, стенку нижеампулярного отдела прямой кишки, проследить ход свища на всем его протяжении, определить точную топографическую локализацию затеков, расположенных как в околопрямокишечной клетчатке, так и внутристеночно, оценить локализацию рубцовых и склеротических изменений по отношению к неизменным окружающим тканям. Методика 3D ЭРУЗИ также позволяет использовать все возможные комбинации преломления плоскостей, обеспечи-

вая моделирование патологических изменений на всем протяжении.

МРТ выполнялось на высокопольной магнитно-резонансной системе Achieva (Philips, Нидерланды) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Исследование проводилось с использованием матричной 16-канальной приемопередаточной катушки для тела Sense XLTorso с включением как диффузионно-взвешенных изображений, так и с применением внутривенного контрастирования раствором гадолиния. Полученные изображения при МРТ оценивались также в трех проекциях (аксиальная, коронарная, сагиттальная). Время одного исследования составляло 30 минут.

Обеими методиками оценивались следующие свойства свища:

- локализация внутреннего свищевого отверстия;
- расположение основного свищевого хода по отношению к порциям наружного сфинктера;
- наличие затеков и их топическое расположение.

Данные о расположении свищевого хода по отношению к элементам запирающего аппарата прямой кишки оценивали в соответствии с классификацией свищей прямой кишки, опубликованной в клинических рекомендациях по диагностике и лечению взрослых, больных хроническим парапроктитом [9]. По локализации внутреннего отверстия в анальном канале свища классифицированы как задние, передние, боковые [9].

Всем больным, вошедшим в настоящее исследование, выполнены различные оперативные вмешательства:

- 1) иссечение свища в просвет кишки;
- 2) иссечение свища в просвет кишки с ушиванием внутреннего сфинктера;
- 3) LIFT (перевязка свищевого хода в межсфинктерном пространстве);
- 4) иссечение свища, вскрытие и дренирование затеков, пластика внутреннего свищевого отверстия полнослойным лоскутом стенки прямой кишки;
- 5) иссечение свища, монополярная коагуляция свищевого хода с ушиванием внутреннего свищевого отверстия;
- 6) иссечение свища, вскрытие и дренирование затеков, проведение дренирующей латексной лигатуры (1-й этап лечения).

Для проведения диагностического теста данные интраоперационной ревизии в качестве «золотого стандарта» были сопоставлены с ре-

зультатами исследований 3D ЭРУЗИ и МРТ. В результате были получены значения: ИП — истинно положительные, ЛП — ложноположительные, ИО — истинно отрицательные, ЛО — ложноотрицательные. На их основании согласно формулам [10] были рассчитаны показатели: Чувств. — чувствительность, Спец. — специфичность, общая точность, ППЦ — положительная прогностическая ценность, ОПЦ — отрицательная прогностическая ценность.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью математической программы MedCalc на основе созданной базы данных в программе Excel. Статистический анализ достоверности выявленных различий осуществляли с помощью точного критерия Фишера, так как количество наблюдений делает нашу выборку близкой к малой, к тому же в ряде случаев приходится работать со значениями ниже 10.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Свищевой ход методом 3D ЭРУЗИ определялся непосредственно от внутреннего свищевого отверстия в виде лентовидной структуры пониженной эхогенности, заполненной неоднородным содержимым различной эхогенности. При МРТ свищевой ход в аксиальной проекции визуализировался в виде гипоинтенсивного ободка с наличием гиперинтенсивного сигнала в центральной его части.

При определении *типа свища* (интрасфинктерный, трансфинктерный, экстрасфинктерный) отмечено расхождение с данными интраоперационной ревизии у 6 пациентов при 3D ЭРУЗИ (3 ложноотрицательных и 3 ложноположительных результата), при МРТ у 32 пациентов (16 ложноотрицательных и 16 ложноположительных результатов) (табл. 1, рис. 1 А, Б).

При сравнении результатов диагностических тестов двух методов визуализации были выявлены статистически значимые различия по общей точности, результаты представлены в таблице 2. Частота правильного определения типа свищевого хода методом 3D ЭРУЗИ по отношению к интраоперационной ревизии составила 89/92 (96,7%), методом МРТ — 76/92 (82,6%), была выявлена статистически значимая разница, $p = 0,0027$. В оценке вовлечения *порций наружного сфинктера* методом 3D ЭРУЗИ допущен 1 неверный результат, чувствительность составила 96,6%, специфичность — 93,5%, общая точность — 94,5%, в то время как при МРТ допущено 20 неверных результатов, выявлена статистически значимая разница для чувствительности и общей точности ($p < 0,0001$).

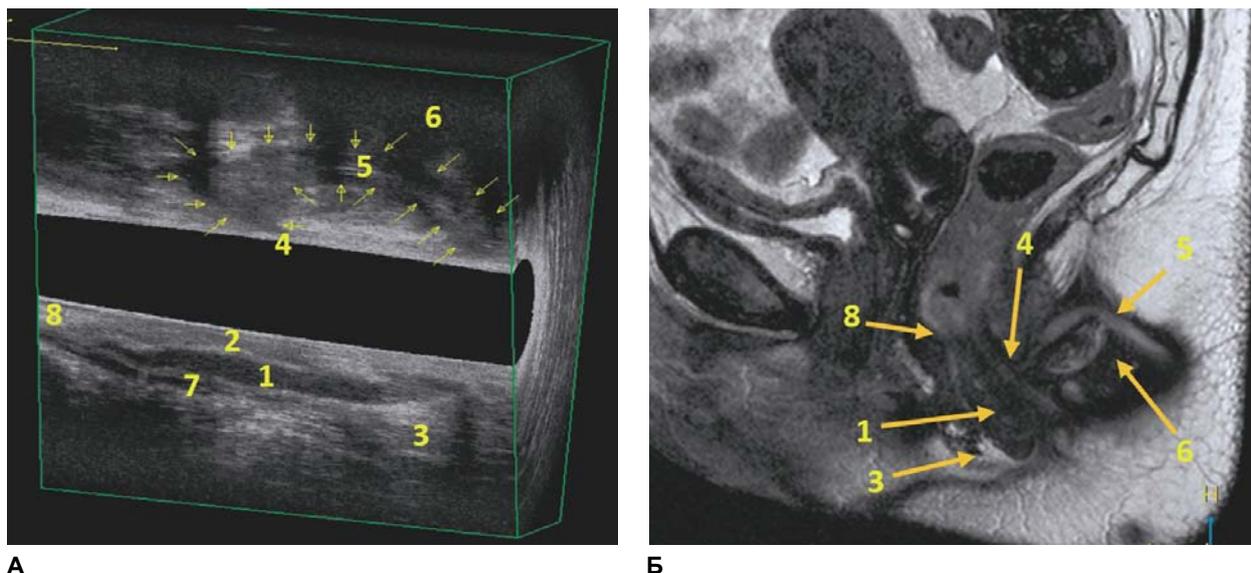


Рис. 1. Пациентка А., 42 года, диагноз: задний экстрасфинктерный свищ. Выполнено 3D ЭРУЗИ (А) и МРТ (Б), сагиттальная проекция на уровне внутреннего свищевого отверстия. 1 — внутренний сфинктер, 2 — эпителий — подэпителиальная выстилка, 3 — наружный сфинктер, 4 — внутреннее свищевое отверстие, 5 — ход экстрасфинктерного свища, 6 — воспалительно измененная ишиоанальная клетчатка по ходу свища, 7 — продольная мышца, 8 — стенка нижеампулярного отдела прямой кишки.
Fig. 1. Patient A., 42 yo, diagnosis: posterior extrasphincteric fistula. 3D TRUS (A) and MRI (B) sagittal projection at inner fistula. 1 — internal sphincter, 2 — epithelial/subepithelial lining, 3 — external sphincter, 4 — internal fistulous opening, 5 — extrasphincteric fistulous tract, 6 — inflammatory ischioanal tissue along fistulous tract, 7 — longitudinal muscle, 8 — lower ampullary rectal wall.

Таблица 1. Результаты диагностического тестирования методов 3D ЭРУЗИ и МРТ в выявлении трансфинктерных, интрасфинктерных и экстрасфинктерных свищей прямой кишки (n = 92)
Table 1. Power of 3D TRUS and MRI in diagnosis of transsphincteric, intrasphincteric and extrasphincteric anal fistulae (n = 92)

	Тип свища	ИП	ИО	ЛП	ЛО	n	Чувств., %	Спец., %	Общая точность, %	ППЦ, %	ОПЦ, %
3D ЭРУЗИ	Интра	5	86	0	1	92	83,3	100	98,9	100	98,9
	Транс	30	54	3	0	92	100	94,7	96,6	90,9	100,0
	Экстра	54	36	0	2	92	96,4	100	97,8	100	94,7
МРТ	Интра	4	80	6	2	92	66,7	93,0	91,3	40	97,6
	Транс	25	54	8	5	92	83,3	87,1	85,9	75,8	91,5
	Экстра	47	34	2	9	92	83,9	94,4	88	95,9	79,1

Примечание: ИП — истинно положительные, ЛП — ложноположительные, ИО — истинно отрицательные, ЛО — ложноотрицательные, Чувств. — чувствительность, Спец. — специфичность, ППЦ — положительная прогностическая ценность, ОПЦ — отрицательная прогностическая ценность, Интра — интрасфинктерный, Транс — трансфинктерный, Экстра — экстрасфинктерный.

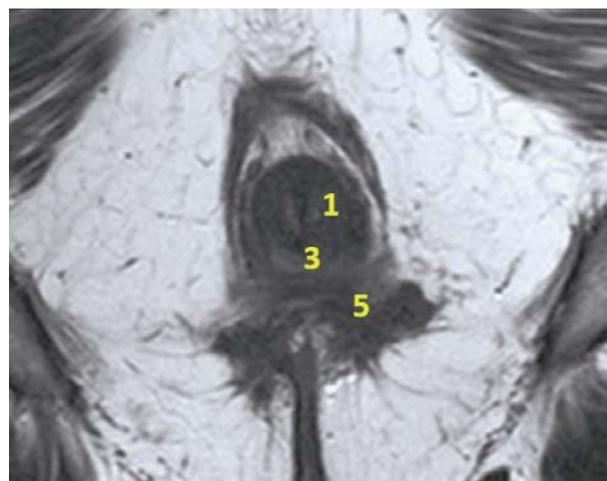
Note: ИП — true positive, ЛП — false positive, ИО — true negative, ЛО — false negative, Чувств — sensitivity, Спец — specificity, ППЦ — positive predictive value, ОПЦ — negative predictive value, Интра — intrasphincteric, Транс — transsphincteric, Экстра — extrasphincteric.

Внутреннее свищевое отверстие на 3D ЭРУЗИ в аксиальной плоскости в проекции внутреннего сфинктера визуализируется как гипозоногенный дефект, направленный в просвет анального канала, нарушающий его целостность. При МРТ внутреннее свищевое отверстие визуализируется в виде гиперинтенсивного участка в области внутреннего сфинктера на T2-ВИ. С помощью метода 3D ЭРУЗИ вну-

треннее свищевое отверстие диагностировано у всех 92/92 (100%) пациентов. При МРТ внутреннее свищевое отверстие выявлено у 90/92 (97,8%) пациентов, в 2/92 (2,2%) случаях его обнаружить не удалось. Чувствительность методов 3D ЭРУЗИ и МРТ составила 100 и 97,8%, общая точность 97,8 и 95,7% соответственно (статистически значимых различий не выявлено, $p > 0,05$).

Таблица 2. Результаты диагностического тестирования методов 3D ЭРУЗИ и МРТ при различных типах свищей ($df = 1$)**Table 2.** Power of 3D TRUS and MRI in diagnosis of various fistulous types ($df = 1$)

Показатель	интра УЗИ / интра МРТ, %	транс УЗИ / транс МРТ, %	экстра УЗИ / экстра МРТ, %
Чувствительность	83,3/6,7 $p = 0,9$	100/83,3 $p = 0,051$	96,4/83,9 $p = 0,052$
Специфичность	100/93 $p = 0,014$	94,7/87,1 $p = 0,21$	100/94,4 $p = 0,49$
Общая точность	98,9/91,3 $p = 0,035$	96,6/85,9 $p = 0,017$	97,8/88 $p = 0,018$



А

Б

Рис. 2. Пациентка Б., 57 лет, диагноз: задний транссфинктерный свищ с ишиоанальным затеком. Выполнено 3D ЭРУЗИ (А) и МРТ (Б) в аксиальной проекции на уровне зубчатой линии. 1 — внутренний сфинктер, 2 — эпителий — подэпителиальная выстилка, 3 — внутреннее свищевое отверстие, 4 — ишиоанальный затек, 5 — воспалительно измененная ишиоанальная клетчатка.

Fig. 2. Patient B., 57 yo, diagnosis: posterior transsphincteric fistula with ischioanal abscess. 3D TRUS (A) and MRI (B) sagittal projection at serrated margin. 1 — internal sphincter, 2 — epithelial/subepithelial lining, 3 — internal fistulous opening, 4 — ischioanal abscess, 5 — inflammatory ischioanal tissue.

На рисунке 2 (А, Б) продемонстрированы возможности методов в визуализации анального канала и свищевого хода в аксиальной плоскости.

Согласно классификации Ассоциации колопроктологов России внутреннее свищевое отверстие принято разделять относительно «условного циферблата» на переднюю, заднюю, левую и правую боковые крипты [9]. Частота совпадений и расхождений в определении внутреннего свищевого отверстия по отношению к интраоперационной ревизии представлена в таблице 3. Частота правильного определения локализации внутреннего свищевого отверстия согласно «условному циферблату» методом 3D ЭРУЗИ составила 90/92 (97,8%), методом МРТ — 81/90 (90%) (выявлена статистически значимая разница, $p = 0,0342$). Отметим, что в 2 случаях МРТ не выявила внутреннего свищевого отверстия.

По данным 3D ЭРУЗИ затеки или гнойные полости имели вид жидкостных скоплений, за-

полненных содержимым различной экзогенности в зависимости от стадии воспалительного процесса, и локализовались как в клетчаточных пространствах, так и внутристеночно (межсфинктерно и подслизисто). При МРТ — имели вид ограниченных жидкостных образований, а содержимое затека имело неоднородный гиперинтенсивный сигнал на T2-ВИ.

При интраоперационной ревизии осложнение в виде затеков было выявлено у 68/92 (73,9%) пациентов, при этом у 15/68 (22%) имело место сочетание двух и более затеков (рис. 3 А, Б).

Результаты диагностических тестов методов визуализации в выявлении затеков представлены в таблице 4. При сравнении чувствительности, специфичности и общей точности выявлена статистически значимая разница для чувствительности и общей точности, $p = 0,001$ и $p = 0,003$ соответственно. Следует отметить, что общее количество затеков, выявленных при интраоперационной ревизии, составило 113. По данным

Таблица 3. Количество и доля совпадений и расхождений с интраоперационной ревизией в определении локализации внутреннего свищевого отверстия согласно «условному циферблату» по данным методик 3D ЭРУЗИ и МРТ

Table 3. Number and proportion of positive and negative 3D TRUS and MRI estimations of internal fistulous opening in “anorectal clock” vs. intraoperative revision

	Локализация внутреннего свищевого отверстия	Число совпадений при сравнении с интраоперационной ревизией, абс. значение (%)	Число расхождений при сравнении с интраоперационной ревизией, абс. значение (%)
3D ЭРУЗИ	Передняя	20 (21,7)	1 (1,1)
	Задняя	61 (66,3)	1 (1,1)
	Боковая	9 (9,8)	–
	Всего	90 (97,8)	2 (2,2)
МРТ	Передняя	18 (20)	4 (4,4)
	Задняя	58 (64,5)	3 (3,3)
	Боковая	5 (5,5)	2 (2,3)
	Всего	81 (90)	9 (10)

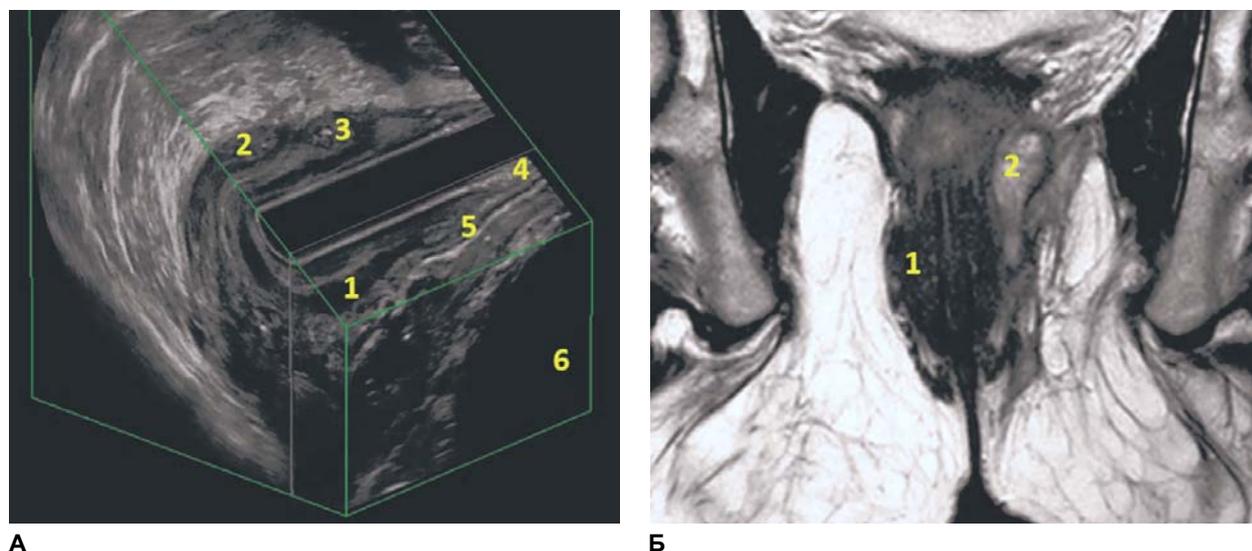


Рис. 3. Пациентка В., 39 лет, диагноз: задний экстрасфинктерный свищ с пельвиоректальным и подслизистым затеком. Выполнено 3D ЭРУЗИ (А) и МРТ (Б). 1 — внутренний сфинктер, 2 — пельвиоректальный затек, 3 — подслизистый затек, 4 — стенка нижеампулярного отдела прямой кишки, 5 — продольная мышца, 6 — просвет мочевого пузыря.

Fig. 3. Patient V. 39 yo, diagnosis: posterior extrasphincteric fistula with pelvirectal and submucosal abscess. 3D TRUS (A) and MRI (B). 1 — internal sphincter, 2 — pelvirectal abscess, 3 — submucosal abscess, 4 — lower ampullary rectal wall, 5 — longitudinal muscle, 6 — bladder lumen.

УЗИ были выявлены все затеки (в ряде случаев наблюдались ложноположительные выявления), при МРТ в 18 случаях затеки не выявлены (что обуславливает разницу в итоговом количестве: 113 против 95). Количество совпадений и расхождений по отношению к интраоперационной ревизии в определении локализации затеков, выявленных методами диагностики у больных свищами прямой кишки, представлена в таблице 5. Частота правильного определения локализации затека методом 3D ЭРУЗИ по отношению к интраоперационной ревизии составила 110/113 (97,3%), методом МРТ — 71/95 (74,7%) (выявлена статистически значимая разница, $p < 0,0001$).

Ложные результаты МРТ в локализации затеков возникали в тех случаях, когда они располагались на границе межсфинктерного пространства, пельвиоректального пространства и интимно прилежали к стенке прямой кишки. При 3D ЭРУЗИ внутривенные затеки имеют однородную или неоднородную структуру пониженной эхогенности с наличием неравномерного расширения. При работе с тремя плоскостями полученного «куба» более наглядно и объемно удается визуализировать данные патологические изменения (рис. 4). Допущенные обоими методами диагностики ложноположительные результаты в определении клетчаточных затеков ошибочно трактовались при широком ходе свища или его

Таблица 4. Результаты диагностического тестирования методов 3D ЭРУЗИ и МРТ в выявлении затеков у больных свищами прямой кишки ($n = 92$)**Table 4.** Power of 3D TRUS and MRI in diagnosis of abscesses in rectal fistulae ($n = 92$)

Метод исследования	ИП	ИО	ЛП	ЛО	n	Чувств., %	Спец., %	Общая точность, %	ППЦ, %	ОПЦ, %
3D ЭРУЗИ	68	24	0	0	92	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
МРТ	58	22	2	10	92	85,3	91,7	87,0	96,7	68,8

Примечание: ИП — истинно положительные, ЛП — ложноположительные, ИО — истинно отрицательные, ЛО — ложноотрицательные, Чувств. — чувствительность, Спец. — специфичность, ППЦ — положительная прогностическая ценность, ОПЦ — отрицательная прогностическая ценность.

Note: ИП — true positive, ЛП — false positive, ИО — true negative, ЛО — false negative, Чувств. — sensitivity, Спец. — specificity, ППЦ — positive predictive value, ОПЦ — negative predictive value.

Таблица 5. Количество совпадений (ИП) и расхождений (ЛП) в локализации затеков по отношению к интраоперационной ревизии по данным МРТ и 3D ЭРУЗИ**Table 5.** Number and proportion of positive (ИП) and negative (ЛП) 3D TRUS and MRI estimations of abscesses vs. intraoperative revision.

Затеки	3D ЭРУЗИ, абс.		МРТ, абс.		Ревизия, абс.
	ИП	ЛП	ИП	ЛП	
Межсфинктерный	5	1	0	7	5
Подслизистый	10	2	6	7	10
Пельвиоректальный	48	1	39	4	48
Ишиоанальный	34	1	21	5	36
Подкожный	13	1	5	1	14
Всего	116		95		113

Примечание: ИП — истинно положительные, ЛП — ложноположительные.

Note: ИП — true positive, ЛП — false positive.

изгибе, ложноотрицательные — при пограничном расположении затека относительно ножек леватора и его малыми размерами.

ОБСУЖДЕНИЕ

Неадекватная предоперационная диагностика пациентов со свищами прямой кишки или вовсе ее отсутствие могут приводить к не выявлению отрогов и затеков по ходу свища, что приводит к рецидиву заболевания [7–9]. Последующие многочисленные операции по этому поводу могут вызвать анальную инконтиненцию и даже инвалидизацию [2, 3, 8, 9, 11, 12].

К традиционным методам предоперационной диагностики прямокишечных свищей относят: пальцевой осмотр, зондирование свища, пробу с красителем, рентгеновскую фистулографию. Некоторые методы являются операторозависимыми, другие имеют ряд недостатков в диагностике характеристик свища и не могут отвечать всем требованиям хирурга [8, 10, 12]. Большинство как отечественных, так и зарубежных авторов отдают предпочтение при диагностике свищей прямой кишки МРТ и 3D ЭРУЗИ [5, 6, 8, 10]. Методика диагностики анального канала и ампулы прямой кишки с помощью 3D ЭРУЗИ является достаточно перспективной, так как дает возможность интерпретировать полученные изображения после проведенного исследования как сразу

на приборе, так и интегрировать их в компьютер, что в отсроченный период времени позволяет выносить данный клинический пример на коллегиальное или экспертное обсуждение, делая его объективным. Данный метод диагностики является наиболее экономичным, не имеет противопоказаний, может использоваться как на дооперационном этапе, так и при динамическом наблюдении после хирургического вмешательства [5, 6, 8]. Трехмерное эндоректальное изображение построено на основе большого числа (от 240 до 300) последовательных трансаксиальных двухмерных срезов на протяжении 60 мм с заданным интервалом сканирования 0,15 или 0,2 мм. Всевозможные преломления и комбинации исследуемых плоскостей под заданным углом позволяют объемно оценить строение свищевого хода относительно анатомических ориентиров, наглядно визуализировать внутреннее свищевое отверстие, а также дать точную локализацию затеков, расположенных как внутристеночно, так и в околопрямокишечной клетчатке [5, 8, 12, 13]. В свою очередь, МРТ является неинвазивным методом диагностики и позволяет отчетливо визуализировать мягкие ткани перианальной области. Однако МРТ является дорогостоящей методикой и имеет целый ряд противопоказаний, а вводимый внутривенный контрастный препарат может вызвать аллергическую реакцию [4, 14].

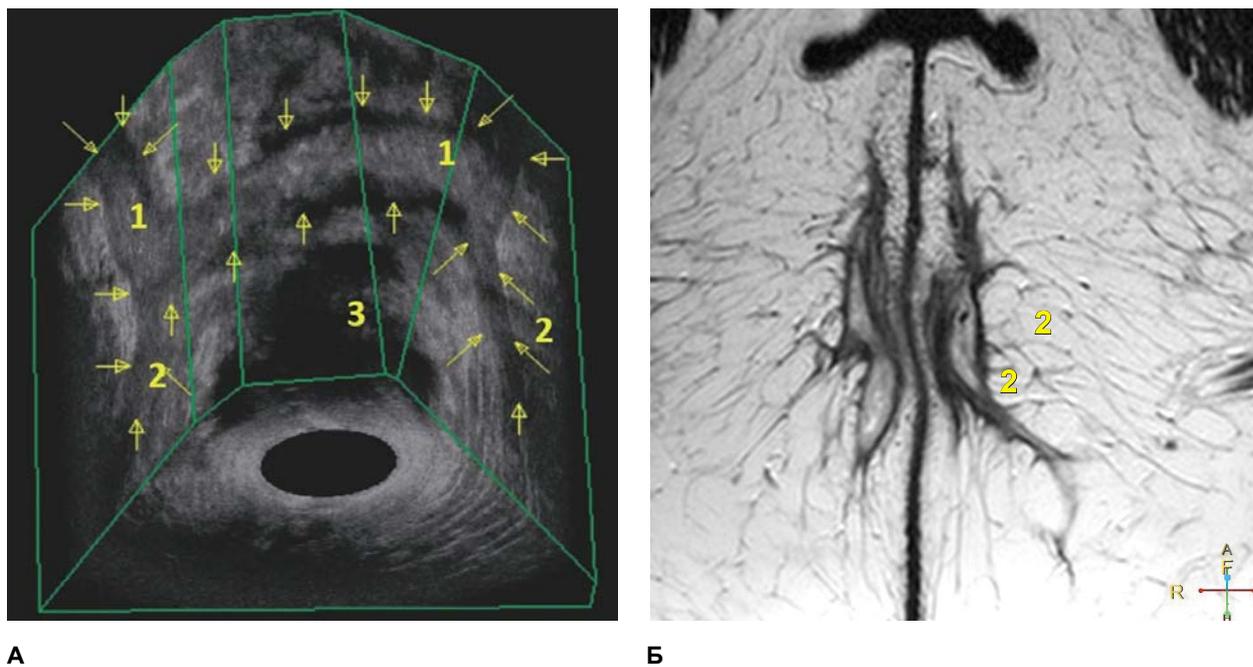


Рис. 4. Пациент Г., 43 года. Подковообразный затек, расположенный в пельвиоректальной и ишиоанальной клетчатке. Выполнено 3D ЭРУЗИ (А), комбинированные сечения, и МРТ (Б), аксиальная проекция на уровне ишиоанальной клетчатки. 1 — пельвиоректальный затек, 2 — ишиоанальный затек, 3 — воспалительно измененная ишиоанальная клетчатка.

Fig. 4. Patient G., 43 yo. Horseshoe abscess in pelvirectal and ischioanal tissue. Combined 3D TRUS sections (A) and MRI axial projection (B) at ischioanal tissue. 1 — pelvirectal abscess, 2 — ischioanal abscess, 3 — inflammatory ischioanal tissue.

В нашей работе при определении *типа свища* методом 3D ЭРУЗИ допущено 6 неверных результатов, при МРТ — 32 результата. В оценке вовлечения *порций наружного сфинктера* у транссфинктерных свищей методом 3D ЭРУЗИ допущен 1 неверный результат, при МРТ — 20 неверных результатов. Была выявлена статистически значимая разница для обоих параметров, $p < 0,0001$. По нашему мнению, ложноотрицательные результаты обусловлены отсутствием гнойного содержимого в просвете свища и его частичной облитерацией, а ложноположительные — пограничным расположением хода свища относительно порций наружного сфинктера и вне его. Преимущество 3D ЭРУЗИ связано с возможностью получения мультипланарных объемных изображений, что обеспечивает визуализацию свищевого хода на всем его протяжении.

В исследованиях как отечественных, так и зарубежных авторов установлено, что при ЭРУЗИ в В-режиме внутреннее свищевое отверстие определяется по пузырькам газа и склеротическим изменениям внутреннего сфинктера в проекции зубчатой линии (в проекции вплетания левой и правой ножки леватора в продольную мышцу анального канала) [8, 11, 15]. В работе S.M. Murad-Regadas et al. (2010) показана высокая точность 3D ЭРУЗИ в правильной интер-

претации мышц как наружного, так и внутреннего сфинктера на фоне воспалительного процесса и фиброза [16]. Так, в нашей работе внутреннее свищевое отверстие определялось относительно «условного циферблата» и по локализации подразделялось на переднюю, заднюю, левую и правую боковые крипты. Частота правильного определения локализации внутреннего свищевого отверстия согласно «условному циферблату» методом 3D ЭРУЗИ составила 97,8% (90/92), методом МРТ — 90% (81/90), выявлена статистически значимая разница, $p = 0,0342$. Методом 3D ЭРУЗИ затек диагностирован у 100% (68) пациентов, методом МРТ — у 85,3% (58). При сравнении чувствительности, специфичности и общей точности выявлена статистически значимая разница для чувствительности и общей точности, $p = 0,001$ и $p = 0,003$ соответственно, для специфичности статистической разницы выявлено не было, $p > 0,05$. 3D ЭРУЗИ позволяет лучше локализовать внутреннее свищевое отверстие и диагностировать затеки благодаря лучшей визуализации внутреннего сфинктера, межсфинктерного пространства и пельвиоректального пространства благодаря возможности получения объемных изображений.

При проведении МР-диагностики пациентам с прямокишечными свищами необходимо

принимать во внимание, что анальный канал условно располагается под углом 45 градусов относительно сагиттальной плоскости. В связи с этим радиологу необходимо делать косые коронарные и аксиальные проекции, а это может привести к искажению восприятия хода свища относительно порций наружного сфинктера [1, 17].

В нашем исследовании эндоректальное ультразвуковое исследование с трехмерной реконструкцией изображения продемонстрировало высокую диагностическую эффективность в выявлении точной локализации внутреннего свищевого отверстия согласно «условному циферблату», определении типа свищевого хода, а также расположения свищевого хода относительно волокон наружного сфинктера у пациентов с транссфинктерными свищами прямой кишки, наличия затеков по ходу свища, что имеет принципиальное значение для выбора оперативного вмешательства. В своих работах F. C. Regadas et al. (2015) и J. H. Ding et al. (2015) рекомендуют всем пациентам проводить предоперационную диагностику с помощью методики 3D ЭРУЗИ для того, чтобы запланировать оптимальный объем хирургического вмешательства. Авторы считают, что данная методика позволяет выявить ответвления свища, которые не определяются при ревизии под наркозом [15, 18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

3D ЭРУЗИ является высокоинформативным методом диагностики для обследования пациентов со свищами прямой кишки криптогенного происхождения. Ультразвуковое исследование анального канала с трехмерной реконструкцией изображения позволяет в полном объеме оценить ход свища, визуализировать затеки и добавочные отроги. 3D ЭРУЗИ имеет статистически значимое преимущество перед МРТ в определении точной локализации внутреннего свищевого отверстия согласно «условному циферблату», выявлении типа свища, определении хода сви-

ща относительно волокон наружного сфинктера, а также в диагностике параректальных и внутривентриальных затеков. Однако в выявлении внутреннего свищевого отверстия обе методики достаточно информативны, статистических различий выявлено не было.

3D ЭРУЗИ в отличие от МРТ не имеет противопоказаний, отличается доступностью и наглядностью, делая данную методику предпочтительной для оперирующих хирургов. 3D ЭРУЗИ может быть рекомендовано как метод выбора для диагностики криптогенных свищей прямой кишки.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Все лица, вошедшие в исследование, подписали письменное информированное добровольное согласие. Проведенное исследование одобрено локальным независимым этическим комитетом федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии имени А. Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Саляма Адилья, д. 2, г. Москва, 123423, Россия), протокол № 82 от 07.12.2017 г.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

All persons in the survey provided a free written informed consent. The study was approved by the Local Independent Committee for Ethics of the Ryzhikh National Medical Research Centre for Coloproctology, Ministry of Health of the Russian Federation (Salyama Adilya str., 2, Moscow, 123423, Russia), Protocol No. 82 of 07.12.2017.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии спонсорской поддержки при проведении исследования.

FINANCING SOURCE

The authors received no financial support for the research.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елигулашвили Р.Р., Зароднюк И.В., Шелыгин Ю.А., Костарев И.В. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике свищей прямой кишки. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2018; 8(3): 213–226. DOI: 10.21569/2222-7415-2018-8-3-213-226
2. Мусин А.И., Костарев И.В. Особенности тактики лечения острого парапроктита. *Анналы хирургии*. 2017; 22(2): 81–87. DOI: 10.18821/1560-9502-2017-22-2-81-87
3. Мусин А.И., Костарев И.В. Дренирующая лигатура при сфинктеросохраняющем лечении свищей прямой кишки. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2018; 8(2): 65–72. DOI: 10.17116/hirurgia201808265
4. Siddiqui M.R., Ashrafian H., Tozer P., Daulatzai N., Burling D., Hart A., et al. A diagnostic accuracy meta-analysis of endoanal ultrasound and MRI for perianal fistula assessment. *Dis. Colon. Rectum*. 2012; 55(5): 576–585. DOI: 10.1097/DCR.0b013e318249d26c
5. Albir G.M., Botello S.G., Valero P.E., Santafe A.S., Macias A.E., Lorente B.F., Garcia-Granero E. Evaluacion de las fistulas perianales mediante ecografia endoanal tridimensional y correlacion con los hallazgos

- intraoperatorios. *Cir. Esp.* 2010; 87(5): 299–305. DOI: 10.1016/j.ciresp.2010.02.006
6. Brillantino A., Iacobellis F., Di Sarno G., D’Aniello F., Izzo D., Paladino F., et al. Role of tridimensional endoanal ultrasound (3D-EAUS) in the preoperative assessment of perianal sepsis. *Int. J. Colorectal Dis.* 2015; 30(4): 535–542. DOI: 10.1007/s00384-015-2167-0
7. Visscher A.P., Schuur D., Slooff R.A., Meijerink W.J., Deen-Molenaar C.B., Felt-Bersma R.J. Predictive factors for recurrence of cryptoglandular fistulae characterized by preoperative three-dimensional endoanal ultrasound. *Colorectal Dis.* 2016; 18(5): 503–509. DOI: 10.1111/codi.13211
8. Mihmanli I., Kantarci F., Dogra V.S. Endoanorectal ultrasonography. *Ultrasound Q.* 2011; 27(2): 87–104. DOI: 10.1097/RUQ.0b013e31821c7f21
9. Шельгин Ю.А., Васильев С.В., Веселов А.В., Грошинин В.С., Кашников В.Н., Королик В.Ю. и др. Свищ заднего прохода. *Колопроктология.* 2020; 19(3): 10–25 DOI: 10.33878/2073-7556-2020-19-3-10-25
10. Шайдуров А.А. Математическая модель анализа медицинских данных на основе соотношения ошибок первого и второго рода. *Известия Алтайского государственного университета.* 2013; 1(2): 131–134. DOI: 10.14258/izvasu(2013)1.2-26
11. Костарев И.В., Титов А.Ю., Мудров А.А., Аносов И.С. Результаты лечения экстрасфинктерных свищей прямой кишки методом переведения свищевого хода в межсфинктерное пространство. *Анналы хирургии.* 2016; 21(6): 390–395. DOI: 10.18821/1560-9502-2016-21-6-390-395
12. Sugrue J., Nordenstam J., Abcarian H., Bartholomew A., Schwartz J.L., Mellgren A., Tozer P.J. Pathogenesis and persistence of cryptoglandular anal fistula: a systematic review. *Tech. Coloproctol.* 2017; 21(6): 425–432. DOI: 10.1007/s10151-017-1645-5
13. Criado J.M., Salto L.G., Rivas P.F., Hoyo L.F., Velasco L.G., Vacas M.I., et al. MR imaging evaluation of perianal fistulas: spectrum of imaging features. *Radiographics.* 2012; 32(1): 175–194. DOI: 10.1148/rgr.321115040
14. Шельгин Ю.А., Елигулашвили Р.Р., Зароднюк И.В., Костарев И.В., Черножукова М.О. Применение магнитно-резонансной томографии у больных хроническим парапроктитом (предварительные результаты). *Медицинская визуализация.* 2017; 1: 75–84. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-75-84
15. Regadas F.S., Murad-Regadas S.M. Commentary on “Impact of 3-dimensional endoanal ultrasound on the outcome of anal fistula surgery: a prospective cohort study”. *Colorectal Dis.* 2015; 17(12): 1112–1113. DOI: 10.1111/codi.13140
16. Murad-Regadas S.M., Regadas F.S., Rodrigues L.V., Holanda Ede C., Barreto R.G., Oliveira L. The role of 3-dimensional anorectal ultrasonography in the assessment of anterior transsphincteric fistula. *Dis. Colon. Rectum.* 2010; 53(7): 1035–1040. DOI: 10.1007/DCR.0b013e3181dce163
17. Liang C., Lu Y., Zhao B., Du Y., Wang C., Jiang W. Imaging of anal fistulas: comparison of computed tomographic fistulography and magnetic resonance imaging. *Korean. J. Radiol.* 2014; 15(6): 712–723. DOI: 10.3348/kjr.2014.15.6.712
18. Ding J.H., Bi L.X., Zhao K., Feng Y.Y., Zhu J., Zhang B., et al. Impact of three-dimensional endoanal ultrasound on the outcome of anal fistula surgery: a prospective cohort study. *Colorectal Dis.* 2015; 17(12): 1104–1112. DOI: 10.1111/codi.13108

REFERENCES

1. Eligulashvili R.R., Zароднюк I.V., Shelygin Y.A., Kostarev I.V. Magnetic-resonance tomography in diagnostics of perianal fistulas. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2018; 8(3): 213–226 (In Russ., English abstract). DOI: 10.21569/2222-7415-2018-8-3-213-226
2. Musin A.I., Kostarev I.V. Management of anal abscess. *Annaly Khirurgii (Russian Journal of Surgery).* 2017; 22(2): 81–87 (In Russ., English abstract). DOI: 10.18821/1560-9502-2017-22-2-81-87
3. Musin A.I., Kostarev I.V. Seton drainage in sphincter-sparing treatment of rectal fistulas. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2018; 8: 65–72 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17116/hirurgia201808265
4. Siddiqui M.R., Ashrafian H., Tozer P., Daulatzai N., Burling D., Hart A., et al. A diagnostic accuracy meta-analysis of endoanal ultrasound and MRI for perianal fistula assessment. *Dis. Colon. Rectum.* 2012; 55(5): 576–585. DOI: 10.1097/DCR.0b013e318249d26c
5. Albir G.M., Botello S.G., Valero P.E., Santafe A.S., Macias A.E., Lorente B.F., Garcia-Granero E. Evaluacion de las fistulas perianales mediante ecografia endoanal tridimensional y correlacion con los hallazgos intraoperatorios. *Cir. Esp.* 2010; 87(5): 299–305. DOI: 10.1016/j.ciresp.2010.02.006
6. Brillantino A., Iacobellis F., Di Sarno G., D’Aniello F., Izzo D., Paladino F., et al. Role of tridimensional endoanal ultrasound (3D-EAUS) in the preoperative assessment of perianal sepsis. *Int. J. Colorectal Dis.* 2015; 30(4): 535–542. DOI: 10.1007/s00384-015-2167-0
7. Visscher A.P., Schuur D., Slooff R.A., Meijerink W.J., Deen-Molenaar C.B., Felt-Bersma R.J. Predictive factors for recurrence of cryptoglandular fistulae characterized by preoperative three-dimensional endoanal ultrasound. *Colorectal Dis.* 2016; 18(5): 503–509. DOI: 10.1111/codi.13211
8. Mihmanli I., Kantarci F., Dogra V.S. Endoanorectal ultrasonography. *Ultrasound Q.* 2011; 27(2): 87–104. DOI: 10.1097/RUQ.0b013e31821c7f21

9. Shelygin Y.A., Vasiliev S.V., Veselov A.V., Groshilin V.S., Kashnikov V.N., Korolik V.Y., et al. Anal fistula. *Koloproktologia*. 2020; 19(3): 10–25 (In Russ., English abstract). DOI: 10.33878/2073-7556-2020-19-3-10-25
10. Shaidurov A.A. Mathematical model for analysis of medical data based on relative errors of the first and second kind. *Izvestiya of Altai State University*. 2013; 1(2): 131–134 (In Russ., English abstract). DOI: 10.14258/izvasu(2013)1.2-26
11. Kostarev I.V., Titov A.Yu., Mudrov A.A., Anosov I.S. Conversion of suprasphincteric fistula track into intersphincteric: results of a single center prospective trial. *Annaly Khirurgii (Annals of Surgery, Russian journal)*. 2016; 21(6): 390–395 (In Russ., English abstract). DOI: 10.18821/1560-9502-2016-21-6-390-395
12. Sugrue J., Nordenstam J., Abcarian H., Bartholomew A., Schwartz J.L., Mellgren A., Tozer P.J. Pathogenesis and persistence of cryptoglandular anal fistula: a systematic review. *Tech. Coloproctol*. 2017; 21(6): 425–432. DOI: 10.1007/s10151-017-1645-5.
13. Criado J.M., Salto L.G., Rivas P.F., Hoyo L.F., Velasco L.G., Vacas M.I., et al. MR imaging evaluation of perianal fistulas: spectrum of imaging features. *Radiographics*. 2012; 32(1): 175–194. DOI: 10.1148/rg.321115040
14. Shelygin Y.A., Eligulashvili R.R., Zarodnyuk I.V., Kostarev I.V., Chernozhukova M.O. The Use of Magnetic Resonance Imaging in Patients with Chronic Paraproctitis (Preliminary Results). *Medical Visualization*. 2017; 1: 75–84 (In Russ., English abstract). DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-75-84
15. Regadas F.S., Murad-Regadas S.M. Commentary on «Impact of 3-dimensional endoanal ultrasound on the outcome of anal fistula surgery: a prospective cohort study». *Colorectal Dis*. 2015; 17(12): 1112–1113. DOI: 10.1111/codi.13140
16. Murad-Regadas S.M., Regadas F.S., Rodrigues L.V., Holanda Ede C., Barreto R.G., Oliveira L. The role of 3-dimensional anorectal ultrasonography in the assessment of anterior transsphincteric fistula. *Dis. Colon. Rectum*. 2010; 53(7): 1035–1040. DOI: 10.1007/DCR.0b013e3181dce163
17. Liang C., Lu Y., Zhao B., Du Y., Wang C., Jiang W. Imaging of anal fistulas: comparison of computed tomographic fistulography and magnetic resonance imaging. *Korean. J. Radiol*. 2014; 15(6): 712–723. DOI: 10.3348/kjr.2014.15.6.712
18. Ding J.H., Bi L.X., Zhao K., Feng Y.Y., Zhu J., Zhang B., et al. Impact of three-dimensional endoanal ultrasound on the outcome of anal fistula surgery: a prospective cohort study. *Colorectal Dis*. 2015; 17(12): 1104–1112. DOI: 10.1111/codi.13108

ВКЛАД АВТОРОВ

Киселев Д.О.

Разработка концепции — развитие ключевых целей и задач.

Проведение исследования — сбор и анализ полученных данных.

Подготовка и редактирование текста — критический пересмотр черновика рукописи с внесением ценного замечания интеллектуального содержания.

Утверждение окончательного варианта статьи — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Проведение статистического анализа — применение статистических, математических, вычислительных или других формальных методов для анализа и синтеза данных исследования.

Зароднюк И.В.

Разработка концепции — формирование идеи, развитие ключевых целей и задач.

Проведение исследования — сбор и анализ полученных данных.

Подготовка и редактирование текста — критический пересмотр черновика рукописи с внесением ценного замечания интеллектуального содержания.

Утверждение окончательного варианта статьи — принятие ответственности за все аспекты работы,

целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Разработка методологии — разработка или дизайн методологии, создание моделей.

Трубачева Ю.Л.

Разработка концепции — формирование идеи, развитие ключевых целей и задач.

Проведение исследования — сбор и анализ полученных данных.

Подготовка и редактирование текста — критический пересмотр черновика рукописи с внесением ценного замечания интеллектуального содержания.

Утверждение окончательного варианта статьи — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Ресурсное обеспечение исследования — предоставление реагентов, материалов, пациентов, лабораторных образцов, животных, измерительных приборов, вычислительных ресурсов или иных инструментов для анализа.

Елигулашвили Р.Р.

Разработка концепции — формирование идеи, развитие ключевых целей и задач.

Проведение исследования — сбор и анализ полученных данных.

Подготовка и редактирование текста — критический пересмотр черновика рукописи с внесением ценного замечания интеллектуального содержания.

Утверждение окончательного варианта статьи — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Создание программного обеспечения — программирование, разработка программного обеспечения, проектирование компьютерных программ, тестирование существующих компонентов кода.

Матинян А.В.

Разработка концепции — развитие ключевых целей и задач.

Проведение исследования — сбор и анализ полученных данных.

Подготовка и редактирование текста — критический пересмотр черновика рукописи с внесением ценного замечания интеллектуального содержания.

Утверждение окончательного варианта статьи — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Костарев И.В.

Разработка концепции — формирование идеи, развитие ключевых целей и задач.

Проведение исследования — сбор и анализ полученных данных.

Подготовка и редактирование текста — составление черновика рукописи.

Утверждение окончательного варианта статьи — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Визуализация — подготовка, создание и/или презентация опубликованной работы в части визуализации/отображении данных.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Kiselev D.O.

Conceptualisation — development of key goals and objectives.

Conducting research — data collection and analysis.

Text preparation and editing — critical revision of the manuscript draft with a valuable intellectual investment.

Approval of the final manuscript — acceptance of responsibility for all aspects of the work, integrity of all parts of the article and its final version.

Statistical analysis — application of statistical, mathematical, computing or other formal methods for data analysis and synthesis.

Zarodnyuk I.V.

Conceptualisation — concept statement, development of key goals and objectives.

Conducting research — data collection and analysis.

Text preparation and editing — critical revision of the manuscript draft with a valuable intellectual investment.

Approval of the final manuscript — acceptance of responsibility for all aspects of the work, integrity of all parts of the article and its final version.

Methodology development — methodology development or design, model development.

Trubacheva Yu.L.

Conceptualisation — concept statement, development of key goals and objectives.

Conducting research — data collection and analysis.

Text preparation and editing — critical revision of the manuscript draft with a valuable intellectual investment.

Approval of the final manuscript — acceptance of responsibility for all aspects of the work, integrity of all parts of the article and its final version.

Resource support of research — provision of reagents, materials, patients, laboratory samples, animals, measuring equipment, computing or other resources for analyses.

Eligulashvili R.R.

Conceptualisation — concept statement, development of key goals and objectives.

Conducting research — data collection and analysis.

Text preparation and editing — critical revision of the manuscript draft with a valuable intellectual investment.

Approval of the final manuscript — acceptance of responsibility for all aspects of the work, integrity of all parts of the article and its final version.

Software development — programming, software development, software design, existing code testing.

Matinyan A.V.

Conceptualisation — development of key goals and objectives.

Conducting research — data collection and analysis.

Text preparation and editing — critical revision of the manuscript draft with a valuable intellectual investment.

Approval of the final manuscript — acceptance of responsibility for all aspects of the work, integrity of all parts of the article and its final version.

Kostarev I.V.

Conceptualisation — concept statement, development of key goals and objectives.

Conducting research — data collection and analysis.

Text preparation and editing — drafting of the manuscript.

Approval of the final manuscript — acceptance of responsibility for all aspects of the work, integrity of all parts of the article and its final version.

Visualisation — preparation, creation and/or presentation of the published work with data visualisation/display.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Киселев Дмитрий Олегович* — аспирант, врач отделения ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

<https://orcid.org/0000-0001-8332-7540>

Контактная информация: e-mail: dokiselev@yandex.ru; тел.: +7 (499) 199-66-86, +7 (903) 151-40-30;

ул. Саляма Адилы, д. 2, г. Москва, 123423, Россия.

Зароднюк Ирина Владимировна — доктор медицинских наук, руководитель отдела рентгенодиагностики, компьютерной и магнитно-резонансной томографии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

<https://orcid.org/0000-0002-9442-7480>

Трубачева Юлия Леонидовна — кандидат медицинских наук, руководитель отдела ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

<https://orcid.org/0000-0002-8403-195X>

Елигулашвили Реваз Рамазович — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела рентгенодиагностики, компьютерной и магнитно-резонансной томографии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

<https://orcid.org/0000-0001-9885-6824>

Матинян Анушаван Ваагнович — аспирант, врач отделения малоинвазивной проктологии и тазовой хирургии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

<https://orcid.org/0000-0002-7916-4707>

Dmitrii O. Kiselev* — Postgraduate Student, Physician, Department of Ultrasonic Diagnosis, Ryzhikh National Medical Research Centre for Coloproctology.

<https://orcid.org/0000-0001-8332-7540>

Contact information: e-mail: dokiselev@yandex.ru; tel.: +7 (499) 199-66-86, +7 (903) 151-40-30;

Salyama Adilya str., 2, Moscow, 123423, Russia.

Irina V. Zarodnyuk — Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of X-ray Diagnosis, Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging, Ryzhikh National Medical Research Centre for Coloproctology.

<https://orcid.org/0000-0002-9442-7480>

Yuliya L. Trubacheva — Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Ultrasonic Diagnosis, Ryzhikh National Medical Research Centre for Coloproctology.

<https://orcid.org/0000-0002-8403-195X>

Revaz R. Eligulashvili — Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of X-ray Diagnosis, Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging, Ryzhikh National Medical Research Centre for Coloproctology.

<https://orcid.org/0000-0001-9885-6824>

Anushavan V. Matinyan — Postgraduate Student, Physician, Department of Minimally Invasive Proctology and Pelvic Surgery, Ryzhikh National Medical Research Centre for Coloproctology.

<https://orcid.org/0000-0002-7916-4707>

Костарев Иван Васильевич — доктор медицинских наук, заведующий отделением малоинвазивной проктологии и тазовой хирургии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации; доцент кафедры колопроктологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

<https://orcid.org/0000-0002-1778-0571>

Ivan V. Kostarev — Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Minimally Invasive Proctology and Pelvic Surgery, Ryzhikh National Medical Research Centre for Coloproctology; Assoc. Prof., Chair of Coloproctology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education.

<https://orcid.org/0000-0002-1778-0571>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author