



ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА АРТЕРИОВЕНОЗНОЙ ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ: ИСТОРИЯ И РАЗВИТИЕ

© П.С. Кызласов¹, Б.Г. Касымов², С.Х. Аль-Шукри³, Е.А. Искаков², Р.М. Нугуманов², И.В. Кузьмин³, Т.М. Муратов², Т.Н. Тургумбаев²

¹ ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, Москва;

² АО «Национальный научный медицинский центр», Астана, Казахстан;

³ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России

Для цитирования: Кызласов П.С., Касымов Б.Г., Аль-Шукри С.Х., и др. Лучевая диагностика артериовенозной эректильной дисфункции: история и развитие // Урологические ведомости. – 2018. – Т. 8. – № 1. – С. 40–46. doi: 10.17816/uroved8140-46

Дата поступления: 10.01.2018

Статья принята к печати: 07.03.2018

Обзорная статья посвящена истории и современному состоянию лучевых методов диагностики артериовенозной эректильной дисфункции. Представлены показания, преимущества и недостатки применяемых методов диагностики. Указано, что оптимальными методами лучевой диагностики артериовенозной эректильной дисфункции в настоящее время являются магнитно-резонансная и компьютерная томография с интракавернозным контрастированием, которые обладают наибольшей чувствительностью и специфичностью.

Ключевые слова: эректильная дисфункция; ультразвуковая доплерография; компьютерная кавернозография; фармакокавернозография.

RADIATION DIAGNOSTICS OF ARTERIOVENOUS ERECTILE DYSFUNCTION: HISTORY AND DEVELOPMENT

© P.S. Kyzlasov¹, B.G. Kasymov², S.Kh. Al-Shukri³, E.A. Iskakov², R.M. Nugumanov², I.V. Kuzmin³, T.M. Muratov², T.N. Turgumbaev²

¹ State Research Center Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia;

² National Scientific Medical Center, Astana, Kazakhstan;

³ Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia

For citation: Kyzlasov PS, Kasymov BG, Al-Shukri SKh, et al. Radiation diagnostics of arteriovenous erectile dysfunction: history and development. *Urologicheskie vedomosti*. 2018;8(1):40-46. doi: 10.17816/uroved8140-46

Received: 10.01.2018

Accepted: 07.03.2018

The review article is devoted to the history and current state of radiation methods for diagnosis of arteriovenous erectile dysfunction. The indications, advantages and disadvantages of the diagnostic methods are presented. It is indicated that magnetic resonance imaging (MRI) and computed tomography scan (CT scan) with intracavernous contrasting, which have the greatest sensitivity and specificity, are currently the optimal methods for radiation diagnosis of arteriovenous erectile dysfunction.

Keywords: erectile dysfunction; ultrasound dopplerography; computer cavernosography; pharmacocavernosography.

Под термином «эректильная дисфункция» (ЭД) понимают невозможность достичь или поддержать ригидность полового члена, достаточную для проведения полового акта. Данный термин пришел на смену понятию «импотенция», которое само по себе оказывало дополнительную психологиче-

скую нагрузку на пациента [1]. ЭД приводит к значительному нарушению гармонии и благополучия сексуального здоровья и вследствие этого к значительному снижению качества жизни мужчины любого возраста. По данным крупного эпидемиологического исследования, распространенность

ЭД у мужчин в возрасте от 40 до 70 лет составляет 52 %, при этом легкая и умеренная ЭД наблюдается в 17,2 и 25,2 % случаев соответственно, а тяжелая ЭД — в 9,6 % случаев [2]. Распространенность заболевания находится в прямой зависимости от возраста пациента: в возрасте 18–29 лет частота ЭД составляет 7 %, 30–39 лет — 2–9 %, 40–49 лет — 9–11 %, 50–59 лет — 16–18 %, 60–69 лет — 34 %, 70 лет и старше — 53 % [3–6]. Заболеваемость ЭД составляет 26 на 1000 мужчин [2].

В Республике Казахстан был проведен анализ распространенности ЭД, для чего были обследованы 1550 мужчин в возрасте от 21 до 79 лет. ЭД была обнаружена у 784 (52,3 %) из них, при этом признаки ЭД с сопутствующим возрастным гипогонадизмом выявлены только у 21 (1,1 %) мужчины [7].

Доступность различных методов лечения ЭД и активная работа средств массовой информации привели к тому, что значительная доля мужчин занимается самолечением, не пройдя соответствующего медицинского обследования. Менее 10 % пациентов, страдающих ЭД, обращаются к специалистам за медицинской помощью, остальные или вообще не получают лечение, или самостоятельно используют препараты, рекламируемые средствами массовой информации [8]. Многие мужчины считают, что проблема, связанная с ЭД, обусловлена возрастными изменениями, и смиряются со сложившейся ситуацией. С другой стороны, зачастую урологи на приеме не спрашивают пациентов о сексуальной жизни, если, конечно, причиной обращения не послужила сама ЭД [9].

В 70–80 % случаев причиной возникновения ЭД являются сосудистые нарушения, из которых 30 % связаны с уменьшением притока артериальной крови к пещеристым телам, 30 % — с увеличением венозного оттока и 40 % имеют смешанный генез [10, 11]. Современное техническое обеспечение стационаров и амбулаторий позволяет провести все необходимые исследования артериовенозной ЭД — ультразвуковую, рентгеновскую, компьютерную или магнитно-ядерную диагностику [12]. Наиболее распространенными методами лучевой диагностики артериовенозной ЭД в современной урологии являются:

1) ультразвуковое исследование (УЗИ) с использованием доплерографии сосудов полового члена (рис. 1, 2);

2) кавернозография с использованием компьютерной томографии полового члена (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ).

Во всех указанных исследованиях применяют фармакологические стимуляторы эрекции (ингибиторы ФДЭ-5, препараты простагландинов) [13].

Использовать доплерографию полового члена для диагностики ЭД начали с конца 70-х — начала 80-х гг., а в конце 90-х гг. XX в. в связи с появлением и распространением ингибиторов ФДЭ-5 она стала широко распространенным методом исследования [14]. Согласительный Комитет по изучению эректильной дисфункции в июне 1999 г. рекомендовал УЗИ полового члена с интракавернозным фармакотестом как первый специализированный метод обследования пациентов с ЭД. Было отмечено, что данное исследование характеризуется малой инвазивностью, высокой информативностью и относительно невысокой себестоимостью [15]. Современное комплексное УЗИ полового члена включает в себя следующие технологии: В-режим, доплеровские методы, состоящие из импульсно-волнового режима, так называемого PulseWave, цветового энергетического доплеровского картирования (Collor Doppler Energy), триплексного режима, представляющего сочетание первых трех, и метод В-потока (В-flow) [16].

Благодаря малоинвазивности доплерографии сосудов полового члена, а также техническому развитию ультразвукового оборудования в настоящее время эта методика стала незаменимой в диагностике ЭД [17]. Однако данное исследование имеет ряд недостатков, таких как неточность измерения при высоких скоростях кровотока, отсутствие возможности оценить скорость кровотока на всем протяжении сосуда; кроме того, сама постановка и наклон ультразвукового датчика существенно влияют на результат исследования [18].

У больных с артериогенной эректильной дисфункцией продемонстрирована диагностическая ценность УЗИ внутренней половой артерии трансперинеальным доступом [19]. По данным авторов, метод имеет чувствительность 95 %, специфичность — 90 % и позволяет оценить важные морфометрические особенности внутренней половой артерии: ее диаметр, реакцию на стимуляцию, ход артерии, тип кровотока в артерии; определить наличие или отсутствие стенозов и окклюзий в артерии.

Одним из основных методов диагностики ЭД сосудистого генеза является кавернозография — рентгенологическое исследование сосудов полового члена, во время которого в пещеристые тела

через небольшую иглу вводится рентгеноконтрастное вещество (рис. 3). Получаемая рентгенограмма позволяет определить состояние кровеносных сосудов полового члена. При помощи данного метода можно подтвердить или исключить наличия ЭД венозной этиологии, определить уровень сброса венозной крови [20].

Впервые кавернозографию описал в 1946 г. А. De la Pena как способ визуализации вен малого таза [21]. В 1955 г. F. May и H. Hirtl описали рентгенологическое изображение кавернозных тел в норме, а также патологические изменения, которые возникают при травмах, воспалении, опухолях кавернозных тел и приапизме [22]. Современное понимание термина «кавернозография» предложили в 1984 г. R. Virag et al., которые выполнили рентгеновское исследование кавернозных тел после введения вазоактивного препарата папаверина, индуцирующего эрекцию и позволяющего провести визуализацию кавернозных тел в эрегированном состоянии [23]. С помощью динамической кавернозографии можно не только диагностировать наличие патологической утечки, но и определять количество патологических коммуникантных вен, их уровень и бассейн сброса [24]. Фармакокавернозографию обычно выполняют в двух проекциях, она демонстрирует контрастированные венозные сосуды, по которым преимущественно происходит сброс крови из кавернозных тел [25].

Традиционная кавернозография и фармакокавернозография являются диагностическими методами визуализации патологии венозной системы полового члена. Однако, несмотря на относительную достоверность и широкую распространенность фармакокавернозографии, у этого метода существует ряд ощутимых недостатков: использование йодсодержащих контрастных веществ в больших дозах и связанная с этим возможность развития осложнений (аллергических реакций), наличие ионизирующего излучения в высоких дозах. Кроме того, традиционная кавернозография не может быть оцифрована и отсутствует возможность построения трехмерного изображения. При этом частота ложноположительных результатов при использовании вышеперечисленных методик достигает 20–25 % [26]. В современной диагностике, учитывая высокую инвазивность и лучевую нагрузку, кавернозографию часто сочетают с другими методиками. Сочетание кавернозографии с манометрией эффективно для обнаружения анатомических

дефектов в первую очередь при веноокклюзивной ЭД [27].

Компьютерную кавернозографию применяют у больных с подозрением на артериовенозную ЭД и при неэффективности динамической кавернозографии [26].

В 2011 г. в Госпитале Красного Креста Такаматсу (Япония) провели изучение нового способа распознавания венозных нарушений эрекции. Авторы исследования использовали методику 3D-обработки изображений КТ полового члена после введения в пещеристые тела рентгеноконтрастного препарата (рис. 4). 3D-компьютерная кавернозография была выполнена 90 пациентам, при этом диагноз ЭД был подтвержден у всех больных. Авторы исследования отметили, что при венозной эректильной дисфункции почти у 92 % пациентов утечка крови происходила в препростатическое венозное сплетение, в которое впадает глубокая дорзальная вена полового члена [28].

Для визуализации анатомически «глубоко» расположенных сосудистых структур и оценки их объемного и пространственного взаимоотношения О.Б. Жуков и др. (2009) применяли мультиспиральную компьютерную томографию органов малого таза, полового члена и органов мошонки у пациентов с ЭД [29]. Е.А. Ефремов и др. (2012) для диагностики ЭД использовали динамическую компьютерную кавернозографию у пациентов с подозрением на патологический венозный дренаж. Авторы сделали выводы о том, что среди имеющихся на сегодняшний день методов диагностики веногенной ЭД у динамической компьютерной фармакокавернозографии наилучшие показатели чувствительности и специфичности [30]. К сожалению, данный метод, несмотря на малую инвазивность и отсутствие необходимости интракавернозного введения контраста, не лишен таких недостатков, как наличие лучевой нагрузки, высокая стоимость, быстрое прохождение сосудистой фазы при контрастировании, в связи с чем зачастую трудно получить изображения как магистральных, так мелких сосудов.

Для диагностики нарушений веноокклюзивного механизма при ЭД используют плоскопанельную КТ. Преимущества метода: небольшое количество контрастного вещества, возможность трехмерной реконструкции сосудистого русла из-за высокого пространственного разрешения, низкая доза облучения, отсутствие артефактов от металлических предметов. Однако отмечены следующие недостат-



Рис. 1. Ультразвуковая доплерография сосудов полового члена в норме: *а* — 1, 2 (между стрелками) — половой член вне эрекции; 3 — кавернозные тела нормальной эхогенности; 4 (стрелки) — мочеиспускательный канал; 5 — мошонка; *б* — 1, 2 — половой член во время эрекции; 3 — кавернозные тела во время эрекции; 4 (стрелки) — мочеиспускательный канал; 5 — мошонка

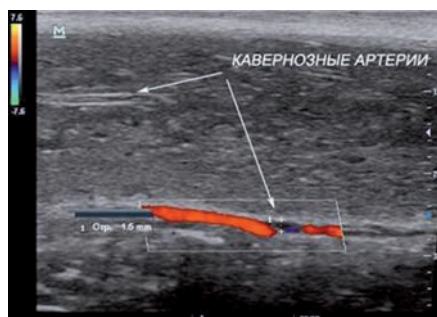


Рис. 2. Ультразвуковая доплерография сосудов полового члена. Выделены кавернозные артерии

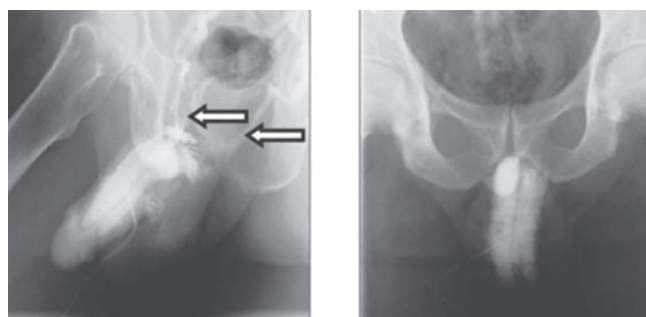


Рис. 3. Рентгенологическая кавернозография



Рис. 4. Компьютерная кавернозография

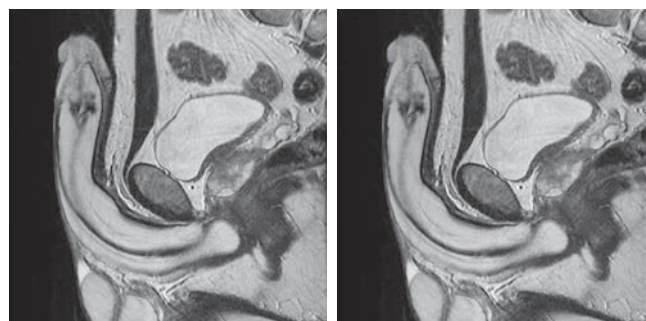


Рис. 5. Магнитно-резонансная кавернозография

ки метода: необходимость применения сложного оборудования, интракавернозное введение контрастного вещества [31].

МРТ — высокоэффективный метод исследования, позволяющий получить контрастные изображения внутренних органов в любой плоскости с высокой разрешающей способностью без применения ионизирующего излучения и введения радиоактивных веществ, что особенно важно при диагностических исследованиях органов мочеполовой системы [32]. МРТ полового члена дает возможность анализировать структуру кавернозных тканей, визуализировать промежностные и пенильные артерии, поражаемые при ЭД (рис. 5). Однако более достоверную сосудистую недостаточность при ЭД можно выявить только методом МР-ангиографии с контрастным усилением [33].

М. Bernstein et al. (1998) провели данное исследование 17 больным с посттравматической ЭД с предварительным интракавернозным введени-

ем вазоактивного препарата (простагландин E1) и в 70 % случаев визуализировали поражение сосудов таза (окклюзию внутренней срамной артерии) [34]. Проведение МРТ полового члена возможно на фоне функциональной кавернозографии с использованием гадолиния [35]. Эффект контрастирования достигается за счет способности гадолинийсодержащих препаратов изменять релаксационные свойства экстрацеллюлярной жидкости, что проявляется укорочением времени T1-релаксации и усилением интенсивности сигнала от крови при специальных импульсных последовательностях. Таким образом, регистрируют эффект, аналогичный достигаемому при ангиографии [35]. МРТ полового члена способствует идентификации анатомических структур полового члена, а также при диагностике окружающих и патологически измененных тканей возможно верифицировать состояние веноокклюзионного механизма вне зависимости от преобладания корпоральных и посткорпоральных фак-

торов. Однако к недостаткам МРТ полового члена при диагностике веноокклюзивной ЭД можно отнести максимальную инвазивность и высокую стоимость процедуры. Полагают, что МРТ с интракавернозным контрастированием является методом выбора для объективной визуализации патологических дренирующих вен полового члена у больных веногенной ЭД и ее применение целесообразно в трудных диагностических случаях [36]. Учитывая высокую эффективность МРТ и полное отсутствие ионизирующего излучения, данный метод исследования является основным в диагностике веногенной ЭД, особенно у молодых пациентов.

Таким образом, на сегодняшний день оптимальными методами лучевой диагностики артериовенозной ЭД следует считать МРТ- и КТ-кавернозографию с интракавернозным контрастированием, которые обладают наибольшей чувствительностью и специфичностью. Учитывая тенденцию роста заболеваемости ЭД и большую ее распространенность во всех возрастных категориях, основными причинами развития которой служат сосудистые нарушения, считаем необходимым внедрение в клиническую практику новых малоинвазивных, объективных, высокоинформативных и безвредных визуализационных методик диагностики эректильной дисфункции, таких как МРТ- и КТ-кавернозография.

ЛИТЕРАТУРА

1. NIH Consensus Conference. Impotence. NIH Consensus Development Panel on Impotence. *JAMA*. 1993;270(1):83-90. doi: 10.1001/jama.270.1.83.
2. Derby CA, Barbour MM, Hume AL, McKinlay JB. Drug therapy and prevalence of erectile dysfunction in the Massachusetts Male Aging Study cohort. *Pharmacotherapy*. 2001;21(6):676-683. doi: 10.1592/phco.21.7.676.34571.
3. Male sexual dysfunction. EAU Guidelines / Ed by K Hatzimouratidis, F Giuliano, I Moncada, et al. EAU: 2017. <http://uroweb.org/guideline/male-sexual-dysfunction>.
4. Goldstein I, Mulhall J, Bushmakin A, et al. The erection hardness score and its relationship to successful sexual intercourse. *J Sex Med*. 2008;5(10):2374-2380. doi: 10.1111/j.1743-6109.2008.00910.x.
5. Мазо Е.Б., Гамидов С.И., Иремашвили В.В. Эректильная дисфункция. – 2-е изд. – М.: МИА, 2008. [Mazo EB, Gamidov SI, Iremashvili VV. Erektibil'naja disfunkcija. 2nd ed. Moscow: MIA; 2008. (In Russ.)]
6. Prins J, Blanker MH, Bohnen AM, et al. Prevalence of erectile dysfunction: a systematic review of population-based studies. *Int J Impot Res*. 2002;14(6):422-432. doi: 10.1038/sj.ijir.3900905.
7. Хамзин А.А., Фролов Р.А. Распространение эректильной дисфункции среди городского населения республики Казахстан в возрасте от 21 до 79 лет // Современная медицина: актуальные вопросы. – 2014. – № 30. – С. 89–93. [Hamzin AA, Frolov RA. The prevalence of erectile dysfunction among urban residents aged 21-79 years of the Republic of Kazakhstan. *Sovremennaja medicina: aktual'nye voprosy*. 2014;(30):89-93. (In Russ.)]
8. Eardley I, Mirone V, Montorsi F, et al. An open-label, multicentre, randomized, crossover study comparing sildenafil citrate and tadalafil for treating erectile dysfunction in men naive to phosphodiesterase 5 inhibitor therapy. *BJU Int*. 2005;96(9):1323-1332. doi: 10.1111/j.1464-410x.2005.05892.x.
9. McKinlay JB. The worldwide prevalence and epidemiology of erectile dysfunction. *J Impot Res*. 2000;12(Suppl. 4):6-11.
10. Пушкарь Д.Ю., Камалов А.А., Аль-Шукри С.Х., и др. Анализ результатов эпидемиологического исследования распространенности эректильной дисфункции в Российской Федерации // Урология. – 2012. – № 6. – С. 5–9. [Pushkar' DJu, Kamalov AA, Al'-Shukri SH, et al. Analysis of the results of epidemiological study on prevalence of erectile dysfunction in the Russian Federation. *Urologija*. 2012;(6):5-9. (In Russ.)]
11. Жуков О.Б., Зубарев А.Р., Кульченко Н.Г. Патологический венозный дренаж кавернозных тел полового члена у больных с варикоцеле // Медицинская визуализация. – 2006. – № 1. – С. 82–89. [Zhukov OB, Zubarev AR, Kul'chenko NG. Pathological Venous Drainage of Cavernous Bodies at Patients with Varicocele. *Medical Visualization*. 2006;(1):82-89. (In Russ.)]
12. Briganti A, Naspro R, Gallina A, et al. Impact on sexual function of holmium laser enucleation versus transurethral resection of the prostate: results of a prospective, 2-center, randomised trial. *J Urol*. 2006;175(5):1817-1821. doi: 10.1016/s0022-5347(05)00983-3.
13. Амосов А.В., Петровский Н.В., Демидко Ю.Л., Байдувалиев А.М. Индивидуальный подбор дозы силденафила в лечении эректильной дисфункции // Русский медицинский журнал. – 2014. – Т. 22. – № 17. – С. 1292–1297. [Amosov AV, Petrovskij NV, Demidko JuL, Bajduvaliev AM. Individual'nyj podbor dozy sildenafilila v lechenii jerektil'noj disfunkcii. *Russkij medicinskij zhurnal*. 2014;22(17):1292-1297. (In Russ.)]
14. Cappelleri JC, Rosen RC, Smith MD, et al. Diagnostic evaluation of the erectile function domain of the International Index of Erectile Function. *Urology*. 1999;54(2):346-351. doi: 10.1016/s0090-4295(99)00099-0.
15. Костылев М.В., Егорова О.Н., Хохоля А.В., Дрюк Н.Ф. Диагностика эректильной дисфункции по данным ультразвукового исследования сосудов полового члена // Сердце и сосуды. – 2005. – Т. 11. – № 3. – С. 45–54. [Kostylev MV, Egorova ON, Hoholja AV, Drjuk NF. Differential diagnosis of erectyle dysfunction.

- tion with penile vessels ultrasound examination. *Serdce i sosudy*. 2005;11(3):45-54. (In Russ.)
16. Зубарев А.Р., Корякин М.В. Ультразвуковая диагностика венозной и корпоровенозной недостаточности полового члена // Ультразвуковая диагностика. – 2000. – № 2. – С. 56–61 [Zubarev AR, Korjakin MV. Ul'trazvukovaja diagnostika venoznoj i korporovenoznoj nedostatochnosti polovogo chlena. *Ul'trazvukovaja diagnostika*. 2000;(2):56-61. (In Russ.)]
 17. Yildirim D, Bozkurt IH, Gurses B, Cirakoglu A. A new parameter in the diagnosis of vascular erectile dysfunction with penile Doppler ultrasound: cavernous artery ondulation index. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2013;17(10):1382-1388.
 18. Щеплев П.А., Данилов И.А., Колотинский А.Б., и др. Клинические рекомендации эректильная дисфункция // Андрология и генитальная хирургия. – 2007. – № 1. – С. 59–65. [Shheplev PA, Danilov IA, Kolotinskij AB, et al. Klinicheskie rekomendacii: erektil'naja disfunkcija. *Andrology and Genital Surgery*. 2007;(1):59-65. (In Russ.)]
 19. Повелица Э.А., Доста Н.И., Пархоменко О.В., и др. Ультразвуковое исследование внутренней половой артерии трансперинеальным доступом при артериогенной эректильной дисфункции // Урология. – 2017. – № 4. – С. 55–61. [Povelitsa EA, Dosta NI, Parhomenko OV, et al. Transperineal ultrasound imaging of the internal pudendal artery in arteriogenic erectile dysfunction. *Urologija*. 2017;(4):55-61. (In Russ.)]. doi: 10.18565/urol.2017.4.55-61.
 20. Баев А.А., Громов А.И., Кульченко Н.Г. Лучевая диагностика и терапия в урологии. – М.: ГОЭТАР-Медиа, 2011. [Baev AA, Gromov AI, Kul'chenko NG. Luchevaja diagnostika i terapija v urologii. Moscow: GOETAR-Media; 2011. (In Russ.)]
 21. De la Pena A. Flebografia de plexos e vasos palvianos en el vivo. *Revista Espanola de Cirugia, Traumatologia y Ortopedia*. 1946;4:245-251.
 22. May F, Hirtl H. Das cavernosogramm. *Urol Int*. 1955;1(2):120-134. doi: 10.1159/000277078.
 23. Virag R, Frydman D, Legman M, Virag H. Incavernous injection of papaverine as a diagnostic and therapeutic method in erectile failure. *Angiology*. 1984;35(2):79-87. doi: 10.1177/000331978403500203.
 24. Михайлов М.К., Лобкарев О.А., Прокопьев Я.В. Распространенность и структура эректильной дисфункции и роль динамической кавернозографии в ее диагностике // Общественное здоровье и здравоохранение. – 2008. – № 1. – С. 94–98. [Mihajlov MK, Lobkarev OA, Prokop'ev JaV. Prevalence and structure of erectile dysfunction and role of dynamic cavernozography in its diagnostics. *Obshhestvennoe zdorov'e i zdravoohranenie*. 2008;(1):94-98. (In Russ.)]
 25. Лоран О.Б., Щеплев П.А., Нестеров С.Н., Кухаркин С.А. Современные методы диагностики и лечения эректильных дисфункций // Русский Медицинский Журнал. – 2000. – Т. 8. – № 3. – С. 130–134. [Loran OB, Shheplev PA, Nesterov SN, Kuharkin SA. Sovremennye metody diagnostiki i lechenija jerektil'nyh disfunkcij. *Russkij Medicinskij Zhurnal*. 2000;8(3):130-134. (In Russ.)]
 26. Kurbatov DG, Kuznetsky YY, Kitaev SV, Brusensky VA. Magnetic resonance imaging as a potential tool for objective visualization of venous leakage in patients with veno-occlusive erectile dysfunction. *Int J Impot Res*. 2007;20(2):192-198. doi: 10.1038/sj.ijir.3901607.
 27. Patel DV, Halls J, Patel U. Investigation of erectile dysfunction. *Br J Radiol*. 2012;85(1):69-78. doi: 10.1259/bjr/20361140.
 28. Kawanishi Y, Izumi K, Muguruma T, et al. Three-dimensional CT cavernosography: reconsidering venous ligationsurgery on the basis of the modern technology. *BJU Int*. 2011;107(9):1442-1446. doi: 10.1111/j.1464-410X.2010.09644.x.
 29. Жуков О.Б., Зубарев А.Р., Кульченко Н.Г. Ультразвуковые параметры и морфологические критерии веноокклюзивной эректильной дисфункции при возрастном андрогенном дефиците // Андрология и генитальная хирургия. – 2009. – № 1. – С. 39–43. [Zhukov OB, Zubarev AR, Kul'chenko NG. Ultrasound's parameters and morphological criteria's venoocclusive erectile dysfunction of patients with late onset hypogonadism. *Andrology and Genital Surgery*. 2009;(1):39-43. (In Russ.)]
 30. Жуков О.Б., Ефремов Е.А., Щербинин С.Н., и др. Динамическая компьютерная кавернозография в диагностике веноокклюзивной эректильной дисфункции // Андрология и генитальная хирургия. – 2012. – № 1. – С. 55–58. [Zhukov OB, Efremov EA, Shherbinin SN, et al. Dinamicheskaja komp'juternaja kavernoziografija v diagnostike venookkluzivnoj jerektil'noj disfunkcii. *Andrology and Genital Surgery*. 2012;(1):55-58. (In Russ.)]
 31. Журавлев В.Н., Коган О.С., Романенко Д.В., и др. Плоскопанельная компьютерная томография (CONE-BEAM CT) в предоперационной диагностике нарушений веноокклюзивного механизма при эректильной дисфункции // Медицинский вестник Башкортостана. – 2013. – Т. 8. – № 2. – С. 293–295. [Zhuravlev VN, Kogan OS, Romanenko DV, et al. Flat-panel volume computed tomography (CONE-BEAM CT) in preoperative diagnostics of veno-occlusive mechanism disorders in patients with erectile dysfunction. *Bashkortostan Medical Journal*. 2013;8(2):293-295. (In Russ.)]
 32. Кармазановский Г.Г. Современная компьютерная и магнитно-резонансная томография // Компьютерные технологии в медицине. – 1997. – № 3. – С. 26. [Karmazanovskij GG. Sovremennaja komp'juternaja i magnitno-rezonansnaja tomografiya. *Komp'juternye tehnologii v medicine*. 1997;(3):26. (In Russ.)]
 33. Жуков О.Б. Диагностика эректильной дисфункции. Клиническое руководство. – М.: Бином, 2008. [Zhukov OB. Diagnostika jerektil'noj disfunkcii. Klinicheskoe rukovodstvo. Moscow: Binom; 2008. (In Russ.)]

34. Bernstein MR, Schnall MD, Stolpen AH. Gadolinium enhanced three dimensional magnetic resonance angiography of pelvic vasculature in posttraumatic impotence / Proceedings of AUA Annual Meeting, Long Beach, CA, USA; 27-29 March 1998.
35. Курбатов Д.Г., Щетинин В.В., Китаев С.В. Роль магнитно-резонансной томографии в диагностике и лечении васкулогенной эректильной дисфункции // Медицинская визуализация. — 2005. — № 4. — С. 120–127. [Kurbatov DG, Shhetinin VV, Kitaev SV. MRI with Gadovist 1,0 in diagnosis and treatment of vasculogenic erectile dysfunction. *Medical Visualization*. 2005;(4): 120-127. (In Russ.)]
36. Брусенский В.А. Лучевые методы исследования в диагностике веногенной эректильной дисфункции: Дис. ... канд. мед. наук. — М., 2008. [Brusenskij VA. Luचेvye metody issledovaniya v diagnostike venogennoj jerektil'noj disfunkcii [dissertation] Moscow; 2008. (In Russ.)]

Сведения об авторах:

Павел Сергеевич Кызласов — канд. мед. наук, доцент кафедры урологии и андрологии. ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, Москва. E-mail: dr.kyzlasov@mail.ru.

Бахтияр Галыулы Касымов — врач-уролог отдела урологии. АО «Национальный научный медицинский центр», Астана, Казахстан. E-mail: b_kasymov@bk.ru.

Сальман Хасунович Аль-Шукри — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой урологии. ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: alshukri@mail.ru.

Ербол Амангельдинович Исаков — канд. мед. наук, руководитель отдела урологии. АО «Национальный научный медицинский центр», Астана, Казахстан.

Ринат Муратханович Нугуманов — канд. мед. наук, врач-уролог отдела урологии. АО «Национальный научный медицинский центр», Астана, Казахстан.

Игорь Валентинович Кузьмин — д-р мед. наук, профессор кафедры урологии. ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: kuzminigor@mail.ru.

Тимур Муратович Муратов — канд. мед. наук, врач-уролог отдела урологии. АО «Национальный научный медицинский центр», Астана, Казахстан.

Тимур Нурсултанович Тургумбаев — врач-уролог отдела урологии. АО «Национальный научный медицинский центр», Астана, Казахстан.

Information about the authors:

Pavel S. Kyzlasov — Candidate of Medical Science, Associate Professor, Department Urology and Andrology. State Research Center Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia. E-mail: dr.kyzlasov@mail.ru.

Bahtijar G. Kasymov — Urologist, Department of Urology. National Scientific Medical Center, Astana, Kazakhstan. E-mail: b_kasymov@bk.ru.

Salman Kh. Al-Shukri — Doctor of Medical Science, Professor, Head of the Department of Urology. Academician I.P. Pavlov First Saint Petersburg State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: alshukri@mail.ru.

Erbol A. Isakov — Candidate of Medical Science, Chief of Department of Urology. National Scientific Medical Center, Astana, Kazakhstan.

Rinat M. Nugumanov — Candidate of Medical Science, Urologist, Department of Urology. National Scientific Medical Center, Astana, Kazakhstan.

Igor V. Kuzmin — Doctor of Medical Science, Professor, Department of Urology. Academician I.P. Pavlov First Saint Petersburg State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: kuzminigor@mail.ru.

Timur M. Muratov — Candidate of Medical Science, Urologist, Department of Urology. National Scientific Medical Center, Astana, Kazakhstan.

Timur N. Turgumbaev — Urologist, Department of Urology. National Scientific Medical Center, Astana, Kazakhstan.