



## Статическая МРТ в диагностике стриктур бульбозной уретры и оценке степени спонгиоза

© Андрей Б. Богданов<sup>1,2</sup>, Магомед И. Катибов<sup>3</sup>, Евгений И. Велиев<sup>1,2</sup>,  
Дмитрий М. Монаков<sup>4,5</sup>, Дмитрий А. Гончарук<sup>1</sup>, Гюля И. Ахвердиева<sup>6</sup>,  
Александра С. Полякова<sup>2</sup>, Владимир А. Варданян<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Городская клиническая больница им. С. П. Боткина [Москва, Россия]

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации [Москва, Россия]

<sup>3</sup> Городская клиническая больница [Махачкала, Россия]

<sup>4</sup> Российский университет дружбы народов [Москва, Россия]

<sup>5</sup> Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского [Москва, Россия]

<sup>6</sup> Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Блохина [Москва, Россия]

<sup>7</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) [Москва, Россия]

### Аннотация

**Введение.** Недостаточная чувствительность и специфичность существующих методов диагностики стриктуры уретры обуславливают потребность в более точных подходах, к числу которых может быть отнесена магнитно-резонансная томография (МРТ).

**Цель исследования.** Изучить возможности МРТ по оценке протяжённости стриктуры бульбозной уретры и степени спонгиоза.

**Материалы и методы.** В исследование включены 6 мужчин со стриктурой бульбозной уретры, которым была выполнена анастомотическая уретропластика без полного пересечения спонгиозного тела по вентральной технике. Перед операцией всем пациентам выполняли ретроградную уретрографию по стандартной методике и МРТ уретры по собственной методике. Данные сравнивали с интраоперационными измерениями протяжённости стриктуры.

**Результаты.** Средняя длина стриктуры по данным ретроградной уретрографии составила  $11,5 \pm 6,3$  мм, по данным МРТ —  $17,8 \pm 10,9$  мм, по данным интраоперационного измерения —  $16,7 \pm 9,1$  мм. Сравнение средних значений интраоперационного измерения длины стриктуры выявило значимое различие с результатами, полученными при ретроградной уретрографии ( $p = 0,028$ ). В то время как средняя длина стриктуры, определяемая по данным МРТ, была сопоставима с интраоперационными измерениями ( $p = 0,085$ ). Протяжённость спонгиоза по результатам МРТ в среднем составила  $15,8 \pm 13,6$  мм, интраоперационного измерения —  $16,7 \pm 12,9$  мм. При сравнении средних значений протяжённости спонгиоза по данным МРТ и интраоперационным данным значимых различий не выявлено ( $p = 0,092$ ).

**Заключение.** МРТ обеспечивает сопоставимую с интраоперационными данными информацию о протяжённости стриктур уретры, локализации и степени выраженности спонгиоза.

**Ключевые слова:** стриктура уретры; бульбозная уретра; магнитно-резонансная томография; уретрография; уретропластика

**Финансирование.** Исследование проведено в рамках Гранта Правительства Москвы № 2212-5 (от 2022 года), спонсирующего исследовательский центр ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Этическое заявление.** Исследование выполнено в соответствии положениями Хельсинкской декларации, пересмотренной в Форталезе (Бразилия) в октябре 2013 года. **Этическое одобрение.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом при ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (Протокол № 2 от 08.02.2022 года). **Информированное согласие.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и обработку персональных данных. **Вклад авторов:** А.Б. Богданов — концепция исследования, разработка дизайна исследования, обзор публикаций, сбор данных, анализ данных, написание текста рукописи; М.И. Катибов — концепция исследования, обзор публикаций, анализ данных, статистическая обработка данных, написание текста рукописи, научное редактирование; Е.И. Велиев — анализ данных, научное редактирование, научное руководство; Д.М. Монаков — критический обзор, научное редактирование, софтверная поддержка; Д.А. Гончарук, Г.И. Ахвердиева, А.С. Полякова, В.А. Варданян — сбор данных, анализ данных.

✉ **Корреспондирующий автор:** Андрей Борисович Богданов; bogdanovab@botkinmoscow.ru

**Поступила в редакцию:** 21.02.2023. **Принята к публикации:** 11.04.2023. **Опубликована:** 26.06.2023.

**Для цитирования:** 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):05-17. DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-2-05-17.

## Static MRI for diagnosis of bulbous urethral strictures and assessment of spongiofibrosis grade

© Andrey B. Bogdanov<sup>1,2</sup>, Magomed I. Katibov<sup>3</sup>, Evgeny I. Veliev<sup>1,2</sup>,  
Dmitry M. Monakov<sup>4,5</sup>, Dmitry A. Goncharuk<sup>1</sup>, Gulya I. Akhverdieva<sup>6</sup>,  
Alexandra S. Polyakova<sup>2</sup>, Vladimir A. Vardanyan<sup>7</sup>

<sup>1</sup> S.P. Botkin City Clinical Hospital [Moscow, Russian Federation]

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education "Russian Medical Academy of Continuous Professional Education" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation [Moscow, Russian Federation]

<sup>3</sup> Makhachkala City Clinical Hospital [Makhachkala, Russian Federation]

<sup>4</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) [Moscow, Russian Federation]

<sup>5</sup> A.V. Vishnevsky National Medical Research Centre for Surgery [Moscow, Russian Federation]

<sup>6</sup> N.N. Blokhin National Research Center of Oncology [Moscow, Russian Federation]

<sup>7</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) [Moscow, Russian Federation]

### Abstract

**Introduction.** Insufficient sensitivity and specificity of existing methods for diagnosing urethral stricture require more accurate methods, which may include magnetic resonance imaging (MRI).

**Objective.** To study the possibilities of MRI to assess the extent of bulbous urethral stricture and spongiofibrosis grade.

**Materials & methods.** The study included six men with bulbous urethral stricture, who underwent non-transecting anastomotic urethroplasty via ventral approach. Before surgery, all patients underwent retrograde urethrography according to the standard method and urethral MRI according to their own method, and their data were compared with intraoperative parameters.

**Results.** The length of the stricture according to retrograde urethrography averaged  $11.5 \pm 6.3$  mm, MRI —  $17.8 \pm 10.9$  mm, intraoperative measurement —  $16.7 \pm 9.1$  mm. There was a significant difference between the mean length of the stricture according to retrograde urethrography and the mean length according to intraoperative data ( $p = 0.028$ ). There was no significant difference between the mean stricture length according to MRI data and the mean stricture length according to intraoperative data ( $p = 0.085$ ). The length of spongiofibrosis according to MRI was  $15.8 \pm 13.6$  mm on average, and  $16.7 \pm 12.9$  mm according to intraoperative measurements. There was no significant difference between the average length of spongiofibrosis according to MRI and the average length according to intraoperative data ( $p = 0.092$ ).

**Conclusions.** MRI provides information comparable to intraoperative data on the extent of urethral stricture, location, and spongiofibrosis grade.

**Keywords:** urethral stricture; bulbous urethra; magnetic resonance imaging; urethrography; urethroplasty

**Financing.** The study was conducted within the scope of Moscow Government Grant No. 2212-5 (dated 2022), sponsoring the research centre of the S.P. Botkin State Clinical Hospital. **Conflicts of interest.** The authors declare no conflict of interest. **Ethical statement.** The study was designed according to the prescriptions of the Declaration of Helsinki (revised in Fortaleza, Brazil, October 2013). **Ethical approval.** The study was approved by the Ethics Committee of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education "Russian Medical Academy of Continuous Professional Education" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Protocol No. 2 dated 02/08/2022). **Informed consent.** All patients signed an informed consent to participate in the study and to process personal data. **Authors' contribution:** A.B. Bogdanov — study concept, study design development, data acquisition, data analysis, literature review, drafting the manuscript; M.I. Katibov — study concept, literature review, data analysis, drafting the manuscript, statistical data processing, scientific editing; E.I. Veliev — data analysis, scientific editing, supervision; D.M. Monakov — critical review, scientific editing, software support; D.A. Goncharuk, G.I. Akhverdieva, A.S. Polyakova, V.A. Vardanyan — data acquisition, data analysis.

✉ **Corresponding author:** Andrey B. Bogdanov, bogdanovab@botkinmoscow.ru

**Received:** 02/21/2023. **Accepted:** 04/11/2023. **Published:** 06/26/2023.

**For citation:** 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 spongiofibrosis grade. *Urology Herald*. 2023;11(2):05-17. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-2-05-17.

### Введение

Стриктура уретры достаточно часто встречается среди урологических заболеваний у мужчин. Заболеваемость данной патологией составляет 229 – 627 случаев на 100 000 населения, при этом за последнее время отмечается явная тенденция к уве-

личению этого показателя вследствие роста частоты применения эндоскопических трансуретральных оперативных вмешательств [1, 2].

По данным E. Palminteri et al. (2013), до 92% всех стриктур уретры локализуется в передней уретре, а стеноз задней уретры

встречается лишь в 8% случаев [3]. Процесс образования стриктуры передней уретры связан с рубцеванием спонгиозного тела и известен как спонгиофиброз [4]. Следовательно, основополагающим фактором для обеспечения эффективности коррекции стриктуры уретры является максимально полное иссечение рубцово-изменённой зоны (спонгиофиброза) с последующим соединением здоровых концов уретры между собой либо с аугментирующим лоскутом (трансплантатом) в зависимости от протяжённости стриктуры [5]. С данной точки зрения именно получение точной информации о протяжённости стриктуры уретры и характере спонгиофиброза позволяет выбрать оптимальную тактику лечения и свести к минимуму риски рецидива стриктуры уретры после реконструктивно-пластических операций. Недостаточная чувствительность и специфичность имеющихся на сегодняшний день методов диагностики стриктуры уретры обуславливают потребность в других подходах, позволяющих более точно выявить вышеуказанные изменения уретры и окружающих тканей. В этой связи наиболее перспективным методом для оценки стриктуры уретры представляется магнитно-резонансная томография (МРТ) [6].

Хотя история использования МРТ при стриктуре уретры берет начало ещё с 1990-х годов и за этот период были отмечены существенные её преимущества, к настоящему времени в мировой литературе насчитывается небольшое число работ по данной теме и отмечается определённый дефицит доказательств в пользу необходимости более широкого клинического применения данного метода при стриктуре уретры [7]. Эти обстоятельства определяют актуальность дальнейших научных изысканий в данном направлении.

Таким образом, с учётом вышеизложенных данных **целью исследования** служило изучение возможностей МРТ по оценке протяжённости стриктуры бульбозной уретры и степени спонгиофиброза.

### Материалы и методы

**Дизайн исследования.** В проспективное исследование включены 6 мужчин со стриктурой уретры, у которых в 2022 году перед уретропластикой была выполнена МРТ уретры. Исследование проведено в со-

ответствии с положениями Хельсинкской декларации (пересмотренной в Фортале-зе, Бразилия, в октябре 2013 г.). Критерием включения пациентов в исследование служила совокупность трех клинических факторов: 1) возраст пациентов — 18 лет и старше; 2) локализация стриктуры в бульбозном отделе уретры; 3) вид операции — вентральная техника анастомотической уретропластики без полного пересечения спонгиозного тела. Критериями исключения считали стриктуры уретры внебульбозной локализации, другие операции на уретре, не соответствующие критерию включения, противопоказания к проведению МРТ (наличие кардиостимулятора, металлических имплантов, ферромагнитных объектов в теле, клипсов на сосудах и так далее). Перед операцией всем пациентам выполняли ретроградную уретрографию по стандартной методике и МРТ уретры по собственной методике. Первичными конечными точками исследования являлась оценка соответствия характеристик стриктуры уретры (протяжённости стриктуры и степени спонгиофиброза), полученных при МРТ интраоперационным данным. Исследовательские конечные точки — оценка возможности использования данных МРТ для обоснования вентральной техники анастомотической уретропластики без полного пересечения спонгиозного тела.

**Методика МРТ уретры.** МРТ уретры делали на аппарате GE Signa EXCITETM 1,5 T («GE Healthcare Technologies Inc.», Waukesha, WI, USA) с использованием тазовой катушки с фазированной решёткой на базе отделения лучевой диагностики ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России. Укладка пациента — положение лёжа на спине. После обработки головки полового члена раствором антисептика в уретру вводили официальный гель с антисептиком и местным анестетиком с экспозицией 2 минуты. После полного введения головки полового члена из крайней плоти на область венечной борозды накладывали тракционный слинг, представляющий собой самозатягивающуюся петлю из стерильного бинта длиной 50 см, для обеспечения компрессии просвета уретры и предотвращения выхода геля из наружного отверстия уретры. После этого в уретру однократно вводили от 10 до 20 мл стерильного геля для ультразвуковых ис-





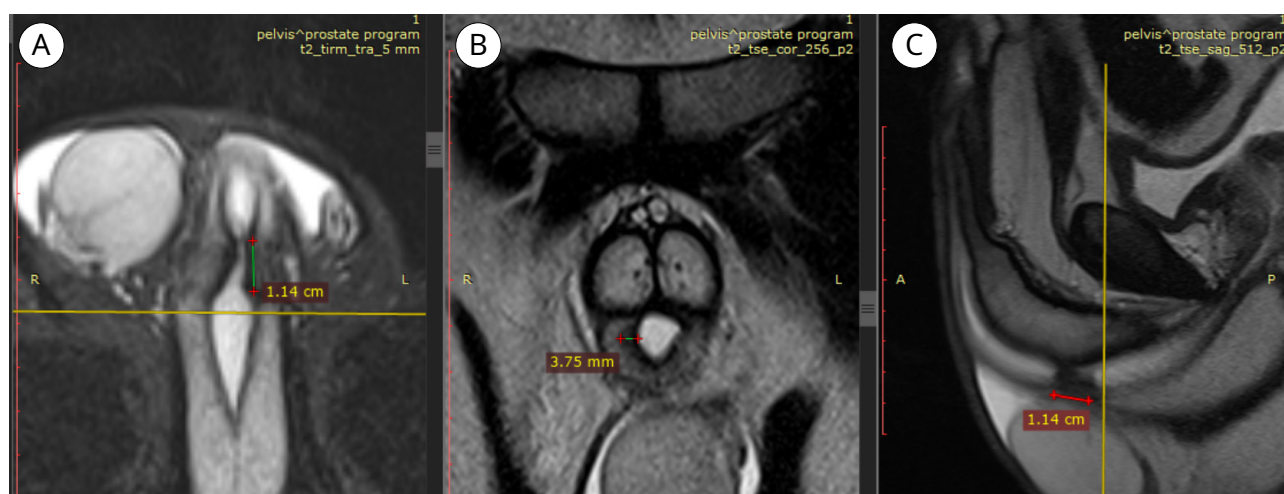
**Рисунок 1.** Методика тракции полового члена при выполнении МРТ уретры  
**Figure 1.** Penile traction technique for urethral MRI scanning

следований («Медиагель-С», ООО «Гельтек-Медика», Москва, Россия) в зависимости от данных уретрограммы для достижения тугого наполнения уретры. За счёт краниальной тракции слинга по средней линии тела рукой пациента под контролем врача создавали натяжение уретры, достаточное для оценки её просвета (рис. 1). В таком положении осуществляли фиксацию полового члена и руки пациента к передней брюшной стенке с помощью медицинского пластыря для поддержания стабильного натяжения уретры в ходе всего исследования.

После такой фиксации осуществляли первичное сканирование органов малого таза (режим Localizer) на всем протяжении от шейки мочевого пузыря до меатуса в режиме T2 с последующим выполнением

сагиттального среза с шагом 3 мм и зазором 0,5 мм. Впоследствии в зависимости от локализации и протяжённости стриктуры на основании T2 взвешенных изображений в сагиттальной плоскости выбирали углы сканирования аксиальной и коронарной проекций толщиной 3 мм, соответствующие поперечному и продольному срезам от оси стриктуры. Коронарные изображения позволяли более точно визуализировать степень выраженности и пространственное расположение спонгиоза, а аксиальные и сагиттальные изображения — определить длину стриктуры уретры, протяжённость и степень спонгиоза (рис. 2). Контрастное усиление не использовали.

Использованный для сканирования уретры протокол МРТ приведён в таблице 1.



**Рисунок 2.** Изображения трех плоскостей сканирования уретры при МРТ: аксиальная (А), коронарная (В) и сагиттальная (С) плоскости T2 взвешенных изображений  
**Figure 2.** Three urethral MRI scan planes: axial (A), coronal (B), and sagittal (C) planes of T2 weighted images

**Таблица 1.** Протокол проведения МРТ уретры  
**Table 1.** Protocol for urethral MRI scanning

Параметры <i>Parameters</i>	T2 взвешенные последовательности <i>T2-weighted sequences</i>		
	Сагиттальная <i>Sagittal</i>	Аксиальная <i>Axial</i>	Коронарная <i>Coronary</i>
Время повторения, мс <i>Repetition time, ms</i>	3200	3600	7000
Время эхо, мс <i>Echo time, ms</i>	120	120	120
Поле обзора, мм×мм <i>Field of view, mm×mm</i>	320 × 320	320 × 320	320 × 320
Матрица <i>Matrix</i>	256 × 160	320 × 192	320 × 192
Число усреднений сигнала <i>Number of signal averages</i>	2	2	2
Направление фазового кодирования <i>Phase encoding direction</i>	A/P	A/P	R/L
Толщина среза / зазор, мм <i>Slice thickness/gap, mm</i>	3,0 / 0,5	3,0 / 0,5	3,0 / 0,5
Количество срезов <i>Number of slices</i>	30	34	34
Время сканирования, мин <i>Scan time, min</i>	03:12	03:36	03:23

**Оперативное лечение.** У всех пациентов на базе ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница имени С.П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы» одним хирургом выполнена анастомотическая уретропластика бульбозного отдела уретры без полного пересечения спонгиозного тела по разработанной нами вентральной технике [8, 9]. У всех пациентов, у которых был выявлен спонгиоз фиброз (5 пациентов), рубцовые изменения располагались по вентральной поверхности спонгиозного тела. Послеоперационный мониторинг подразумевал контроль через 3, 6 и 12 месяцев, а затем ежегодно с помощью опросников, урофлоуметрии и гибкой уретроцистоскопии при подозрении на рецидив стриктуры. Успехом операции считали отсутствие симптомов и потребности в дополнительном лечении.

**Статистический анализ.** Для проведения анализа результатов исследования оценивали следующие 5 показатели:

1) протяжённость стриктуры уретры по ретроградной уретрограмме (измеряли протяжённость суженного просвета уретры по вентральной поверхности с помощью входящего в программное обеспечение

рентгеновского аппарата инструмента «линейка»);

2) протяжённость стриктуры уретры по МРТ (измеряли протяжённость суженного просвета уретры по вентральной поверхности с помощью входящего в программное обеспечение МРТ аппарата инструмента «линейка»);

3) линейная протяжённость спонгиоз фиброза (максимальная) до операции по МРТ (оценивали максимальный дефект спонгиозного тела по любой из поверхностей с помощью входящего в программное обеспечение МРТ аппарата инструмента «линейка» в сагиттальной и аксиальной плоскостях);

4) интраоперационная протяжённость стриктуры уретры (оценивали после полного иссечения рубцово-изменённой зоны слизистой и подслизистой, а также спонгиоз фиброза путём измерения расстояния между здоровыми концами слизистой уретры по вентральной поверхности с помощью хирургической линейки);

5) интраоперационная протяжённость спонгиоз фиброза (оценивали после полного иссечения рубцово-изменённой зоны слизистой и подслизистой, а также спонгиоз

фиброза путём измерения максимального дефекта в спонгиозном теле по любой его поверхности с помощью хирургической линейки).

Проводили сравнение длины стриктуры уретры по данным ретроградной уретрографии и MPT с интраоперационными данными, а также протяжённости спонгиозного фиброза при MPT с интраоперационными данными. Степень натяжения пениса во время уретрографии и MPT были сопоставимы. Статистическая обработка результатов проведена с использованием программы IBM® SPSS Statistics 25.0 («SPSS: An IBM Company», IBM SPSS Corp., Armonk, NY, USA). Все показатели проверены на нормальность распределения с помощью теста Shapiro-Wilk. Так как распределение указанных количественных признаков в представленной выборке пациентов соответствовало закону нормального распределения, все параметры были представлены в виде среднего значения (M)  $\pm$  стандартного отклонения (SD):  $M \pm SD$ . С учётом этого сравнение по представленным показателям производили с помощью Student T test для независимых выборок. Принятый уровень значимости  $p < 0,05$  при  $\alpha = 0,05$ .

## Результаты

Возраст пациентов варьировался от 36 до 64 лет при среднем значении  $49,8 \pm 10,2$  лет. Среди этиологических факторов встречались 3 категории причин: ятрогенная, травма и инфекционно-воспалительная. Каждая из этих причин встречалась по 2 раза. Особенности проявления признаков стриктуры уретры по данным ретроградной уретрографии, MPT и интраоперационных результатов по каждому пациенту представлены в таблице 2.

При сравнении средних значений длины стриктуры уретры по данным ретроградной уретрографии и интраоперационных результатов было выявлено, что оценённая при ретроградной уретрографии протяжённость стриктуры уретры имела существенное отличие от реальных значений, полученных во время оперативного вмешательства (табл. 3).

Сравнение средних значений длины стриктуры уретры по MPT и интраоперационным данным показало, что они значительно не различаются между собой (табл. 4).

При оценке линейной протяжённости спонгиозного фиброза значимых различий между данными MPT и интраоперационными показателями не отмечено (табл. 5).

Полученные результаты убедительно

**Таблица 2.** Характеристики стриктур уретры у всех пациентов

**Table 2.** Characteristics of urethral strictures in all patients

Порядковый номер пациента <i>Ordinal number patient</i>	Этиология <i>Etiology</i>	Длина стриктуры по ретроградной уретрограмме, мм <i>Retrograde urethrogram stricture length, mm</i>	Длина стриктуры по MPT, мм <i>MRI stricture length, mm</i>	Интраоперационная длина стриктуры, мм <i>Intraoperative stricture length, mm</i>	Протяжённость спонгиозного фиброза по MPT, мм <i>Spongiositis extent on MRI, mm</i>	Интраоперационная протяжённость спонгиозного фиброза, мм <i>Intraoperative spongiositis extent, mm</i>
1	Ятрогенная <i>Iatrogenic</i>	16	27	26	27	26
2	Ятрогенная <i>Iatrogenic</i>	5	5	5	0	5
3	Травма <i>Trauma</i>	16	22	25	22	25
4	Воспалительная <i>Inflammatory</i>	3	7	7	0	0
5	Воспалительная <i>Inflammatory</i>	11	14	15	14	12
6	Травма <i>Trauma</i>	18	32	22	32	32



**Таблица 3.** Сравнение длины стриктуры при ретроградной уретрографии и интраоперационном определении**Table 3.** Comparison between retrograde urethrography and intraoperative stricture length

Переменные <i>Variables</i>	M ± SD	p
Длина стриктуры при ретроградной уретрографии, мм <i>Stricture length in retrograde urethrography, mm</i>	11,5 ± 6,3	0,028
Интраоперационная длина стриктуры, мм <i>Intraoperative stricture length, mm</i>	16,7 ± 9,1	

**Таблица 4.** Сравнение длины стриктуры при МРТ и интраоперационном определении**Table 4.** Comparison between MRI and intraoperative stricture length

Переменные <i>Variables</i>	M ± SD	p
Длина стриктуры при ретроградной уретрографии, мм <i>Stricture length in retrograde urethrography, mm</i>	17,8 ± 10,9	0,085
Интраоперационная длина стриктуры, мм <i>Intraoperative stricture length, mm</i>	16,7 ± 9,1	

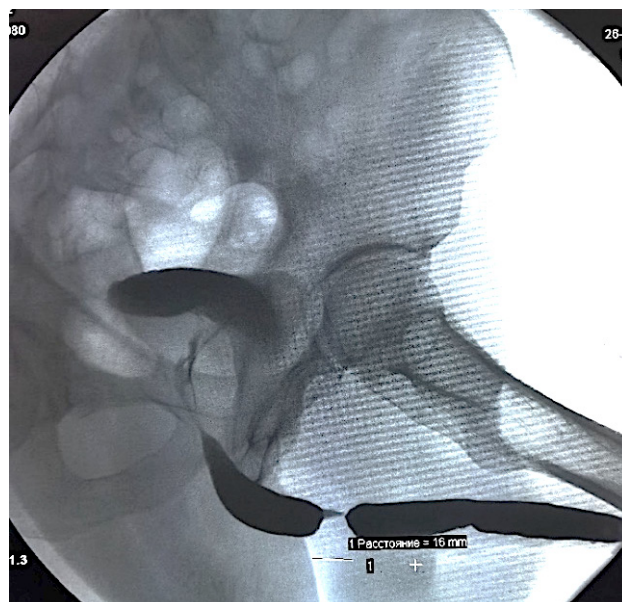
**Таблица 5.** Сравнение протяжённости спонгиоза при МРТ и интраоперационном определении**Table 5.** Comparison between MRI and intraoperative spongiobrosis extent

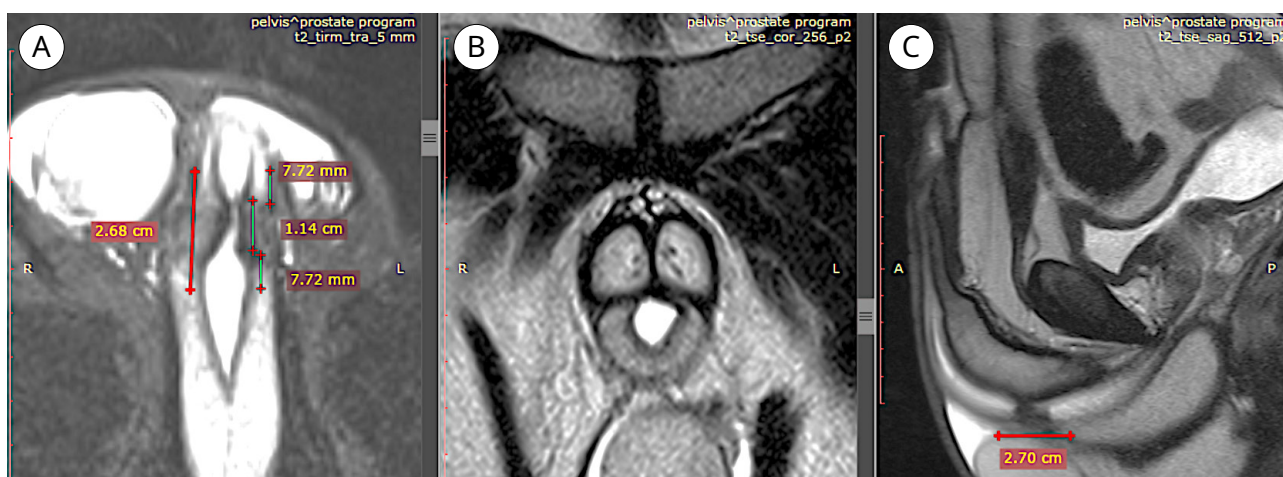
Переменные <i>Variables</i>	M ± SD	p
Протяжённость спонгиоза по МРТ, мм <i>Spongiobrosis extent on MRI, mm</i>	15,8 ± 13,6	0,092
Интраоперационная протяжённость спонгиоза, мм <i>Intraoperative spongiobrosis extent, mm</i>	16,7 ± 12,9	

показывают, что МРТ превосходит классическую ретроградную уретрографию по основным диагностическим критериям: точнее определяет длину стриктуры уретры и позволяет оценивать степень развития спонгиоза, определение которого невозможно при ретроградной уретрографии. Таким образом, МРТ обеспечивает получение на предоперационном этапе ключевой информации о характере стриктуры уретры (протяжённости стриктуры и степени спонгиоза), сопоставимой с интраоперационными данными. В качестве примера возможностей МРТ в диагностике стриктуры уретры и оценке спонгиоза приводится одно из наших наблюдений, включенных в настоящее исследование.

**Клинический пример.** У пациента Б., по данным ретроградной уретрографии, диагностирована стриктура бульбозной уретры длиной 16 мм (рис. 3).

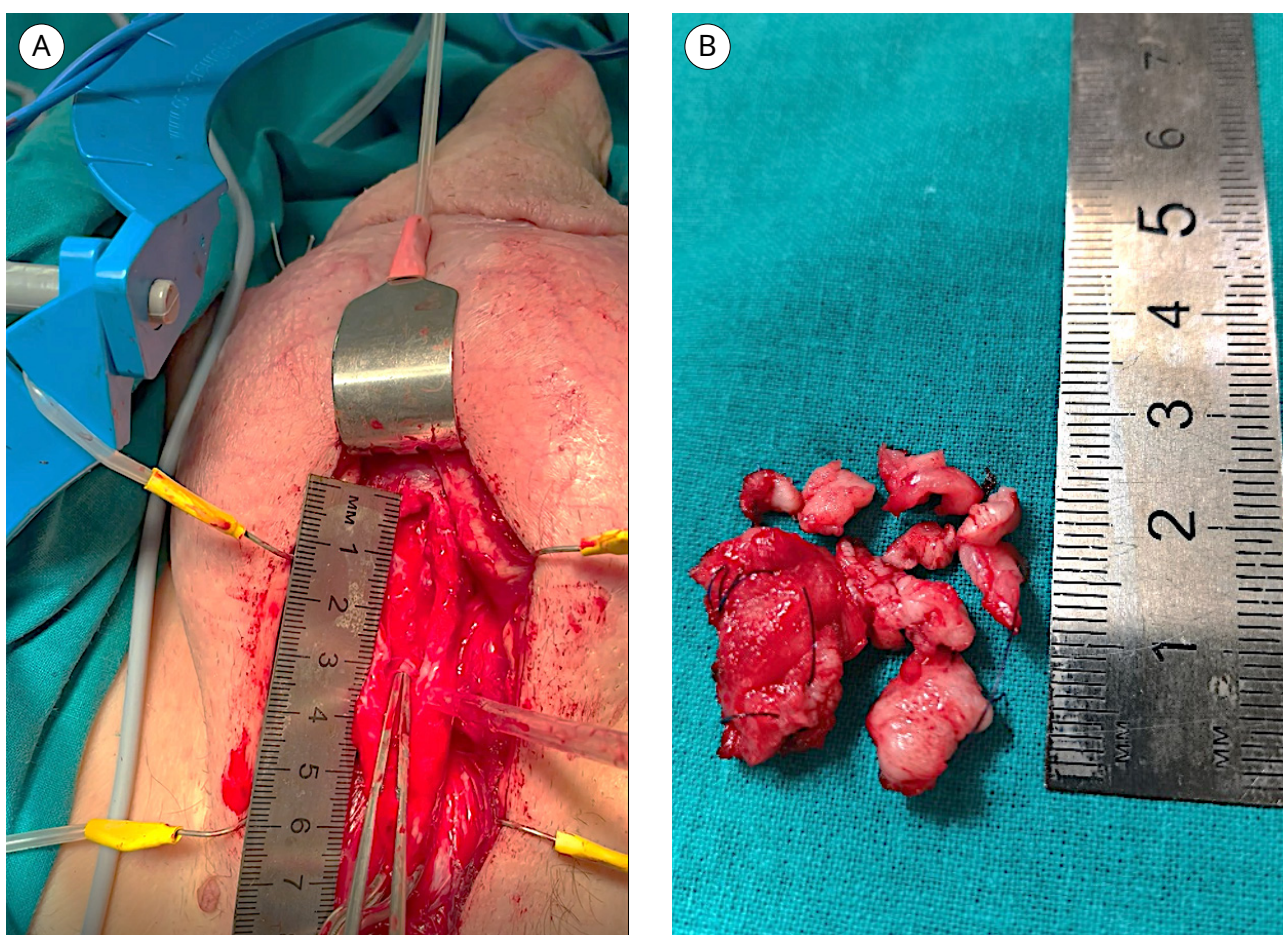
По данным МРТ, как длина стриктуры уретры, так и протяжённость спонгиоза составили по 27 мм. Измерение этих

**Рисунок 3.** Стриктура бульбозной уретры длиной 16 мм по данным ретроградной уретрографии у пациента Б.**Figure 3.** Sixteen (16) mm long bulbous urethral stricture according to retrograde urethrography in patient B.



**Рисунок 4.** МРТ уретры у пациента Б.: длина стриктуры уретры и протяжённости спонгиоза составили по 27 мм по данным аксиального (А) и сагитального (С) срезов, спонгиоз локализован в основном на вентральной стороне по данным коронарного среза (В)

**Figure 4.** Urethral MRI in patient B.: urethral stricture length and spongiofibrosis extent were 27 mm according to axial (A) and sagittal (C) slices, spongiofibrosis localised mainly on the ventral side according to coronal slices (B)



**Рисунок 5.** Интраоперационные данные у пациента Б.: дефект уретры после иссечения рубцово-изменённых слизистой и подслизистой оболочек составил 26 мм (А); иссечённый спонгиоз уложен в соответствии с расположением в спонгиозном теле и суммарно достигает 26 мм (В)

**Figure 5.** Intraoperative data in patient B.: urethral defect after excision of scarred mucosa and submucosa were 26 mm (A); excised spongiofibrosis is positioned according to the location in the spongy body and reaches a total of 26 mm (B)



параметров было возможно на аксиальных и сагиттальных срезах, а коронарная проекция позволила продемонстрировать степень выраженности и пространственное расположение спонгиозного тела, который был локализован главным образом с вентральной стороны уретры (рис. 4).

Интраоперационные данные, полученные в ходе проведения анастомотической уретропластики без полного пересечения спонгиозного тела по вентральной технике, подтвердили точность предоперационных показателей, выявленных при МРТ уретры. При оценке во время операции длина стриктуры уретры и протяжённость спонгиозного тела составили по 26 мм. Стоит отметить, что благодаря именно коронарным срезам удалось точно локализовать протяжённость спонгиозного тела, который распространялся проксимальнее на 7,7 мм и дистальнее 7,7 мм у данного пациента от зоны деформации просвета уретры, что в начале исследования послужило для нас своеобразным открытием. Дополнительное распространение спонгиозного тела в вышеуказанных пределах в уретре с неизменённым просветом не было заметно в аксиальных и сагиттальных срезах. Благодаря этим данным зона предполагаемой стриктуры значительно расширилась (рис. 5). Подобные находки в дальнейшем были продемонстрированы у всех пациентов со спонгиозным телом, причём, по данным МРТ и интраоперационно, у всех доминировал вентральный спонгиозный фиброз как по объёму поражения спонгиозного тела, так и по степени распространения в дистальном и проксимальном направлении от деформированной части уретры.

Дальнейшее наблюдение подтвердило успех проведённого оперативного лечения. В настоящее время при сроке наблюдения 12 месяцев у данного пациента отсутствуют обструктивные симптомы, а, по данным урофлоуметрии, максимальная и средняя скорость потока мочи в пределах нормы. У всех остальных пациентов при сроках наблюдения после уретропластики от 3 до 12 месяцев также отмечен успех лечения и отсутствие рецидива стриктуры уретры.

### Обсуждение

В силу высокой разрешающей способности и существования достаточного градиента магнитного поля между неизменёнными

тканями уретры и рубцовыми изменениями МРТ даёт отчётливую детализацию слизистой, подслизистого слоя и спонгиозного тела. Кроме того, МРТ, в отличие от классической уретрографии, позволяет оценить уретру в 3 проекциях. Эти свойства МРТ обеспечивают получение гораздо более точной и ценной информации о состоянии уретры и окружающей спонгиозной ткани, чем традиционно применяемые диагностические подходы. Данные преимущества в виде адекватной оценки протяжённости стриктуры и степени спонгиозного фиброза, получившие подтверждение в нашей работе, отмечены ещё в ряде других исследований [10 – 14].

Хотя в нашем исследовании проводили сравнение МРТ только с ретроградной уретрографией, можно предположить, что МРТ превосходит и другие диагностические методы, используемые при стриктурах передней уретры. Подтверждением для такого тезиса служат данные нескольких работ, которые продемонстрировали преимущество МРТ перед соноуретрографией [15 – 17].

Другими важными преимуществами МРТ перед остальными методами диагностики стриктуры уретры являются минимальная зависимость от оператора, выполняющего диагностическую процедуру, и возможность стандартизации методики проведения, что может обеспечить точную воспроизводимость данного вида исследования во всех клиниках. В качестве принципиально важных и ключевых аспектов, которые надо учитывать и в последующем использовать для стандартизации выполнения МРТ уретры, следует отметить укладку пациента, обеспечение растяжения и фиксации уретры, выбор оптимальных режимов последовательностей, плоскостей и углов сканирования уретры. Наше исследование внесло определённый вклад в решение указанных проблем: а) показало важность именно T2-взвешенных изображений при стриктуре уретры; б) выявило возможности каждой проекции по идентификации определённых характеристик стриктуры (сагиттальный и аксиальный срезы — оценка длины стриктуры, протяжённости и степени выраженности спонгиозного фиброза; коронарный срез — оценка пространственной локализации и степени спонгиозного фиброза); в) представило свои варианты обеспечения фиксации и растяжения уретры. На наш

взгляд, именно статический характер выполнения МРТ уретры способствует получению оптимальных результатов данного исследования. Такой подход подразумевает введение в уретру достаточно вязкого вещества для её растяжения с адекватной фиксацией полового члена для удержания этого вещества в уретре и предотвращения изменения положения уретры в ходе диагностической процедуры. Другие подходы динамического характера, когда введение различных веществ для растяжения уретры осуществляется во время самой процедуры наподобие ретроградной уретрографии, а также не учитывается вязкость вводимых в уретру веществ либо не обеспечивается фиксация полового члена, не позволяют достичь необходимых условий для полноценного сканирования уретры и, следовательно, сопряжены с погрешностями в диагностике.

Помимо отмеченных выгод, использование МРТ при стриктуре бульбозной уретры позволяет обосновать целесообразность вентрального доступа при анастомотической уретропластике без пересечения спонгиозного тела, которая нами была разработана и применена у пациентов в рамках настоящего исследования [8, 9]. Ранее предложенные методики анастомотической уретропластики без пересечения спонгиозного тела подразумевают дорзальный доступ [18 – 20]. Однако данный подход не позволяет радикально иссечь зону спонгиозного тела, так как в бульбозном отделе губчатая ткань в основном развита на вентральной стороне. К тому же любая попытка повышения радикальности иссечения спонгиозного тела с дорзальной стороны приводит к образованию не узкой и линейной, а широкой и овальной формы операционной раны уретры, так как из-за минимального развития губчатой ткани на дорзальной стороне в бульбозном отделе очень сложно отделить стенку уретры от спонгиозной ткани, что может привести к избыточному резецированию стенки уретры и созданию грубого анастомоза в данной зоне. В частности, D. E. Andrich и A. R. Mundy (2012) была разработана дорзальная техника, которая должна была обеспечить более полное удаление рубцовой ткани уретры при уретропластике без пересечения спонгиозного тела [20]. Согласно данной технике, после продольного рассечения уретры по дорзальной

поверхности производят иссечение поражённой слизистой внутри просвета уретры с сохранением подлежащего спонгиозного тела и по вентральной полуокружности внутри просвета уретры формируют анастомоз между здоровыми концами слизистой уретры, а продольный разрез уретры по дорзальной полуокружности ушивают поперечно по принципу Heineke-Mikulicz. Но и этот подход, использующий дорзальный доступ к уретре, обладает рядом недостатков, на наш взгляд. При таком доступе полная мобилизация и разворачивание бульбозного отдела уретры для вскрытия дорзальной поверхности и последующих манипуляций на вентральной стенке уретры со стороны слизистой оболочки сопровождаются повышенной кровоточивостью в зоне оперативного вмешательства. Кроме того, из-за невозможности полного разворота уретры в данном сегменте вследствие анатомо-топографических особенностей этой области образуется узкая и глубокая операционная рана. Все отмеченные факторы существенно ограничивают обзор операционного поля и затрудняют технические действия хирурга, тем самым снижая возможности радикального удаления рубцово-изменённых тканей уретры. Тем самым делая выбор в пользу пациентов с минимальным проявлением или без спонгиозного тела. В свою очередь в нашем исследовании у половины пациентов имел место выраженный спонгиозный фиброз. Помимо этого, необходимость вскрытия стенки уретры с двух сторон (с дорзальной и вентральной) дополнительно повышает риск фибрирования стенки уретры в зоне оперативного вмешательства и, следовательно, увеличивает вероятность рецидива стриктуры уретры.

Таким образом, предложенные дорзальные методики уретропластики бульбозного отдела без пересечения спонгиозного тела не обеспечивают радикальности иссечения поражённой части уретры и сопряжены с достаточно высоким риском рецидива стриктуры. С учётом этого нами разработан новый подход к выполнению уретропластики без пересечения спонгиозного тела с использованием вентрального доступа, который направлен на обеспечение лучших условий для обзора зоны операции и радикальности иссечения поражённых тканей уретры и спонгиозного тела без необ-

ходимости проведения полной мобилизации бульбозной части уретры с присущими ей побочными эффектами. В этой связи отмеченные возможности МРТ по идентификации протяжённости и пространственной локализации рубцовых изменений в стенке уретры и спонгиозном веществе позволяют обоснованно и эффективно применять предложенную нами вентральную технику анастомотической уретропластики без пересечения спонгиозного тела.

### Заключение

Использование МРТ при стриктуре уретры обеспечивает точную и сопоставимую с интраоперационными данными информацию о протяжённости стриктуры, локализации и степени выраженности спонгиоза. Эти данные способствуют выбору оптимального объёма оперативного вмешательства и, следовательно, повышению эффективности и безопасности лечения пациентов данной категории. Отмеченное

существенное превосходство МРТ по диагностическим возможностям над остальными методами и присущее ей отсутствие риска воздействия ионизирующего излучения служат убедительными аргументами в пользу необходимости более широкого использования МРТ при стриктуре уретры. Тем не менее необходимо понимать, что данные МРТ не всегда совпадают с интраоперационными данными. При применении МРТ возможна как гипер-, так и гиподиагностика. Кроме того, следует добавить, что МРТ нельзя воспринимать как метод, заменяющий традиционную уретрографию. Хотя эти методики не всегда совпадают, но они дополняют друг друга и при сочетанном применении существенно повышают предоперационную диагностическую точность. С учётом полученных первоначальных обнадёживающих данных перспективным представляется дальнейшее продолжение исследования диагностической ценности МРТ.

### Список литературы | References

- 1 Santucci RA, Joyce GF, Wise M. Male urethral stricture disease. *J Urol*. 2007;177(5):1667-74. DOI: 10.1016/j.juro.2007.01.041
- 2 Alwaal A, Blaschko SD, McAninch JW, Breyer BN. Epidemiology of urethral strictures. *Transl Androl Urol*. 2014;3(2):209-13. DOI: 10.3978/j.issn.2223-4683.2014.04.07
- 3 Palminteri E, Berdondini E, Verze P, De Nunzio C, Vitarelli A, Carmignani L. Contemporary urethral stricture characteristics in the developed world. *Urology*. 2013;81(1):191-6. DOI: 10.1016/j.urology.2012.08.062
- 4 Baskin LS, Constantinescu SC, Howard PS, McAninch JW, Ewalt DH, Duckett JW, Snyder HM, Macarak EJ. Biochemical characterization and quantitation of the collagenous components of urethral stricture tissue. *J Urol*. 1993;150(2 Pt 2):642-7. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)35572-6
- 5 Wood DN, Andrich DE, Greenwell TJ, Mundy AR. Standing the test of time: the long-term results of urethroplasty. *World J Urol*. 2006;24(3):250-4. DOI: 10.1007/s00345-006-0057-3
- 6 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
- 7 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
- 8 Патент РФ на изобретение RU 2749869 C2/17.06.2021. Бюл. №17. Велиев Е.И., Богданов А.Б., Катибов М.И., Полякова А.С. Способ формирования анастомоза на вентральной поверхности уретры без пересечения спонгиозного тела при стриктурах бульбозного отдела уретры. Ссылка активна на 19.02.2023. Patent RF na izobretenie RU 2749869 C2/17.06.2021. Bjul. №17. Veliev E.I., Bogdanov A.B., Katibov M.I., Polyakova A.S. Sposob formirovaniya anastomoza na ventral'noj poverhnosti uretry bez peresecheniya spongioznogo tela pri strikturah bul'boznogo otdela uretry. (In Russian). Accessed February 19, 2023. [https://yandex.ru/patents/doc/RU2749869C2\\_20210617](https://yandex.ru/patents/doc/RU2749869C2_20210617)
- 9 Bogdanov AB, Veliev EI, Sokolov EA, Metelev AY, Ivkin EE, Tomilov AA, Veliev RA, Marchenko VV, Monakov DM, Katibov MI, Afyouni AS, Furr J, Okhunov Z, Sabanegh E. Nontransecting Anastomotic Urethroplasty Via Ventral Approach Without Full Mobilization of the Corpus Spongiosum Dorsal Semicircumference. *Urology*. 2021;152:136-141. DOI: 10.1016/j.urology.2020.10.074
- 10 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):587-93; discussion 594. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.01.015
- 11 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):842-8. DOI: 10.1148/radiol.2403050590
- 12 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):603-7. DOI: 10.1016/j.juro.2009.10.016
- 13 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., Mitusov 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
- 14 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. *Urologiya*. 2015;(2):24-30. (In Russian). eLIBRARY ID: 23608497; EDN: TWQGDD
- 15 El-Ghar MA, Osman Y, Elbaz E, Refiae H, El-Diasty T. MR urethrogram versus combined retrograde urethrogram and sonourethrography in diagnosis of urethral stricture. *Eur J Radiol*. 2010;74(3):e193-8. DOI: 10.1016/j.ejrad.2009.06.008
- 16 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
- 17 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
- 18 Jordan GH, Eltahawy EA, Virasoro R. The technique of vessel sparing excision and primary anastomosis for proximal bulbous urethral reconstruction. *J Urol*. 2007;177(5):1799-802. DOI: 10.1016/j.juro.2007.01.036
- 19 Gur U, Jordan GH. Vessel-sparing excision and primary anastomosis (for proximal bulbar urethral strictures). *BJU Int*. 2008;101(9):1183-95. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2008.07619.x
- 20 Andrich DE, Mundy AR. Non-transecting anastomotic bulbar urethroplasty: a preliminary report. *BJU Int*. 2012;109(7):1090-4. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2011.10508.x

#### Сведения об авторах

**Андрей Борисович Богданов** — канд. мед. наук; врач-уролог урологического отделения ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ; доцент кафедры урологии и хирургической андрологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России  
г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-5347-8364>  
[bogdanovab@botkinmoscow.ru](mailto:bogdanovab@botkinmoscow.ru)

**Магомед Исламбекович Катибов** — д-р мед. наук., доцент; заведующий урологическим отделением ГБУ РД «ГКБ»  
г. Махачкала, Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-6273-7660>  
[mikatibov@mail.ru](mailto:mikatibov@mail.ru)

**Евгений Ибадович Велiev** — д-р мед. наук., профессор; заведующий урологическим отделением ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ; профессор кафедры урологии и хирургической андрологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России  
г. Москва, Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-1249-7224>  
[veliev@urotop.ru](mailto:veliev@urotop.ru)

**Дмитрий Михайлович Монаков** — канд. мед. наук; ассистент кафедры урологии и оперативной нефрологии ФГАОУ ВО РUDN; старший научный сотрудник отдела онкоурологии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России  
г. Москва, Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-9676-1802>  
[gvkg-monakov@mail.ru](mailto:gvkg-monakov@mail.ru)

#### Information about the authors

**Andrey B. Bogdanov** — M.D., Cand.Sc.(Med); Urologist, Urology Division, S.P. Botkin City Clinical Hospital — Moscow Healthcare Department; Assoc.Prof., Dept. of Urology and Surgical Andrology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education  
Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0001-5347-8364>  
[bogdanovab@botkinmoscow.ru](mailto:bogdanovab@botkinmoscow.ru)

**Magomed I. Katibov** — M.D., Dr.Sc.(Med), Assoc.Prof. (Docent); Head, Urology Division, Makhachkala City Clinical Hospital  
Makhachkala, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-6273-7660>  
[mikatibov@mail.ru](mailto:mikatibov@mail.ru)

**Evgeny I. Veliev** — M.D., Dr.Sc.(Med), Full. Prof.; Head, Urology Division, S.P. Botkin City Clinical Hospital; Prof., Dept. of Urology and Surgical Andrology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education  
Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-1249-7224>  
[veliev@urotop.ru](mailto:veliev@urotop.ru)

**Dmitry M. Monakov** — M.D., Cand.Sc.(Med); Assist. Prof., Dept. of Urology and Surgical Nephrology, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University); Senior Researcher, Oncourology Unit, A.V. Vishnevsky National Medical Research Centre of Surgery  
Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-9676-1802>  
[gvkg-monakov@mail.ru](mailto:gvkg-monakov@mail.ru)

**Дмитрий Александрович Гончарук** — канд. мед. наук; врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-3499-0597>

[gonch.urology@yandex.ru](mailto:gonch.urology@yandex.ru)

**Гюля Ильгаровна Ахвердиева** — канд. мед. наук; врач-рентгенолог, научный сотрудник рентгенодиагностического отделения ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-7381-0942>

[doctor\\_gulya@mail.ru](mailto:doctor_gulya@mail.ru)

**Александра Сергеевна Полякова** — учебный ординатор кафедры урологии и хирургической андрологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-3468-8758>

[plkvs46@mail.ru](mailto:plkvs46@mail.ru)

**Владимир Аршакович Варданыан** — студент института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-9905-3855>

[vardanyan.vl.a@gmail.com](mailto:vardanyan.vl.a@gmail.com)

**Goncharuk D. Alexandrovich** — M.D., Cand.Sc.(Med); Radiologist, Radiology Diagnostic Division, S.P. Botkin City Clinical Hospital — Moscow Healthcare Department

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-3499-0597>

[gonch.urology@yandex.ru](mailto:gonch.urology@yandex.ru)

**Gulya I. Akhverdiev** — M.D., Cand.Sc.(Med); Radiologist, Researcher, Radiology Diagnostic Division, N.N. Blokhin National Research Center of Oncology

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-7381-0942>

[doctor\\_gulya@mail.ru](mailto:doctor_gulya@mail.ru)

**Alexandra S. Polyakova** — Resident, Dept. of Urology and Surgical Andrology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-3468-8758>

[plkvs46@mail.ru](mailto:plkvs46@mail.ru)

**Vladimir A. Vardanyan** — Student, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-9905-3855>

[vardanyan.vl.a@gmail.com](mailto:vardanyan.vl.a@gmail.com)