



УДК 616.643-007.271-007.62+543.442-073.75+778.33
DOI: 10.56871/ViM.2024.27.74.003

ОСОБЕННОСТИ РЕНТГЕН-АНАТОМИИ МУЖСКОЙ УРЕТРЫ

© Александра Сергеевна Лоншакова¹, Ирина Анатольевна Гарапач²,
Ольга Сергеевна Маслак^{2, 3}, Дарья Дмитриевна Суханова^{1, 4}

¹ Медицинский центр Domedica24. 194356, г. Санкт-Петербург, пр. Энгельса, д. 138

² Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии. 191036, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2/4

³ Санкт-Петербургский государственный университет. 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9

⁴ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

Контактная информация: Александра Сергеевна Лоншакова — главный врач медицинского центра Domedica24, рентгенолог. E-mail: aslonshakova@gmail.com

Для цитирования: Лоншакова А.С., Гарапач И.А., Маслак О.С., Суханова Д.Д. Особенности рентген-анатомии мужской уретры // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 2. С. 16–22. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.27.74.003>

Поступила: 19.03.2024

Одобрена: 14.05.2024

Принята к печати: 27.06.2024

Резюме. В статье представлена нормальная лучевая анатомия мужской уретры, необходимая рентгенологам и урологам для правильной оценки изменений мочеиспускательного канала у мужчин при проведении ретроградной уретрографии и микционной цистоуретрографии с описанием техники их проведения. Данные исследования остаются «золотым стандартом» диагностики стриктур уретры у мужчин, а также других патологий мочеиспускательного канала. Знание анатомии уретры и дифференцировка ее отделов при проведении рентгенологических исследований необходима для постановки верного диагноза и выбора метода лечения.

Ключевые слова: уретра, стриктура уретры, рентгенодиагностика

CHARACTERISTICS OF MALE URETHRA ANATOMY ON X-RAY IMAGES

© Alexandra S. Lonshakova¹, Irina A. Garapach², Olga S. Maslak^{2, 3}, Darya D. Sukhanova^{1, 4}

¹ Medical center Domedica24. 138 Engels ave., Saint Petersburg 194356 Russian Federation

² Saint Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology. 2/4 Ligovsky ave., Saint Petersburg 191036 Russian Federation

³ Saint Petersburg State University. 7–9 Universitetskaya emb., Saint Petersburg 199034 Russian Federation

⁴ Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

Contact information: Alexandra S. Lonshakova — Chief Doctor at Medical center Domedica24, Radiologist.
E-mail: aslonshakova@gmail.com

For citation: Lonshakova AS, Garapach IA, Maslak OS, Sukhanova DD. Characteristics of male urethra anatomy on X-ray images. Visualization in medicine. 2024;6(2):16–22. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.27.74.003>

Received: 19.03.2024

Revised: 14.05.2024

Accepted: 27.06.2024

Abstract. The article presents the normal anatomy of the male urethra on X-ray images, which is helpful for urologists and radiologists in the correct evaluation of male urethra pathologies during retrograde urethrography and voiding cystourethrography. The article also contains the methodology of these studies, which remain the 'gold standard' in the diagnosis of urethral strictures and other pathologies of the urethra. The knowledge of urethral anatomy and visualization of her sections during X-ray studies is relevant for correct diagnosis and choice of treatment options.

Keywords: urethra, urethral stricture, X-ray diagnostic

ВВЕДЕНИЕ

Мужская уретра представляет собой трубчатый орган, который начинается внутренним отверстием уретры дистальнее шейки мочевого пузыря, и заканчивается наружным отверстием (меатусом), открывающимся на вершине головки полового члена [1]. Длина уретры у мужчин составляет около 18–20 см.

Согласно данным литературы [1–7], мужской мочеиспускательный канал принято разделять на переднюю и заднюю уретру. Передняя уретра делится на пенильный и бульбозный отделы, задняя — на мембранозный и простатический (рис. 1). Изучение лучевой анатомии уретры удобнее начинать с задней уретры и двигаться в дистальном направлении.

ПРОСТАТИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

Длина простатического отдела уретры составляет около 3–4 см, его границами являются шейка мочевого пузыря с внутренним гладкомышечным непроизвольным сфинктером уретры и дистальная граница семенного бугорка. Простатический отдел уретры тесно соприкасается с тканью предстательной

INTRODUCTION

The male urethra is a tubular organ which begins with the internal opening of the urethra more distal than the neck of the bladder and ends with an external opening (meatus) at the top of the glans penis [1]. The length of the urethra in men is about 18–20 cm. According to the literature [1–7] the male urethra is divided into the anterior and posterior urethra. The anterior urethra is divided into the penile and bulbous sections, the posterior urethra in turn is divided into membranous and prostatic parts (Fig.1). The study of the radiological anatomy of the urethra is easier to begin with the posterior urethra and move in a distal direction.

PROSTATIC SECTION

The length of the prostatic urethra is about 3–4 cm and its boundaries are the cervix of the bladder with the internal involuntary smooth muscle sphincter of the urethra and the distal boundary of the seminal tubercle. The prostate area of the urethra is in close contact with prostate tissue and,

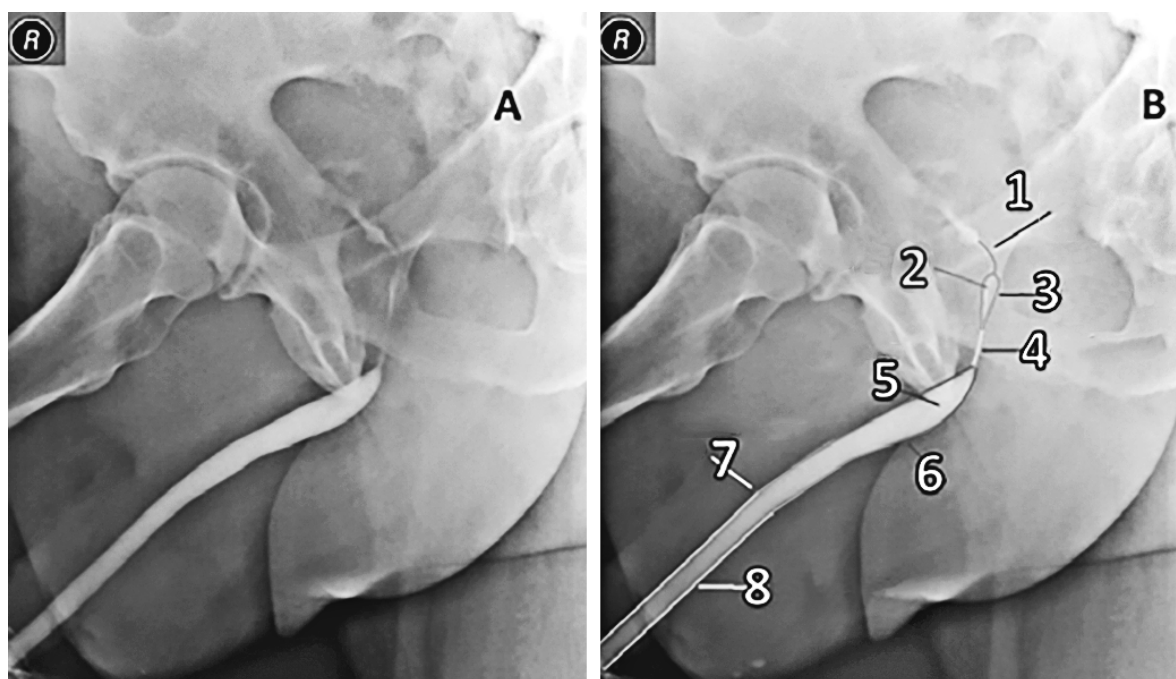


Рис. 1. Нормальная лучевая анатомия мужской уретры при ретроградной уретрографии (А, В): R (right) — указание на правую сторону анатомической области на снимке; 1 — шейка мочевого пузыря; 2 — семенной бугорок; 3 — простатический отдел; 4 — мембранозный отдел; 5 — конус бульбозной уретры; 6 — бульбозный отдел; 7 — пеноскротальный угол; 8 — пенильный отдел

Fig. 1. Normal radiographic anatomy of the male urethra in retrograde urethrography (A, B): R (right) — indication of the right side of the anatomical region in the image; 1 — bladder neck; 2 — seminal tubercle; 3 — prostatic urethra; 4 — membranous urethra; 5 — cone of bulbar urethra; 6 — bulbar urethra; 7 — penoscrotal junction; 8 — penile urethra

железы и при ретроградной уретрографии имеет веретеновидное расширение просвета с центральным дефектом контрастирования — так контрастный препарат охватывает семенной бугорок, располагающийся вдоль задней стенки. Семенной бугорок содержит щелевидное углубление, называемое мужской маточкой. Через толщу семенного бугорка проходят семявыбрасывающие протоки, которые могут контрастироваться при патологических состояниях (воспалительные изменения, стриктуры), это обусловлено повышением давления в уретре при выполнении контрастных исследований.

МЕМБРАНОЗНЫЙ ОТДЕЛ

Мембранозный отдел уретры, протяженностью около 1–1,5 см, проходит сквозь мочеполовую диафрагму, его границами являются нижний край семенного бугорка и дистальная граница наружного произвольного уретрального сфинктера. Ввиду того, что наружный уретральный сфинктер на рентгенограмме не визуализируется, нижнюю границу удобно проводить от начала конуса (расширенной части) бульбозной уретры.

Просвет задней уретры нитевидный при ретроградном исследовании и равномерно расширен (так же, как и передняя уретра) при исследовании с микцией.

БУЛЬБОЗНЫЙ ОТДЕЛ

Бульбозный отдел — довольно протяженный отдел уретры, его длина около 5–6 см. Границами бульбозного отдела уретры на рентгенограмме являются край конуса (расширенной части) с одной стороны и пеноскротальный угол — с другой. В некоторых случаях на уровне конуса мы можем визуализировать куперовы железы, открывающиеся протоками в бульбозную уретру. Контрастирование желез Купера встречается не только при стриктуре или воспалении, но и у здоровых пациентов [7].

Следует помнить, что длина бульбозного отдела уретры на рентгенограммах при ретроградном исследовании искажается. Это происходит вследствие того, что сагиттальная плоскость таза, как и плоскость бульбозного отдела уретры, располагается под углом к пучку рентгеновских лучей. В связи с этим визуализируемая длина бульбозного отдела может быть короче реальной [8], это необходимо учитывать при планировании оперативного вмешательства.

ПЕНИЛЬНАЯ УРЕТРА

Длина пенильного отдела имеет достаточно широкий диапазон индивидуальных колебаний в расслабленном и эрегированном состоянии. Границами

in retrograde urethrography, has a spindle-like expansion of the lumen with a central contrast defect — in this way the contrast drug covers the seminal tubercle along the posterior urethral wall. The seminal tubercle contains a crevice recess called the prostatic utricle. The seminal tubercle is penetrated by ejaculatory ducts, which can be contrasted in pathological conditions (inflammatory changes, strictures), due to a pressure increase in the urethra during the study.

MEMBRANOUS SECTION

The membranous section of the urethra (about 1–1.5 cm in length) passes through the genitourinary diaphragm, its boundaries are: the lower edge of the seminal tubercle and the distal boundary of the external voluntary urethral sphincter. Since the external urethral sphincter on the X-ray is not visualized, the lower boundary is generally accepted to be the beginning of the bulbous urethra cone (enlarged part).

The lumen of the posterior urethra is filamentous in retrograde examination and is uniformly extended (as is the anterior urethra) in the study with urination.

THE BULBOUS SECTION

The bulbous section is a rather long section of the urethra, about 5–6 cm long. The boundaries of the bulbous urethra on the radiograph are the edge of the cone (enlarged part) on the one side and the penoscrotal junction on the other. In some cases, at the cone level, we can visualize the Cooper glands opening into the bulbous urethra. Contrasting of the Cooper glands occurs not only in stricture or inflammation, but also in healthy patients [7].

The length of bulbous urethra on X-rays cannot be assessed during retrograde urethrography, because the beam of radiation passes sagittal pelvic plane at an angle, as well as the plane of the bulbous urethra. In this regard, the visualized length of the bulbous section may be shorter than the real one [8], this should be taken into account when planning an operative intervention.

PENILE URETHRA

The length of the penile section has a wide variation of individual oscillations in a relaxed and erect state. The boundaries of the penile urethra are the

пенильной уретры являются пеноскротальный угол с одной стороны и наружное отверстие уретры (меатус) — с другой. Пенильный отдел уретры включает также уретру, проходящую в головке полового члена, однако ряд авторов выделяет головчатую уретру в обособленный отдел [1]. Локальное расширение уретры на уровне головки длиной около 1 см называют ладьевидной ямкой.

В ряде случаев при воспалительных процессах и стриктурах уретры в связи с повышением давления в мочеиспускательном канале при проведении исследования с контрастированием на рентгенограммах могут визуализироваться железы Литтре, расположенные по ходу пенильной и бульбозной уретры вдоль дорзальной поверхности.

Для контрастирования уретры используют стабильные трийодированные мономерные неионные рентгеноконтрастные средства (йогексол, йопромид, йоверсол).

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РЕТРОГРАДНОЙ УРЕТРОГРАФИИ

Предпочтительным методом оценки передней уретры является ретроградная уретрография (РУГ, RUG — retrograde urethrography). Внедренная

пеноскротальный junction on one side and the external opening of the urethra (meatus) on the other. The urethra's penile section also includes the urethra passing through the glans penis, but a number of authors distinguish the capitate urethra as a separate section [1]. The local dilation of the urethra at the capital level, about 1 cm long, is called the scaphoid fossa.

In case of inflammatory processes and urethra strictures, the Littre glands can be visualized along the dorsal surface, due to a pressure increase in the urethra during contrast injection.

Stable triiodized monomeric non-ionic X-ray-contrast agents (yogexol, jopromid, joversol) are used to contrast urethra.

METHODOLOGY OF RETROGRADE URETHROGRAPHY

The preferred method for the anterior urethra evaluation is retrograde urethrography (RUG, Retrograde urethrography). Introduced into domestic practice by A.P. Frumkin in 1924, the technique of retrograde urethrography remains the same: the patient is

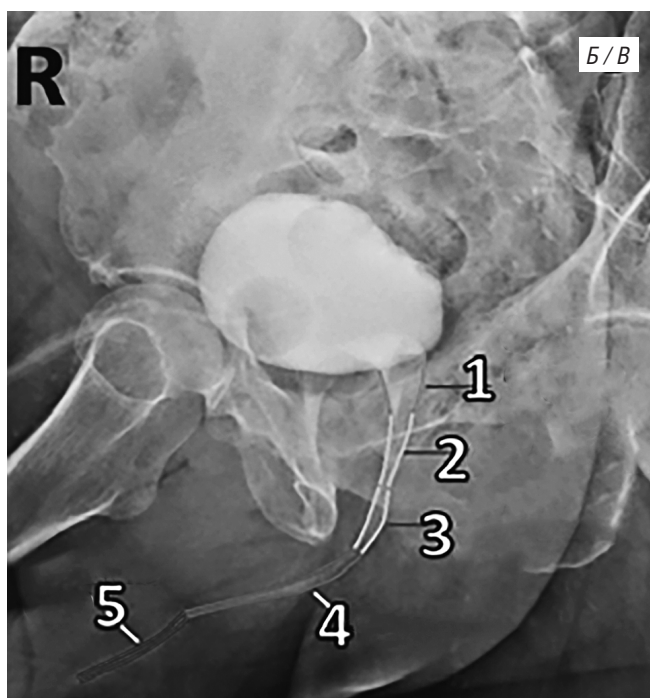
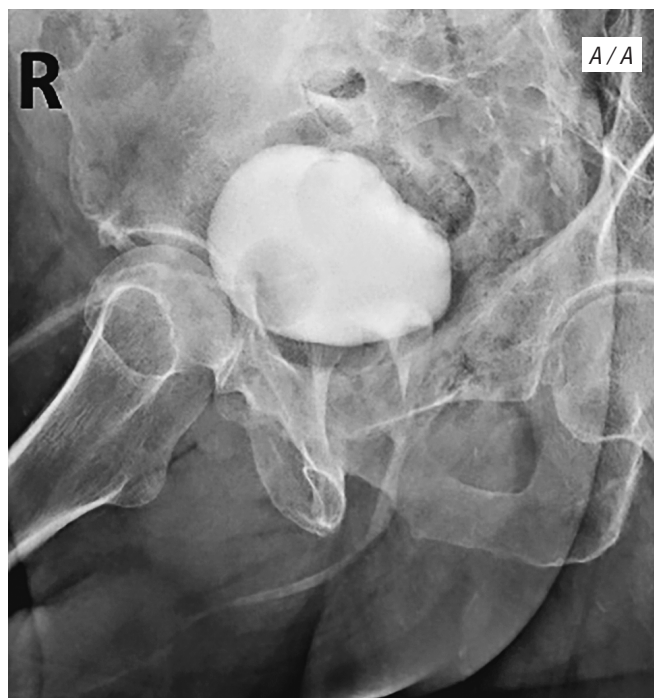


Рис. 2. Нормальная лучевая анатомия мужской уретры при микционной цистourethroграфии (А, Б): R (right) — указание на правую сторону анатомической области на снимке; 1 — шейка мочевого пузыря; 2 — простатический отдел; 3 — мембранозный отдел; 4 — бульбозный отдел; 5 — пенильный отдел

Fig. 2. Normal radiographic anatomy of the male urethra during micturition cystourethrography (A, B): R (right) indicates the right side of the anatomical region in the image; 1 — bladder neck; 2 — prostatic urethra; 3 — membranous urethra; 4 — bulbar urethra; 5 — penile urethra

в отечественную практику А.П. Фрумкиным в 1924 г., методика ретроградной уретрографии остается прежней: пациента укладывают на спину, с поворотом туловища на правый или левый бок, при этом ротированный таз образует с горизонтальной плоскостью стола угол 35–45°. Нога, в сторону которой повернуто тело пациента, согнута в тазобедренном и коленном суставах, подтянута к туловищу и отведена кнаружи. Другая нога вытянута и отведена. Половой член вытягивают параллельно согнутому бедру (достаточное вытяжение способствует визуализации пеноскротального угла, обусловленное натяжением поддерживающей связки полового члена) [7]. Центральный луч рентгеновской трубки направляют на область основания полового члена. Критерием правильности укладки служит перекрытие запирающего отверстия костями таза (седалищной и лобковой) на стороне наклона [7] (рис. 1).

Примерный объем передней уретры составляет 20–30 см³ [8], поэтому количество вводимого контрастного препарата колеблется в пределах 20–40 мл.

Контрастное вещество вводят в уретру шприцем Жане либо шприцем объемом 20 мл с использованием резинового наконечника. При невозможности введения контрастного препарата в уретру шприцами используют уретральный катетер Нелатона или катетер Фолея. Предпочтительным местом расположения конца катетера является ладьевидная ямка.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ МИКЦИОННОЙ ЦИТОУРЕТРОГРАФИИ

При исследовании задней уретры (рис. 2) методом выбора является микционная цистоуретрография (МЦУГ, VCUG — voiding cystourethrography). Этот метод требует заполнения мочевого пузыря [7] контрастным веществом (как показывает практика, объем вводимого контрастного препарата индивидуален, варьирует от 100 до 400 мл и обусловлен наступлением позыва к микции конкретного пациента), с последующим получением рентгеновских снимков во время мочеиспускания.

Заполнение мочевого пузыря контрастным препаратом проводится через надлобковый катетер (эпистостому) при его наличии или после внутривенного введения 40 мл контрастного препарата, когда контрастный препарат выделяется с мочой, наполняя мочевой пузырь. Ряд авторов говорит о необходимости опустошения мочевого пузыря перед внутривенным введением контрастного препарата [9].

Положение тела пациента такое же, как при проведении ретроградной уретрографии. В большинстве случаев для измерения протяженности стриктур мочеиспускательного канала ретроградная уретрография и микционная уретрография применяются совместно.

laid on the back, with the torso turning to the right or left side, while the rotated pelvis forms an angle of 35–45 degrees with the horizontal plane of the table. The leg, in the direction of which the patient's body is turned, is bent in the hip and knee joints, pulled to the torso and rotated outward. The other leg is unbent and also rotated outward. The penis is positioned parallel to the bent femur (sufficient traction improves visualization of the penoscrotal angle, due to tension of the suspensory ligament of the penis [7]). The central ray of the X-ray tube is directed to the base of the penis. The hallmark of the correct placing is the overlapping of the obturator foramen with the pelvic bones (ischium and pubic) on the rotated side [7] (See Fig. 1).

The estimated volume of the anterior urethra is 20–30 cm³ [8], so the amount of injected contrast drug varies between 20–40 ml.

The contrast agent is injected into the urethra with a Janet's syringe or a 20 ml syringe with a rubber tip. If it is impossible to inject a contrast agent into the urethra with syringes, the urethral catheter Nelaton or Foley can be used. The preferred location of the end of the catheter is the scaphoid fossa.

THE METHODOLOGY OF VOIDING CYTORETROGRAPHY

The method of choice for the posterior urethra study is voiding cystourethrography (VCUG — Voiding cystourethrography) (Fig. 2). This method requires the bladder [7] to be filled with a contrasting substance (the amount of injected contrast agent is individual, varies from 100 to 400 ml, and is determined by the onset of an urination urge) with subsequent fluoroscopy during urination.

The bladder is filled with a contrasting agent via a suprapubic catheter (epicystostome) if present or by intravenous administration of 40 ml contrast. A number of authors note the necessity of emptying the bladder before intravenous contrasting [9].

The patient's body is placed in the same position as during a retrograde urethrography. In most cases, retrograde urethrography and voiding urethrography are used together to evaluate urinary strictures.

CONCLUSION

Consequently, the article represents the most important aspects of the male urethra normal anatomy,

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье были рассмотрены наиболее важные для врачей-рентгенологов и врачей-урологов аспекты нормальной анатомии мужской уретры, нормальная лучевая анатомия мужской уретры, особенности визуализации мужской уретры при проведении ретроградной уретрографии и микционной цистоуретрографии — наиболее значимых диагностических исследований при стриктурах уретры у мужчин, методики проведения этих исследований. Эти данные помогут специалистам более точно и грамотно интерпретировать полученные рентгенограммы, что облегчит дифференциальную диагностику и постановку верного диагноза.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коган М.И., Красулин В.В., Глухов В.П., Митусов В.В., Домбровский В.И., Ильяш А.В. Визуализация обструкций мочеиспускательного канала у мужчин. М.; Ростов н/Д: Издательство РостГМУ; 2017.
2. Childs D.D., Dyer R.B., Holbert B., Terlecki R., Chouhan J.D., Ou J. Multimodality imaging of the male urethra: trauma, infection, neoplasm, and common surgical repairs. *Abdominal Radiology*. 2019; 44(12): 3935–3949. DOI: 10.1007/s00261-019-02127-8.
3. Тублин Т., Борхани А.А., Фурлан А., Хеллер М.Т. Лучевая диагностика. Органы мочеполовой системы. М.: Издательство Панфилова; 2018.
4. Strittmatter F., Beck V., Stief C.G., Tritschler S. Urethrastricture. Von der Diagnostik bis zur sinnvollen Therapie [Urethral stricture. From diagnostics to appropriate treatment]. *Urologe*. 2017;56(8):1047–1057. DOI: 10.1007/s00120-017-0443-z.
5. Proceedings of International Consultation on Urologic Diseases: Urethral Strictures, International Consultation on Urethral Strictures, in Conjunction with the Société Internationale d'Urologie (SIU) World Meeting, 13–16 October 2010, Marrakech, Morocco. *Urology*. 2014;83(3 Suppl):S1–73.
6. Живов А.В., Рева И.А., Тедеев Р.Л., Пушкарь Д.Ю. Клинические рекомендации Американской урологической ассоциации (AUA) по диагностике и лечению стриктур уретры у мужчин 2016. *Урология*. 2017;(3):127–137.

the normal radiology anatomy, visualization features of male urethra in retrograde uretrography and voiding cystourethrography - the most significant diagnostic examinations in urethra strictures in men, methods of conducting these studies. This information will help specialists to interpret X-rays more accurately and competently, which will facilitate the diagnostic process.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

REFERENCES

1. Kogan M.I., Krasulin V.V., Glukhov V.P., Mitusov V.V., Dombrovsky V.I., Ilyash A.V. Visualization of urinary tract obstructions in men. М.; Rostov n/D: Izdatel'stvo RostGMU; 2017. (In Russian).
2. Childs D.D., Dyer R.B., Holbert B., Terlecki R., Chouhan J.D., Ou J. Multimodality imaging of the male urethra: trauma, infection, neoplasm, and common surgical repairs. *Abdominal Radiology*. 2019;44(12):3935–3949. DOI: 10.1007/s00261-019-02127-8.
3. Tublin T., Borhani A.A., Furlan A., Heller M.T. X-Ray diagnostics. Organs of the urogenital system. М.: Izdatel'stvo Panfilova; 2018. (In Russian).
4. Strittmatter F., Beck V., Stief C.G., Tritschler S. Urethrastricture. Von der Diagnostik bis zur sinnvollen Therapie [Urethral stricture : From diagnostics to appropriate treatment]. *Urologe*. 2017;56(8):1047–1057. DOI: 10.1007/s00120-017-0443-z. (In German).
5. Proceedings of International Consultation on Urologic Diseases: Urethral Strictures, International Consultation on Urethral Strictures, in Conjunction with the Société Internationale d'Urologie (SIU) World Meeting, 13–16 October 2010, Marrakech, Morocco. *Urology*. 2014;83(3 Suppl):S1–73.
6. Zhivov A.V., Reva I.A., Tedeev R.L., Pushkar D.Yu. American Urological Association Guideline for Diagnosis and Management of Male Urethral Stricture 2016. *Urologia*. 2017;3:127–136. DOI: 10.18565/urol.2017.3.127-136. (In Russian).

-
- | | |
|--|--|
| <p>7. Ayoob A., Dawkins, A., Gupta S., Nair R. Anterior urethral strictures and retrograde urethrography: an update for radiologists. <i>Clin Imaging</i>. 2020;67(1):37–48. DOI: 10.1016/j.clinimag.2020.05.008.</p> <p>8. Maciejewski C., Rourke K. Imaging of urethral stricture disease. <i>Transl Androl Urol</i>. 2015;4(1):2–9. DOI: 10.3978/j.issn.2223-4683.2015.02.03.</p> <p>9. Frimberger D., Mercado-Deane M.G. Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography. <i>Pediatrics</i>. 2016;138(5):e20162590. DOI: 10.1542/peds.2016-2590.</p> | <p>7. Ayoob A., Dawkins, A., Gupta S., Nair R. Anterior urethral strictures and retrograde urethrography: an update for radiologists. <i>Clin Imaging</i>. 2020;67(1):37–48. DOI: 10.1016/j.clinimag.2020.05.008.</p> <p>8. Maciejewski C., Rourke K. Imaging of urethral stricture disease. <i>Transl Androl Urol</i>. 2015;4(1):2–9. DOI: 10.3978/j.issn.2223-4683.2015.02.03.</p> <p>9. Frimberger D., Mercado-Deane M.G. Establishing a Standard Protocol for the Voiding Cystourethrography. <i>Pediatrics</i>. 2016;138(5):e20162590. DOI: 10.1542/peds.2016-2590.</p> |
|--|--|