



Сравнение магнитно-резонансной и традиционной уретрографии по точности оценки длины стриктуры уретры: систематический обзор и метаанализ

© Магомед И. Катибов¹, Андрей Б. Богданов^{2,3}, Александр М. Плесовский^{4,5}, Олег Б. Лоран³

¹ Городская клиническая больница [Махачкала, Россия]

² Московский многопрофильный научно-клинический центр им. С.П. Боткина [Москва, Россия]

³ Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования [Москва, Россия]

⁴ Областная клиническая больница Калининградской области [Калининград, Россия]

⁵ Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта [Калининград, Россия]

Аннотация

Введение. Применение магнитно-резонансной томографии (МРТ) для диагностики стриктуры уретры является перспективным направлением. В настоящее время в мировой литературе представлено очень мало исследований, посвящённых данной проблеме.

Цель исследования. Сравнение МРТ и традиционной уретрографии по точности оценки длины стриктуры уретры путём проведения систематического обзора и метаанализа.

Материалы и методы. Поиск источников литературы выполнен по базам данных PubMed, Scopus и Российского индекса научного цитирования. Ограничений по годам публикации не было. Критериями включения исследований в метаанализ служили: 1) оригинальный характер научного исследования; 2) сравнение в рамках одного исследования данных ретроградной уретрографии (РУГ) с или без проведения микционной цистоуретрографии (МЦУГ) и МРТ по оценке длины стриктуры передней или задней уретры с сопоставлением этих данных с интраоперационными значениями протяжённости стриктуры уретры; 3) публикация работы в рецензируемом научном журнале (полнотекстовая версия статьи). Первоначальный поиск выявил 312 публикаций, в окончательный вариант анализа были отобраны 8 исследований.

Результаты. Средняя длина стриктуры уретры по данным РУГ + МЦУГ имела достоверное различие с интраоперационной средней длиной как при сравнении результатов всех 8 исследований (разница в средних значениях — 12,6 мм), так и при сравнении 7 исследований за исключением 1 исследования с большим удельным весом (разница в средних значениях — 3,8 мм). Средняя длина стриктуры уретры, по данным МРТ, имела достоверное различие с интраоперационной средней длиной только при сравнении результатов всех 8 исследований (разница в средних значениях — 7,73 мм), однако при сравнении 7 исследований за исключением 1 исследования с большим удельным весом значимого различия не установлено (разница в средних значениях — 0,24 мм).

Заключение. МРТ позволяет получить более точную относительно традиционной уретрографии и сопоставимую с интраоперационными данными информацию о длине стриктуры уретры, в силу чего следует более активно использовать её в диагностике стриктуры уретры.

Ключевые слова: стриктура уретры; облитерация уретры; дистракционный дефект уретры; уретрография; цистоуретрография; магнитно-резонансная томография уретры

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки. **Конфликт интересов.** Автор статьи Олег Борисович Лоран является членом редакционной коллегии журнала «Вестник урологии». Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования независимыми экспертами. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Вклад авторов: М.И. Катибов — концепция исследования, обзор публикаций, сбор данных, статистическая обработка данных, анализ данных, написание текста рукописи; А.Б. Богданов — разработка дизайна исследования, обзор публикаций, анализ данных, написание текста рукописи; А.М. Плесовский — обзор публикаций, сбор данных, анализ данных; О.Б. Лоран — критический обзор, научное редактирование, научное руководство.

✉ **Корреспондирующий автор:** Магомед Исламбекович Катибов; mikatibov@mail.ru

Поступила в редакцию: 18.04.2025. **Принята к публикации:** 10.03.2026. **Опубликована:** 26.04.2026.

Для цитирования: Катибов М.И., Богданов А.Б., Плесовский А.М., Лоран О.Б. Сравнение магнитно-резонансной и традиционной уретрографии по точности оценки длины стриктуры уретры: систематический обзор и мета-анализ. *Вестник урологии*. 2026;14(2):90-101. DOI: 10.21886/2308-6424-2026-14-2-90-101.

Comparison of magnetic resonance imaging and conventional urethrography for accuracy of assessment of urethral stricture length: a systematic review and metaanalysis

© Magomed I. Katibov¹, Andrey B. Bogdanov^{2,3}, Alexander M. Plesovsky^{4,5}, Oleg B. Loran³

¹ Makhachkala City Clinical Hospital [Makhachkala, Russia]

² Botkin Moscow Multidisciplinary Scientific and Clinical Centre [Moscow, Russia]

³ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education [Moscow, Russia]

⁴ Kaliningrad Regional Clinical Hospital [Kaliningrad, Russia]

⁵ Immanuel Kant Baltic Federal University [Kaliningrad, Russia]

Abstract

Introduction. The use of magnetic resonance imaging (MRI) for the diagnosis of urethral stricture is a promising direction. Currently, very few studies addressing this issue are available in the international literature.

Objective. To compare MRI and retrograde urethrography in terms of accuracy of urethral stricture length assessment by conducting a systematic review and meta-analysis.

Materials & methods. A literature search was performed in the PubMed, Scopus, and Russian Scientific Citation Index databases, without restrictions on the year of publication. Study inclusion criteria for the meta-analysis were: (1) original research; (2) within the same study, comparison of retrograde urethrography (RUG) with or without voiding cystourethrography (VCUG) and MRI for assessment of anterior or posterior urethral stricture length, with correlation of these data against intraoperative stricture length measurements; (3) publication in a peer-reviewed scientific journal (full-text article). The initial search identified 312 publications, of which eight studies were included in the final analysis.

Results. The mean urethral stricture length by RUG + VCUG differed significantly from the mean intraoperative stricture length, both when comparing all eight studies (mean difference 12.6 mm) and when comparing seven studies excluding one study with a large weight (mean difference 3.8 mm). The mean urethral stricture length by MRI differed significantly from the mean intraoperative length only when comparing all eight studies (mean difference 7.73 mm), whereas no significant difference was observed when comparing seven studies excluding one study with a large weight (mean difference 0.24 mm).

Conclusion. MRI provides more accurate information on urethral stricture length compared with conventional urethrography and yields data comparable to intraoperative measurements. Therefore, MRI should be used more actively in the diagnosis of urethral stricture.

Keywords: urethral stricture; urethral obliteration; urethral distraction defect; urethrography; cystourethrography; magnetic resonance imaging of the urethra

Financing. The study was not sponsored. **Conflicts of interest.** The author of the article, Oleg B. Loran, is a member of the Editorial Board of the journal "Urology Herald / Vestnik Urologii". The article passed the journal's peer review procedure by independent experts. The authors declared no other conflicts of interest.

Author contributions: M.I. Katibov — study concept, literature review, data collection, statistical analysis, data analysis, drafting the manuscript; A.B. Bogdanov — study design, literature review, data analysis, drafting the manuscript; A.M. Plesovsky — literature review, data collection, data analysis; O.B. Loran — critical review, scientific editing, scientific supervision.

✉ **Corresponding author:** Magomed I. Katibov, mikatibov@mail.ru

Received: 18.04.2025. **Accepted:** 10.03.2026. **Published:** 26.04.2026.

For citation: Katibov M.I., Bogdanov A.B., Plesovsky A.M., Loran O.B. Comparison of magnetic resonance imaging and conventional urethrography for accuracy of assessment of urethral stricture length: a systematic review and meta-analysis. *Urology Herald*. 2026;14(2):90-101. (In Russ.) DOI: 10.21886/2308-6424-2026-14-2-90-101.

Введение

Стриктура уретры достаточно часто встречается среди мужского населения во всем мире и существенно влияет на качество жизни пациентов. За последние десятилетия отмечается тенденция к увеличению частоты данного заболевания прежде всего из-за быстрого развития и доступности

малоинвазивных трансуретральных урологических вмешательств, а также травм уретры, связанных с дорожно-транспортными происшествиями или несчастными случаями на рабочем месте [1, 2].

Для оценки стриктуры уретры обычно применяется ретроградная уретрография (РУГ), которая считается стандартным ме-

тодом визуализации уретры. Однако она имеет такие ограничения, как неточное определение длины стриктуры (которая варьируется в зависимости от положения пациента и степени растяжения полового члена) и отсутствие информации о состоянии периуретральной ткани [3]. Для преодоления указанных ограничений как альтернативный инструмент была предложена соноуретрография, которая позволяет с большей чувствительностью по сравнению с РУГ оценить такие характеристики, как протяжённость стриктуры, диаметр уретры и наличие периуретральной патологии (спонгиоз, ложные ходы и другие) [4]. При этом следует добавить, что при оценке указанных параметров магнитно-резонансная томография (МРТ) превосходит соноуретрографию, что было подтверждено результатами ряда исследований [5 – 7]. МРТ способна обеспечить чёткое очертание анатомических деталей уретры и периуретральных тканей с трёхмерной ориентацией области поражения [8 – 12]. В результате получения более точной информации о длине стриктуры уретры, степени сужения просвета уретры и тяжести спонгиоза на предоперационном этапе становится возможным корректное планирование объёма и выбор оптимального варианта хирургического вмешательства для таких пациентов [13, 14]. Несмотря на потенциальные преимущества данного метода к настоящему времени в клинической практике МРТ широко не применяется, а в мировой литературе представлено очень много исследований о роли МРТ в оценке стриктур уретры у мужчин. Среди недавних работ по использованию МРТ при стриктурах уретры было несколько обзорных исследований [15 – 17], но все они носили несистематический характер. Поэтому актуальным представляется проведение систематического обзора литературы и мета-анализа исследований по данной теме.

Таким образом, **целью исследования** послужило сравнение магнитно-резонансной и традиционной уретрографии в точности оценки длины стриктуры уретры путём проведения систематического обзора и мета-анализа.

Материалы и методы

При выполнении систематического обзора литературы и отбора исследований

для включения в метаанализ были использованы критерии PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses) [18].

Поиск источников литературы выполнен по базам данных PubMed, Scopus и Российского индекса научного цитирования с использованием следующих ключевых слов на английском языке и их аналогов на русском языке: «urethral stricture», «urethral obliteration», «urethral stenosis», «urethral distraction defect», «urethral injury», «magnetic resonance imaging», «uretrography»; «cystourethrography»; «magnetic resonance imaging of the urethra», «MR-uretrography». Кроме того, литературный поиск дополнительно был проведён по ссылкам из первоначально выбранных научных исследований. Ограничений по годам публикации не было.

Критериями включения исследований в мета-анализ служили: 1) оригинальный характер научного исследования; 2) сравнение в рамках одного исследования данных РУГ (с проведением микционной цистоуретрографии (МЦУГ)) и МРТ по оценке длины стриктуры передней или задней уретры с сопоставлением этих данных с интраоперационными значениями протяжённости стриктуры уретры или без него; 3) публикация работы в рецензируемом научном журнале (полнотекстовая версия статьи).

Критериями исключения были: 1) абстракт статьи; 2) тезисы конференций; 3) патенты об изобретении; 4) дублирующие публикации; 5) обзорные работы и другие виды неоригинальных исследований; 6) редакционные комментарии, ответы и письма; 7) оригинальное исследование по сравнению МРТ и традиционной уретрографии без представления данных о протяжённости стриктуры по каждому диагностическому методу и интраоперационному показателю.

Сбор данных производили по следующим пунктам: 1) количество пациентов со стриктурой уретры (n); 2) локализация стриктуры уретры; 3) среднее значение (M) $\pm$ стандартное отклонение (SD) длины стриктуры по данным РУГ (с или без МЦУГ), МРТ уретры и интраоперационной картины.

Поиск в вышеуказанных базах данных и по ссылкам из первоначальных работ выявил 312 публикаций. Первоначальная проверка заголовка и аннотации привела к исключению 260 исследований по различ-

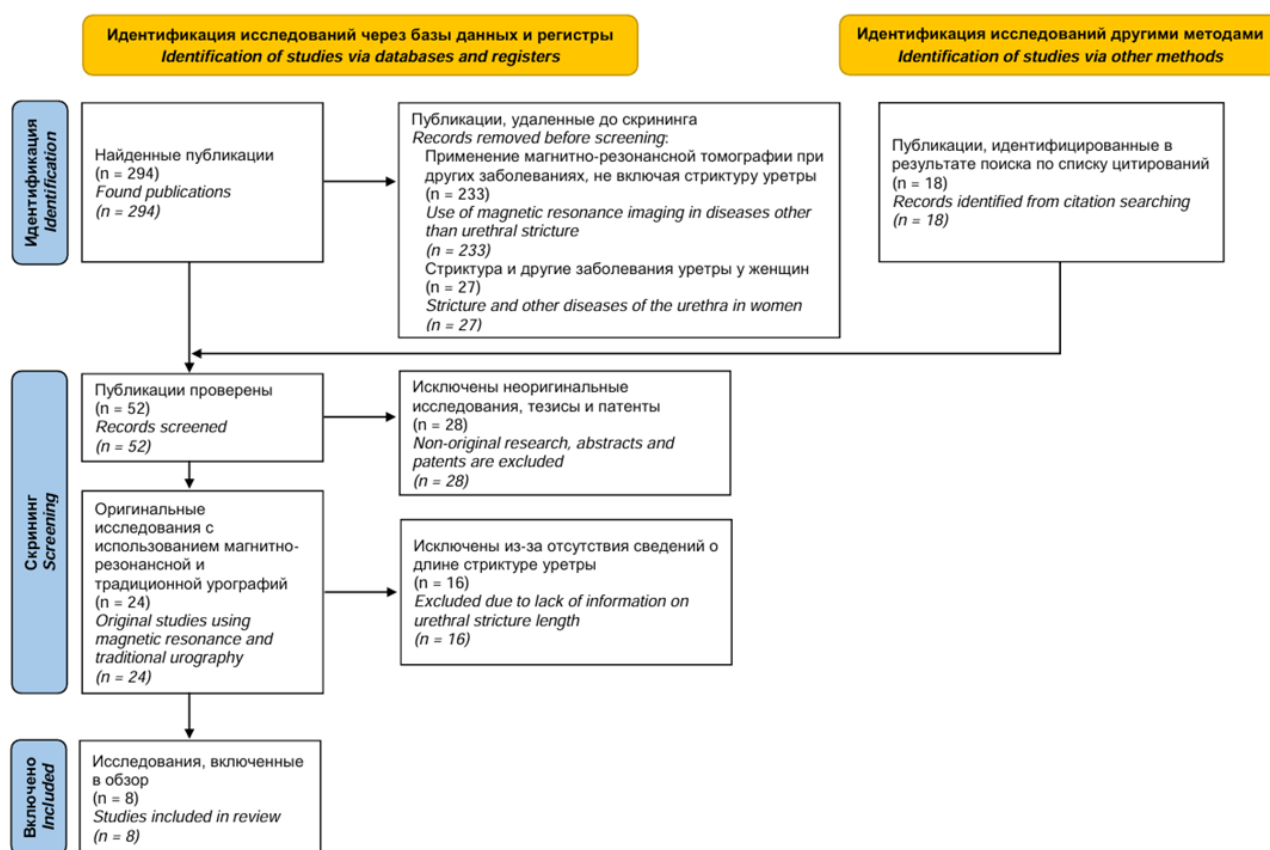


Рисунок 1. Диаграмма PRISMA, отражающая алгоритм литературного поиска и включения данных в метаанализ

Figure 1. PRISMA scheme for literature search and data inclusion in meta-analysis

ным критериям. Из оставшихся 52 работ на основе отмеченных критериев включения и исключения в окончательный вариант систематического обзора и метаанализа были отобраны 8 оригинальных исследований, в которых проводилось прямое сравнение РУГ + МЦУГ с МРТ по точности определения длины стриктуры уретры (рис. 1).

Статистический анализ. Статистическая обработка данных проведена с использованием программы Comprehensive Meta-Analysis Version 4 ("Biostat, Inc."; Englewood, NJ, USA). Для оценки размера эффекта в метаанализе использовали модель с фиксированным эффектом, которая подразумевает, что включенные в метаанализ исследования очень похожи друг на друга в отношении дизайна, количества пациентов, методологии проведения, оценки результатов и других параметров [19]. Именно поэтому было отдано предпочтение модели с фиксированным эффектом, так как во всех включенных в метаанализ работах дизайн исследования (сопоставление данных предоперационного обследования с интраопе-

рационными показателями), методология проведения сравниваемых предоперационных диагностических тестов (техника выполнения РУГ + МЦУГ, МРТ), способ оценки их результатов и интраоперационных данных (измерение длины стриктуры уретры) в целом были похожи между собой, хотя по количеству пациентов между исследованиями имелись существенные различия. Исходя из указанных соображений не использована модель со случайными эффектами, так как она рекомендована при различиях между исследованиями по многим вышеупомянутым факторам, а не только по одному фактору (по объёму выборки), как в нашей работе. Оценку гетерогенности проводили с помощью Q-теста и индекса I². Размер эффекта для этих исследований оценивали по разнице в средних значениях длины стриктуры уретры с 95% доверительным интервалом (ДИ) между данными, полученными при традиционной уретрографии и МРТ уретры, и интраоперационными показателями. Принятый уровень значимости $p < 0,05$ при $\alpha = 0,05$.

Исследование / Study	Д1 / D1	Д2 / D2	Д3 / D3	Д4 / D4	Д5 / D5	Д6 / D6	Д7 / D7	Общая оценка / Overall
Sung et al., 2006 [25]	+	+	+	+	—	+	+	+
El-Ghar et al., 2010 [5]	+	+	+	+	+	+	+	+
Oh et al., 2010 [22]	+	+	+	+	—	+	+	+
Домбровский и соавт., 2015 [20] / Dombrowski et al., 2015 [20]	+	+	+	+	×	—	—	—
Fath El-Bab et al., 2015 [24]	+	+	+	+	+	+	+	+
Tao et al., 2019 [23]	+	+	+	—	+	+	+	+
Mikolaj et al., 2021 [7]	+	+	+	+	+	+	+	+
Богданов и соавт., 2023 [21] / Bogdanov et al., 2023 [21]	+	+	+	+	+	+	+	+

Оценка риска / Judgement: × высокий / serious; — умеренный / moderate; + низкий / low

Домены / Domains: Д1 / D1 – конфаундинг / confounding; Д2 / D2 – отбор и включение пациентов / selection of participants; Д3 / D3 – вмешательство / classification of interventions; Д4 / D4 – расхождение с протоколом / deviations from intended interventions; Д5 / D6 – пропущенные данные / missing data; Д6 / D6 – оценка конечной точки / measurement of outcome; Д7 / D7 – представление результатов / selection of reported results

Рисунок 2. Оценка риска публикационных смещений
Figure 2. Assessing the risk of publication bias

С учётом того, что все рассматриваемые работы представляли собой нерандомизированные клинические исследования, оценку риска систематических ошибок (качества включенных в метаанализ исследований) проводили с использованием графика риска публикационных смещений на основе 7 доменов — факторов, ассоциированных с риском смещения, таких как конфаундинг (влияние вмешивающихся факторов), отбор и включение пациентов, вмешательство, расхождение с протоколом, пропущенные данные, оценка конечной точки, представление результатов [19] (рис. 2). При этом градацию риска проводили по следующим категориям: низкий, умеренный и высокий.

Результаты

Всего идентифицированы 8 оригинальных исследований, в которых имело место сравнение магнитно-резонансной и традиционной уретрографии в точности определения протяжённости стриктуры уретры. Среди них 2 работы представляли собой российские исследования [20, 21]. Данные исследования включали от 6 до 121 пациента. В выбранной серии работ 2 исследования включали только пациентов со стриктурой передней уретры, 1 исследование — задней уретры, 5 исследований — передней и задней уретры. Детальное описание по каждому пункту для всех исследований приведено в таблице.

Таблица. Исследования, включенные в систематический обзор и метаанализ
Table. Studies included in the systematic review and metaanalysis

Исследование Study	n	Локализация стриктуры Stricture location	Длина стриктуры по РУГ и МЦУГ, мм Stricture length acg. RUG and VCUG, mm (M ± SD)	Длина стриктуры по МРТ, мм Stricture length acg. MRI, mm (M ± SD)	Интраоперационная длина стриктуры, мм Intraoperative stricture length, mm (M ± SD)
Sung et al., 2006 [25]	12	Передняя уретра + задняя уретра Anterior urethra + posterior urethra	23,1 ± 13,5	18,0 ± 9,6	17,6 ± 10,5
El-Ghar et al., 2010 [5]	29	Передняя уретра + задняя уретра Anterior urethra + posterior urethra	13,5 ± 6,2	11,4 ± 5,0	11,3 ± 4,9
Oh et al., 2010 [22]	25	Задняя уретра Posterior urethra	23,0 ± 13,9	15,6 ± 7,8	15,1 ± 8,1
Домбровский и соавт., 2015 [20] Dombrowski et al., 2015 [20]	121	Передняя уретра + задняя уретра Anterior urethra + posterior urethra	На 13,8 ± 1,0 меньше относительно интра- операционной длины 13.8 ± 1.0 less than the intraoperative length	На 7,9 ± 0,5 меньше относительно интра- операционной длины 7.9 ± 0.5 less than the intraoperative length	Нет данных No data
Fath El-Bab et al., 2015 [24]	20	Передняя уретра Anterior urethra	17,5 ± 10,2	13,2 ± 8,5	12,9 ± 8,3
Tao et al., 2019 [23]	87	Передняя уретра + задняя уретра Anterior urethra + posterior urethra	21,7 ± 6,5	16,8 ± 6,7	16,6 ± 7,0
Mikolaj et al., 2021 [7]	55	Передняя уретра + задняя уретра Anterior urethra + posterior urethra	21,7 ± 15,2	23,9 ± 15,2	23,5 ± 14,9
Богданов и соавт., 2023 [21] Bogdanov et al., 2023 [21]	6	Передняя уретра Anterior urethra	11,5 ± 6,3	17,8 ± 10,9	16,7 ± 9,1

Примечание. РУГ — ретроградная уретрография; МЦУГ — микционная цистоуретрография; МРТ — магнитно-резонансная томография

Note. RUG — retrograde urethrography; VCUG — voiding cystourethrography; MRI — magnetic resonance imaging

В 7 исследованиях были представлены в абсолютном выражении сведения о средней длине стриктуры уретры по всем трём вариантам измерений: РУГ + МЦУГ, МРТ и интраоперационной картины. В одном исследовании (В.И. Домбровский и соавт., 2015) были указаны только относительные значения средней длины стриктуры уретры в виде $M \pm SD$ по данным предоперационного обследования по сравнению с интраоперационными значениями [20]. Интеграция данных из этого исследования с абсолютными значениями из других исследований для проведения метаанализа была проведена следующим путём: среднюю длину стриктуры уретры по интраоперационным данным условно считали равной 15,0 мм, а по данным РУГ + МЦУГ и МРТ, — на $13,8 \pm 1,0$ мм и $7,9 \pm 0,5$ мм соответственно меньше относительно интра-

операционной длины. Такое допущение, на наш взгляд, не противоречило критерию включения исследования В.И. Домбровского и соавт. (2015) в настоящий метаанализ, так как именно оценка различий средних значений длины стриктуры уретры относительно интраоперационных показателей для каждого диагностического метода являлась основной целью данного анализа, а не сопоставление абсолютных значений длины стриктуры уретры. В силу указанных причин данное исследование В.И. Домбровского и соавт. (2015) имело умеренный риск систематических ошибок, тогда как во всех остальных 7 исследованиях такой риск был признан как низкий [20].

При проведении метаанализа по сопоставлению данных РУГ + МЦУГ с интраоперационными показателями с включением всех 8 исследований было установлено,

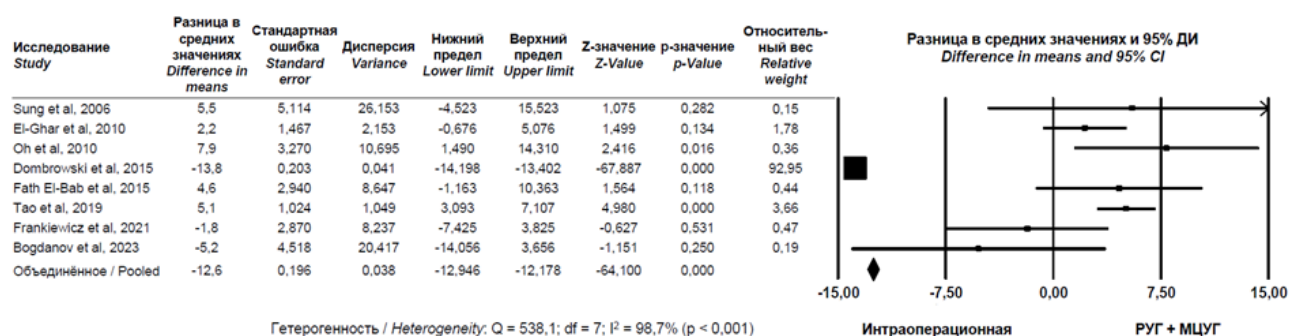


Рисунок 3. Сравнение данных традиционной уретрографии и интраоперационных результатов по длине стриктуры уретры с включением всех исследований (РУГ — ретроградная уретрография; МЦУГ — микционная цистоуретрография; ДИ — доверительный интервал)

Figure 3. Comparison of conventional urethrography data and intraoperative results for urethral stricture length including all studies (RUG — retrograde urethrography; VCUG — voiding cystourethrography; CI — confidence interval)

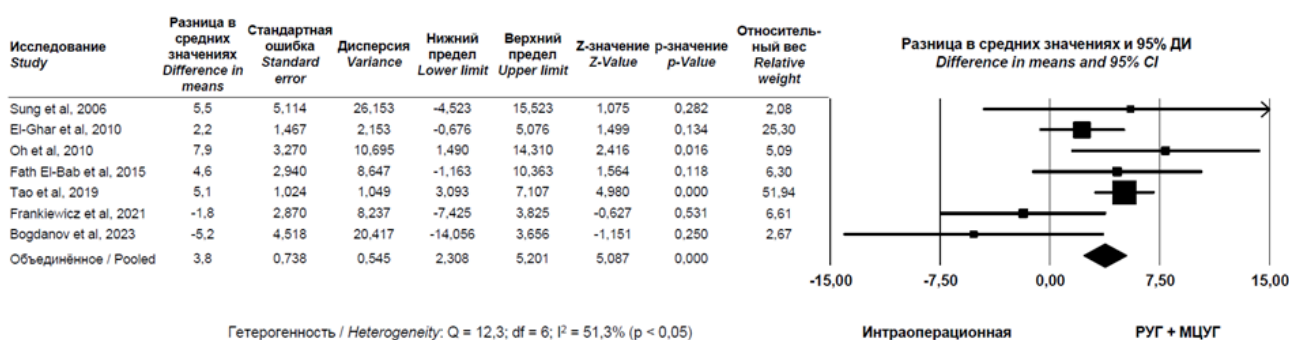


Рисунок 4. Сравнение данных традиционной уретрографии и интраоперационных результатов по длине стриктуры уретры без включения исследования В.И. Домбровского и соавт. [20] (РУГ — ретроградная уретрография; МЦУГ — микционная цистоуретрография; ДИ — доверительный интервал)

Figure 4. Comparison of conventional urethrography data and intraoperative results for urethral stricture length excluding the study by V.I. Dombrowski et assoc. [20] (RUG — retrograde urethrography; VCUG — voiding cystourethrography; CI — confidence interval)

что по трём исследованиям [20, 22, 23] и в целом по объединённому по всем исследованиям итоговому результату имеется достоверное различие между этими способами определения длины стриктуры уретры ($p < 0,001$) (рис. 3). Протяжённость стриктуры уретры, по данным РУГ + МЦУГ, в среднем по всем исследованиям была меньше на 12,6 мм (95% ДИ -12,9; -12,2 мм) относительно интраоперационного значения. Однако необходимо добавить, что в большинстве исследований (в 5 из 8) средняя длина стриктуры при РУГ + МЦУГ была больше, чем при интраоперационном измерении. Полученный итоговый результат был обусловлен тем, что одно исследование (В.И. Домбровский и соавт., 2015 [20]) вследствие наибольшего количества пациентов (121 человек) и наиболее выраженной разницы в средних значениях дли-

ны стриктуры уретры (13,8 мм) получило очень высокий относительный вес (92,95%) среди всех исследований, тем самым вызвав смещение среднего значения в сторону преобладания интраоперационной длины над данными РУГ + МЦУГ. К тому же гетерогенность, по результатам данного вида анализа, оказалось очень высокой ($I^2 = 98,7\%$).

С учётом вышеуказанного очень сильного влияния одного исследования на финальные показатели, наибольшего риска систематических ошибок в этом исследовании и высокой гетерогенности при первом варианте анализа логичным и обоснованным представлялось дополнительное проведение данного анализа без включения исследования В.И. Домбровского и соавт. (2015) [20]. Такой анализ также подтвердил наличие статистически значимой разницы

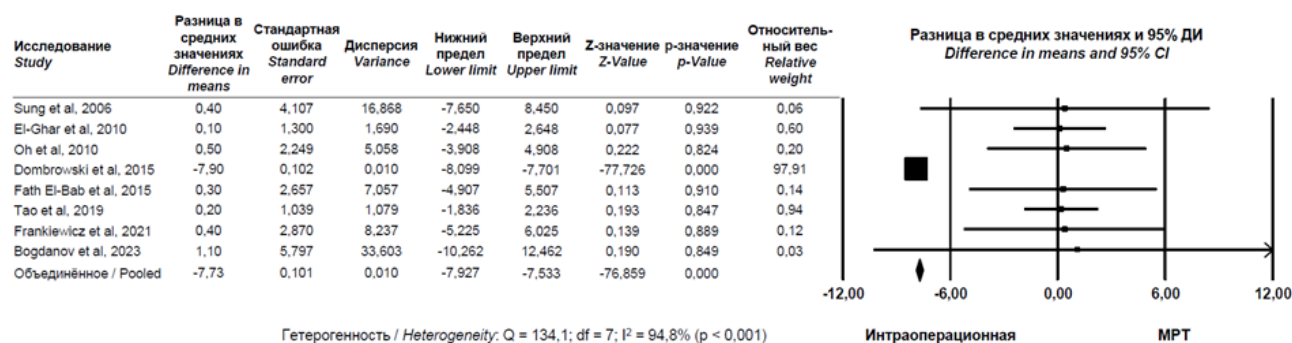


Рисунок 5. Сравнение данных МРТ и интраоперационных результатов по длине стриктуры уретры с включением всех исследований (МРТ — магнитно-резонансная томография; ДИ — доверительный интервал)

Figure 5. Comparison of MRI data and intraoperative results for urethral stricture length including all studies (MRI — magnetic resonance imaging; CI — confidence interval)

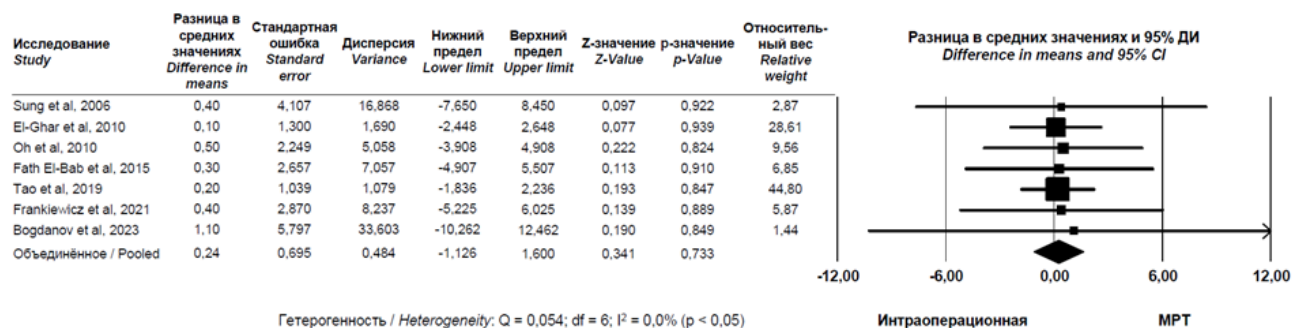


Рисунок 6. Сравнение данных МРТ и интраоперационных результатов по длине стриктуры уретры без включения исследования В.И. Домбровского и соавт. [20] (МРТ — магнитно-резонансная томография; ДИ — доверительный интервал)

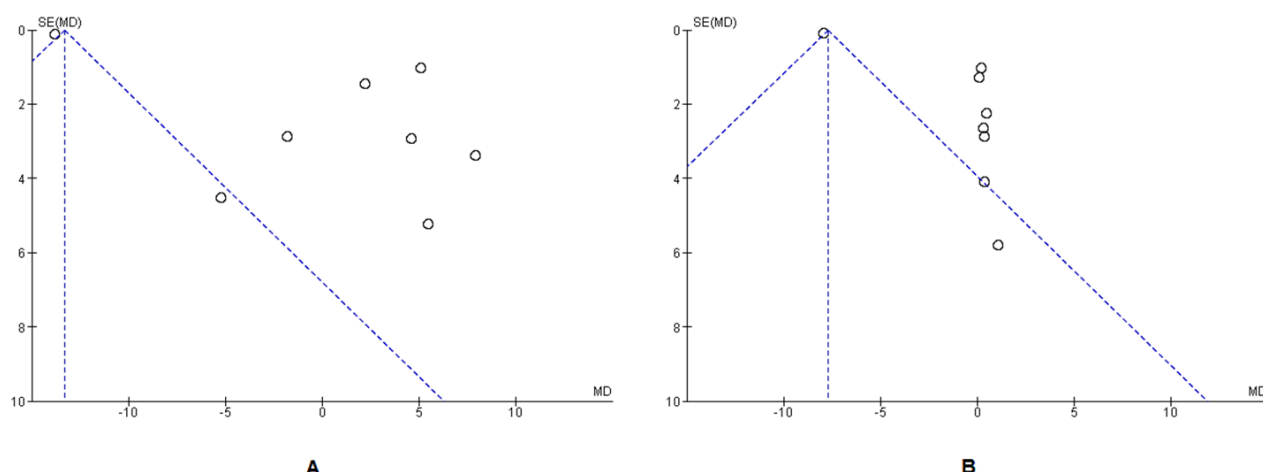
Figure 6. Comparison of MRI data and intraoperative results for urethral stricture length excluding the study by V.I. Dombrowski et al. [20] (MRI — magnetic resonance imaging; CI — confidence interval)

между предоперационными (определёнными с помощью РУГ + МЦУГ) и интраоперационными средними значениями длины стриктуры уретры ($p < 0,05$). Однако в отличие от предыдущего варианта анализа при таком сравнении длина стриктуры уретры, по данным РУГ + МЦУГ, в среднем по всем исследованиям была больше на 3,8 мм (95% ДИ 2,9; 5,2 мм) относительно интраоперационных данных (рис. 4). Такое соотношение между сравниваемыми параметрами следует расценивать как более точное относительно предыдущего варианта сравнения, так как при последнем анализе гетерогенность была ниже и носила умеренный характер ($I^2 = 51,3\%$).

Анализ по сравнению данных МРТ с интраоперационными показателями с включением всех 8 исследований выявил, что по итоговому результату по всем исследованиям между данными способами измерения длины стриктуры имеется статистически значимое различие ($p < 0,001$) (рис. 5). При

этом средняя длина стриктуры уретры по всем исследованиям при МРТ оказалась меньше на 7,73 мм (95% ДИ -7,93; -7,53 мм) по сравнению с интраоперационным значением. Детальная оценка по каждому исследованию показала, что в 7 из 8 исследований результаты МРТ и интраоперационных находок были очень близки с небольшим преобладанием длины стриктуры при МРТ над интраоперационными показателями. Следовательно, вышеуказанный итоговый результат, как и при сравнении РУГ + МЦУГ с интраоперационными данными, был связан с влиянием исследования В.И. Домбровского и соавт. (2015) [20] в силу тех же причин, описанных в предыдущем анализе. Подтверждением этому служит высокая степень гетерогенности, отмеченная при этом варианте анализа ($I^2 = 94,8\%$).

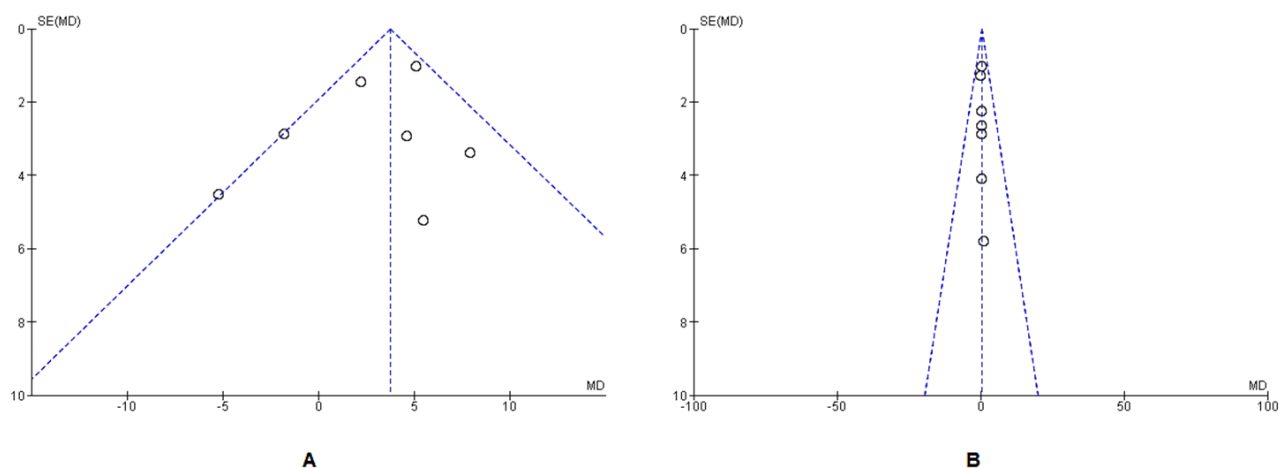
С учётом отмеченных особенностей был проведён дополнительный анализ без включения исследования В.И. Домбровского и соавт. (2015) [20]. Данный анализ по-



SE(MD) — стандартная ошибка / standard error
MD — разница в средних значениях / difference in means

Рисунок 7. Воронкообразные диаграммы для метаанализа с включением всех исследований: А — традиционная уретрография против интраоперационных результатов; В — магнитно-резонансная томография против интраоперационных результатов

Figure 7. Funnel-plots for a meta-analysis of all studies: A — conventional urethrography vs intraoperative findings; B — magnetic resonance imaging vs intraoperative findings



SE(MD) — стандартная ошибка / standard error
MD — разница в средних значениях / difference in means

Рисунок 8. Воронкообразные диаграммы для метаанализа без включения исследования В.И. Домбровского и соавт. [20]: А — традиционная уретрография против интраоперационных результатов; В — магнитно-резонансная томография против интраоперационных результатов

Figure 8. Funnel-plots for meta-analysis excluding the study by V.I. Dombrowski et al. [20]: A — conventional urethrography vs intraoperative findings; B — magnetic resonance imaging vs intraoperative findings

казал отсутствие достоверных различий между средними значениями длины стриктуры уретры, определёнными с помощью МРТ и полученными в ходе оперативного вмешательства ($p > 0,05$), а сама разница в средних значениях протяженности стриктуры носила минимальный характер и составляла лишь 0,24 мм (95% ДИ -1,13; 1,60 мм) (рис. 6). Такое соотношение указывает на практическую идентичность между МРТ и интраоперационными данными по

показателям длины стриктуры уретры. Возможно, этим обстоятельством была обусловлена нулевая гетерогенность, установленная при последнем варианте сравнения исследований ($I^2 = 0,0\%$).

Оценка публикационной ошибки по полученным данным произведена с помощью графического подхода на основе использования воронкообразных диаграмм. Для тех предварительных анализов с включением всех 8 исследований было характерно не-

симметричное размещение на диаграммах результатов исследований относительно истинного среднего размера эффекта, что свидетельствует о наличии существенных публикационных смещений (рис. 7). В отличие от них при последующих анализах после исключения исследования В.И. Домбровского и соавт. (2015) [20] отмечено относительно симметричное размещение оцениваемых параметров на воронкообразных диаграммах, указывающее на низкий риск публикационной ошибки (рис. 8).

Обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что МРТ является достаточно точным методом диагностики стриктуры уретры и позволяет получить практически одинаковые с интраоперационной картиной сведения о протяжённости рубцового процесса в стенке уретры, тогда как традиционный подход в виде использования РУГ (с или без проведения МЦУГ в зависимости от наличия или отсутствия цистостомы) приводит к существенным погрешностям в оценке истинных размеров поражённого участка. Такая закономерность была выявлена в 7 из 8 включённых в метаанализ исследований. Однако необходимо очень осторожно интерпретировать полученные результаты, так как для проведённого метаанализа были характерны определённые ограничения: малое число исследований, небольшой объём выборки пациентов в большинстве исследований, неоднозначный выбор статистической модели и высокая гетерогенность по ряду промежуточных анализов. Следует учитывать, что финальные заключения получены после исключения самого крупного исследования (В.И. Домбровский и соавт., 2015 [20]), имевшего относительный вес в пределах 92,95 – 97,91% в первоначальных анализах. Этот аспект указывает на высокую нестабильность оценок итоговых данных. Так, анализ чувствительности с исключением исследования В.И. Домбровского и соавт. (2015) кардинально изменил результаты как для РУГ + МЦУГ (изменение средней длины стриктуры уретры по всем исследованиям с -12,6 мм до +3,8 мм), так и для МРТ (изменение средней длины стриктуры уретры с -7,73 мм до -0,24 мм) [20]. В то же время необходимо понимать, что отмеченная работа В.И. Домбровского и соавт. (2015) име-

ла самые высокие риски систематических ошибок среди включённых в метаанализ исследований, поэтому его исключение из окончательного анализа представляется вполне обоснованным. Тем не менее следует отметить, что в исследовании В.И. Домбровского и соавт. (2015) показатели МРТ по длине стриктуры уретры были намного ближе к интраоперационным данным, чем значения по РУГ + МЦУГ, хотя они и не достигли равнозначных результатов с интраоперационными показателями, что имело место при МРТ в остальных 7 исследованиях. Этот факт также свидетельствует о том, что МРТ превосходит РУГ + МЦУГ по точности определения длины стриктуры уретры.

Хотя полученные с помощью статистических расчётов доказательства не обладают высокой степенью обоснованности, полученные данные в целом подтверждают преимущества метода МРТ перед РУГ + МЦУГ относительно точности оценки протяжённости стриктуры уретры. Клинические результаты, о которых сообщали в указанных исследованиях, были релевантны этому тезису. Практически во всех работах отмечено, что МРТ позволяет более точно установить границы стриктуры и выбрать адекватный объём планируемого оперативного вмешательства. К примеру, Т.К. Fath El-Bab et al. (2006) в своём исследовании оценили точность определения протяжённости стриктуры с помощью МРТ в 95%, а РУГ — в 75% [24]. В работе D.J. Sung et al. (2006) отмечено, что после проведения МРТ уретры произошло изменение хирургической тактики у 7 из 10 пациентов [25].

Хотя наше исследование было направлено на оценку одного аспекта (длины стриктуры уретры), необходимо добавить, что МРТ, в отличие от РУГ + МЦУГ, позволяет корректно оценить и другие важные характеристики стриктуры уретры, имеющие принципиальное значение для выбора тактики лечения (калибр уретры, локализация стриктуры уретры, степень выраженности и пространственная конфигурация спонгиоза). Учёт этих параметров дополнительно к определению протяжённости уретры позволяет комплексно и максимально точно определить объём поражения патологическим процессом уретры и периретральной зоны [8, 14, 26, 27]. Данную ремарку мы добавили для акцентирования на наличие очень важных свойств МРТ, кото-

рые необходимо учитывать в дальнейшем при выборе метода диагностики стриктуры уретры. Поэтому не следует расценивать представленное дополнение как выход за рамки метаанализа.

Таким образом, отмеченные потенциальные возможности МРТ по диагностике стриктуры уретры, безусловно, должны быть рассмотрены как весомые аргументы в пользу более активного использования данного метода наряду с другими общепринятыми подходами к обследованию таких пациентов. Возможно, преимущество МРТ перед остальными методами по точности диагностики в совокупности с отсутствием у неё вредного ионизирующего излучения станут предпосылками для пересмотра её роли среди методов диагностики стриктуры уретры в отечественных и международных клинических рекомендациях.

Заключение

МРТ позволяет получить более точную относительно традиционной уретрографии и сопоставимую с интраоперационными данными информацию о длине стриктуры уретры. Однако такая закономерность была получена только при исключении самого крупного исследования (хотя и самого

низкого качества по критериям отбора). Так как исключённое исследование существенно влияло на итоговые результаты, представленные выводы следует расценить как нестабильные и зависимые от определённого аналитического решения. Возможно, статистические аргументы в пользу МРТ не столь убедительны в силу небольшого числа исследований, но, учитывая возможности метода и опубликованные клинические данные, считаем, что МРТ потенциально превосходит другие методы диагностики стриктуры уретры. Однако это не означает, что МРТ следует воспринимать как метод, заменяющий традиционную уретрографию. Эти методы взаимно дополняют друг друга и при рациональном сочетании применения будут способствовать повышению точности диагностики на предоперационном этапе, что, в свою очередь, должно привести к выбору оптимальной тактики лечения пациентов данной категории и снижению рисков оперативного вмешательства. Продолжение дальнейших научных исследований в этой области позволит в будущем окончательно определить роль и место каждого метода диагностики стриктуры уретры.

Список литературы | References

- 1.. Lumen N, Hoebeke P, Willemsen P, De Troyer B, Pieters R, Oosterlinck W. Etiology of urethral stricture disease in the 21st century. *J Urol*. 2009;182(3):983-987. DOI: 10.1016/j.juro.2009.05.023
2. Alwaal A, Blaschko SD, McAninch JW, Breyer BN. Epidemiology of urethral strictures. *Transl Androl Urol*. 2014;3(2):209-213. DOI: 10.3978/j.issn.2223-4683.2014.04.07
3. Murugesan VK, Balasubramanian P. Role of Magnetic Resonance Urethrography in Evaluation of Male Urethral Stricture Against Conventional Retrograde Urethrography. *J Clin Diagn Res*. 2018;12(6):TC07-TC11. DOI: 10.7860/JCDR/2018/26988.11648
4. Choudhary S, Singh P, Sundar E, Kumar S, Sahai A. A comparison of sonourethrography and retrograde urethrography in evaluation of anterior urethral strictures. *Clin Radiol*. 2004;59(8):736-742. DOI: 10.1016/j.crad.2004.01.014
5. El-Ghar MA, Osman Y, Elbaz E, Refaie H, El-Diasty T. MR urethrogram versus combined retrograde urethrogram and sonourethrography in diagnosis of urethral stricture. *Eur J Radiol*. 2010;74(3):e193-e198. DOI: 10.1016/j.ejrad.2009.06.008
6. Rastogi R, Joon P, Pushkarna A, Agarwal A, Wani AM, Bhagat PK, Gupta Y, Sharma S, Das PK, Parashar S, Sinha P, Chaudhary M, Pratap V. Comparative role of sonourethrography (SUG) and magnetic resonance urethrography (MRU) in anterior male urethral strictures. *Ann Clin Lab Res*. 2016;4(4):1-4. DOI: 10.21767/2386-5180.1000140
7. Mikolaj F, Karolina M, Oliwia K, Jakub K, Adam K, Mariusz B, Patrycja N, Marcin M. Retrograde urethrography, sonourethrography and magnetic resonance urethrography in evaluation of male urethral strictures. Should the novel methods become the new standard in radiological diagnosis of urethral stricture disease? *Int Urol Nephrol*. 2021;53(12):2423-2435. DOI: 10.1007/s11255-021-02994-5
8. Osman Y, El-Ghar MA, Mansour O, Refaie H, El-Diasty T. Magnetic resonance urethrography in comparison to retrograde urethrography in diagnosis of male urethral strictures: is it clinically relevant? *Eur Urol*. 2006;50(3):587-593; discussion 594. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.01.015
9. Банчик Э.Л., Митусов В.В., Домбровский В.И., Коган М.И. Динамическая магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний уретры у мужчин (комплекс импульсных последовательностей). *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2013;(4):33-40. Banchik E.L., Mitsov V.V., Dombrovsky V.I., Kogan M.I. Dynamic magnetic resonance imaging in the diagnosis of male urethral diseases (a complex of pulse sequences). *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2013;(4):33-40. (In Russian). eLIBRARY ID: 20658198; EDN: RKBQQT
10. Altun E. MR Imaging of the Penis and Urethra. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2019;27(1):139-150. DOI: 10.1016/j.mric.2018.09.006
11. Park BK, Kim CK, Lee SW. Evaluation of anterior urethral stricture using thick slab SSFSE MR urethrography. *Acta Radiol*. 2010;51(10):1157-1162.

- DOI: 10.3109/02841851.2010.520332
12. Hanna SAZ, Abdel Rahman SF, Altamimi BA, Shoman AM. Role of MR urethrography in assessment of urethral lesions. *Egypt J Radiol Nucl Med.* 2015;46:499–505.
DOI: 10.1016/j.ejrn.2015.02.001
 13. Horiguchi A, Edo H, Soga S, Azuma R, Shinchu M, Ojima K, Asano T, Ito K, Shinmoto H. Magnetic Resonance Imaging Findings of Traumatic Bulbar Urethral Stricture Help Estimate Repair Complexity. *Urology.* 2020;135:146–153.
DOI: 10.1016/j.urol.2019.09.036
 14. Wang Z, Song G, Xiao Y, Liang T, Wang F, Gu Y, Zhang J, Xu Y, Jin S, Fu Q, Song L. The value of magnetic resonance imaging geometric parameters in pre-assessing the surgical approaches of pelvic fracture urethral injury. *Transl Androl Urol.* 2020;9(6):2596–2605.
DOI: 10.21037/tau-20-1064
 15. Frankiewicz M, Markiet K, Krukowski J, Szurawska E, Matuszewski M. MRI in patients with urethral stricture: a systematic review. *Diagn Interv Radiol.* 2021;27(1):134–146.
DOI: 10.5152/dir.2020.19515
 16. Horiguchi A, Edo H, Shinchu M, Ojima K, Hirano Y, Ito K, Shinmoto H. Role of magnetic resonance imaging in the management of male pelvic fracture urethral injury. *Int J Urol.* 2022;29(9):919–929.
DOI: 10.1111/iju.14779
 17. Катибов М.И., Богданов А.Б. Магнитно-резонансная томография в диагностике стриктуры уретры. Экспериментальная и клиническая урология. 2023;16(2):106–115.
Katibov M.I., Bogdanov A.B. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of urethral stricture. *Experimental and Clinical Urology.* 2023;16(2):106–115. (In Russian).
DOI: 10.29188/2222-8543-2023-16-2-106-115.
 18. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, Moher D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71.
DOI: 10.1136/bmj.n71
 19. Суворов А.Ю., Латушкина И.В., Гуляева К.А., Буланов Н.М., Надинская М.Ю., Заикин А.А. Базовые аспекты мета-анализа. Часть 1. Сеченовский вестник. 2023;14(1):4–14.
Suvorov A.Yu., Latushkina I.V., Gulyaeva K.A., Bulanov N.M., Nadinskaia M.Yu., Zaikin A.A. Basic aspects of meta-analysis. Part 1. *Sechenov Medical Journal.* 2023;14(1):4–14. (In Russian).
DOI: 10.47093/2218-7332.2023.14.1.4-14
 20. Домбровский В.И., Коган М.И., Банчик Э.Л., Митусов В.В. Роль магнитно-резонансной томографии в диагностике стриктурной болезни уретры у мужчин. *Урология.* 2015;(2):24–30.
Dombrowski V.I., Kogan M.I., Banchik E.L., Mitusov V.V. The role of magnetic resonance imaging in the diagnosis of stricture disease of the male urethra. *Urologia.* 2015;(2):24–30. (In Russian).
eLIBRARY ID: 23608497; EDN: TWQGGD
 21. Богданов А.Б., Катибов М.И., Велиев Е.И., Монаков Д.М., Гончарук Д.А., Ахвердиева Г.И., Полякова А.С., Варданян В.А. Статическая МРТ в диагностике стриктур бульбозной уретры и оценке степени спонгиоза. *Вестник урологии.* 2023;11(2):5–17.
Bogdanov A.B., Katibov M.I., Veliev E.I., Monakov D.M., Goncharuk D.A., Akhverdieva G.I., Polyakova A.S., Vardanyan V.A. Static MRI for diagnosis of bulbous urethral strictures and assessment of spongiositis grade. *Urology Herald.* 2023;11(2):5–17. (In Russian).
DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-2-5-17
 22. Oh MM, Jin MH, Sung DJ, Yoon DK, Kim JJ, Moon du G. Magnetic resonance urethrography to assess obliterative posterior urethral stricture: comparison to conventional retrograde urethrography with voiding cystourethrography. *J Urol.* 2010;183(2):603–607.
DOI: 10.1016/j.juro.2009.10.016
 23. Tao W, Bai G, Fu G, Niu X, Wang H, Wang G. MR urethrography versus X-ray urethrography compared with operative findings for the evaluation of urethral strictures. *Int Urol Nephrol.* 2019;51(7):1137–1143.
DOI: 10.1007/s11255-019-02162-w
 24. Fath El-Bab TK, Galal EM, Abdelhamid AM, Amin MF. Magnetic resonance urethrography versus conventional retrograde urethrography in the evaluation of urethral stricture: Comparison with surgical findings. *Egypt Soc Radiol Nucl Med.* 2015;46(1):199–204.
DOI: 10.1016/j.ejrn.2014.10.008
 25. Sung DJ, Kim YH, Cho SB, Oh YW, Lee NJ, Kim JH, Chung KB, Moon du G, Kim JJ. Obliterative urethral stricture: MR urethrography versus conventional retrograde urethrography with voiding cystourethrography. *Radiology.* 2006;240(3):842–848.
DOI: 10.1148/radiol.240305090
 26. Horiguchi A, Edo H, Soga S, Shinchu M, Masunaga A, Ito K, Asano T, Shinmoto H, Azuma R. Pubourethral Stump Angle Measured on Pre-operative Magnetic Resonance Imaging Predicts Urethroplasty Type for Pelvic Fracture Urethral Injury Repair. *Urology.* 2018;112:198–204.
DOI: 10.1016/j.urol.2017.09.038
 27. Joshi PM, Desai DJ, Shah D, Joshi DP, Kulkarni SB. Magnetic resonance imaging procedure for pelvic fracture urethral injuries and recto urethral fistulas: A simplified protocol. *Turk J Urol.* 2021;47(1):35–42.
DOI: 10.5152/tud.2020.20472

Сведения об авторах | Information about the authors

Магомед Исламбекович Катибов — д-р мед. наук, доцент | Magomed I. Katibov — Dr.Sc.(Med), Assoc.Prof.(Docent)
<https://orcid.org/0000-0002-6273-7660>; mikatibov@mail.ru

Андрей Борисович Богданов — канд. мед. наук | Andrey B. Bogdanov — Cand.Sc.(Med)
<https://orcid.org/0000-0001-5347-8364>; bogdanovab@botkinmoscow.ru

Александр Михайлович Плесовский — канд. мед. наук | Alexander M. Plesovsky — Cand.Sc.(Med)
<https://orcid.org/0009-0001-1463-5918>; ples-doc@mail.ru

Олег Борисович Лоран — д-р мед. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, акад. РАН | Oleg B. Loran — Dr. Sc. (Med), Full Prof., Hons. Sci. of the Russian Federation, Acad. of the RAS
<https://orcid.org/0000-0002-7531-1511>; oleglozan@gmail.com