DOI: https://doi.org/10.17816/uroved321473
Обзорная статья

Эволюция диагностики эректильной дисфункции

Е.В. Волокитин [1], П.С. Кызласов [2], И.В. Кузьмин [3], М.М. Сокольщик [2], А.Т. Мустафаев [2], Е.В. Ефимова [4]

[1] Кузбасская клиническая больница скорой медицинской помощи им. М.А. Подгорбунского, Кемерово, Россия;
[2] Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, Москва, Россия;
[3] Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия;
[4] Кузбасский клинический онкологический диспансер им. М.С. Раппопорта, Кемерово, Россия

Третье тысячелетие ознаменовало увеличение интереса к качеству жизни человека и его благополучию. Неотъемлемой частью гармоничной жизни стало сексуальное здоровье человека. Большой интерес к проблеме нарушения эрекции обусловлен увеличением количества больных данной патологией в мире. Множество научных исследований позволило достичь прогресса в понимании физиологии эрекции. Начиная свое развитие с объективного осмотра, анкетирования, оценки психологического анамнеза, диагностика нарушений эрекции шагнула к новым высотам, таким как мультиспиральная динамическая фармакокавернозография с применением 3D-моделирования и позитронно-эмиссионная томография в сочетании с визуальной сексуальной стимуляцией или эректогенными фармакологическими стимулами. В статье представлены данные об исторических аспектах изучения эректильной дисфункции и тенденциях развития ее диагностики от древних времен до наших дней. Описаны основные инструментальные методы исследования, которые активно применяются для диагностирования заболевания в настоящее время.

Ключевые слова: эректильная дисфункция; кавернозометрия; кавернозография; пенильная дуплексная сонография; ночные пенильные тумесценции; Андроскан МИТ; RigiScan®.

Как цитировать:
Волокитин Е.В., Кызласов П.С., Кузьмин И.В., Сокольщик М.М., Мустафаев А.Т., Ефимова Е.В. Эволюция диагностики эректильной дисфункции // Урологические ведомости. 2023. Т. 13. № 2. С. 165–175. DOI: https://doi.org/10.17816/uroved321473

Рукопись получена: 20.03.2023 **Рукопись одобрена:** 20.04.2023 **Опубликована:** 29.05.2023

ЭКО • ВЕКТОР
Все права защищены
© Эко-Вектор, 2023

DOI: https://doi.org/10.17816/uroved321473
Review Article

Evolution of the diagnosis of erectile dysfunction

Evgenii V. Volokitin [1], Pavel S. Kyzlasov [2], Igor V. Kuzmin [3], Michail M. Sokolshchik [2], Ali T. Mustafayev [2], Ekaterina V. Efimova [4]

[1] M.A. Podgorbunsky Kuzbass Clinical Hospital of Emergency Medical Care, Kemerovo, Russia;
[2] State Research Center of Russian Federation — Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia;
[3] Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia;
[4] M.S. Rappoport Kuzbass Clinical Oncological Dispensary, Kemerovo, Russia

The third millennium marked an increase in interest in the quality of human life and well-being. Human sexual health has become an integral part of a harmonious life. Great interest in the problem of erectile dysfunction is due to the increase in the number of patients with this pathology in the world. Many scientific studies have made progress in understanding the physiology of erection. Starting its development from an objective examination, questioning, assessment of psychological history, the diagnosis of erectile dysfunction has stepped to new heights, such as multislice dynamic pharmacocavernosography using 3D modeling and positron emission tomography in combination with visual sexual stimulation or erectogenic pharmacological stimuli. The article presents data on the historical aspects of the study of erectile dysfunction and trends in the development of its diagnosis from ancient times to the present day. The main instrumental research methods that are actively used to diagnose the disease at the present time are described.

Keywords: erectile dysfunction; cavernosometry; cavernosography; penile duplex sonography; nocturnal penile tumescences; Androscan MIT; RigiScan®.

To cite this article:
Volokitin EV, Kyzlasov PS, Kuzmin IV, Sokolshchik MM, Mustafayev AT, Efimova EV. Evolution of the diagnosis of erectile dysfunction. *Urology reports (St. Petersburg).* 2023;13(2):165–175. DOI: https://doi.org/10.17816/uroved321473

Received: 20.03.2023 **Accepted:** 20.04.2023 **Published:** 29.05.2023

ECO•VECTOR

All rights reserved
© Eco-Vector, 2023

ВВЕДЕНИЕ

С древних времен человечество интересовали вопросы сексуального долголетия. Многие великие умы прошлого пытались отыскать причины сексуальных расстройств. Изучением данной проблемы начали заниматься еще с самого зарождения цивилизации, и поиски продолжаются по сей день. Продолжение рода — это основная функция человека, поэтому продолжить род, передать генную информацию, силу и здоровье следующим поколениям может только обладающий хорошей эректильной функцией мужчина. Именно поэтому эректильная дисфункция (ЭД) является одним из основных типов сексуальной дисфункции у мужчин [1].

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИОЛОГИИ ЭРЕКЦИИ И ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ

Одной из первых попыток объяснения причин ЭД были сделаны в Древней Индии и датированы VIII в. до н. э. Ведущее значение придавалось психологическим причинам сексуальных расстройств, а именно развитию ЭД вследствие «совершения полового акта с уродливой женщиной». В то время уже существовали разнообразные лекарственные средства для лечения ЭД. Так, в одном из индийских трактатов предлагалось варить яйца аллигатора, лягушки и воробья в растительном масле и смазывать подошву ног мужчины. В древнем Китае считалось, что при достижении мужчиной возраста 60 лет жизненная сила снижается до минимальных значений и мужчина неизбежно становится неспособным к совершению полового акта. В египетских папирусах, датированных 1600 г. до н. э., обнаружены сведения о двух видах ЭД — природной или естественной половой слабости, когда «мужчина не способен завершить половой акт», и ЭД, вызванной сверхъестественными силами [2].

Непосредственное изучение ЭД началось с эпохи ренессанса, когда Леонардо да Винчи дополнил теорию Гиппократа о том, что к возникновению эрекции приводят «пневмы» — «невидимые воздушные живительные субстанции», проникающие в половой член. Заболевание или нарушение соотношения в четырех основных телесных жидкостях может привести к импотенции. Гиппократ также считал, что излишество в сексе ослабляет эректильную функцию из-за повреждения «эректильных нитей», связывающих яички и половой член. Леонардо да Винчи принадлежит первое описание анатомии простаты и полового члена. Он отмечал, что часто у казненных при повешении мужчин возникает рефлекторная эрекция. Леонардо да Винчи пришел к выводу, что половой член заполнен кровью, а не воздухом [3]. Последователи Леонардо да Винчи — итальянский ученый Варолио и француз Амбруаз Паре — также активно занимались изучением эрекции и анатомии полового члена. Варолио впервые в мире в 1573 г. описал механизм эрекции. По его мнению, она возникает вследствие сдавления корня полового члена луковично-губчатой и седалищно-пещеристой мышцами, что приводит к нарушению оттока крови от полового члена и увеличению объема. В 1585 г. Амбураз Паре более подробно составил описание анатомии полового члена и физиологии эрекции. Ему также принадлежит первый аналог протеза полового члена, представляющий собой прототип современного эректора [4].

В XIX в. были сформированы три основные концепции ЭД. Первая предполагала, что ЭД вызывается патологическими изменениями половых органов (сосудистыми, неврологическими). Согласно второй в основе ЭД лежат только гормональные нарушения. Третья утверждала, что основная причина ЭД кроется в сознании человека [5].

Связь между яичками и эректильной функцией отмечали еще в 2000 г. до н. э., когда начали практиковать кастрацию. Но мнение, что кастрация всегда ведет к импотенции, было далеко от истины. Началом развития гормональной теории стало открытие гормональной функции, когда французский невролог Броун Секар в 1889 г. в возрасте 72 лет ввел себе экстракт из тестикул собаки и морской свинки, после чего отметил усиление физических и духовных сил. Это исследование стало началом экспериментальной эндокринологии в сфере лечения ЭД [6]. Значимое открытие в изучении гормональных механизмов эрекции и лечения ЭД — открытие тестостерона. Эрнст Лако в 1935 г. выделил из яичек быка «кристаллический мужской гормон», в это же время немецкий биохимик Адольф Бутенандт получил тестостерон и описал его структуру, а швейцарский химик Леопольд Ружичка осуществил его частичный синтез из холестерина. Признанием заслуг А. Бутенандта и Л. Ружички было награждение их Нобелевской премией по химии (1939).

Зигмунд Фрейд и его последователи изучали различные формы эректильных расстройств, объединив их понятием «нервная импотенция», считая соматические нарушения вторичными. Одной из причин расстройств эрекции он также считал мастурбацию и ранние сексуальные эксцессы, так как сохранение инфантильных сексуальных целей — это одна из характеристик неврозов, а нарушение потенции обычно сопутствует всем невротическим заболеваниям [5].

Вторая половина XX в. ознаменовалась бурным прогрессом в понимании причин и механизмов развития ЭД, стала активно изучаться органическая природа расстройств эрекции, связанная с развитием сосудистой хирургии. Одним из важнейших открытий было обнаружение влияния вазоактивных агентов на кавернозную ткань, что послужило появлению новых перспектив в исследовании биохимических процессов эрекции [7].

DOI: https://doi.org/10.17816/uroved321473

Как и при диагностике любых заболеваний, обследование пациентов с ЭД начинается с подробного сбора анамнеза, объективного осмотра, лабораторных и инструментальных исследований. Диагноз может быть поставлен на основе жалоб пациента на полное отсутствие эрекции или невозможность ее поддержания для совершения полноценного полового акта в течение не менее трех месяцев.

Эволюция диагностики ЭД плавно вытекала из получения знаний анатомии полового члена, понимания патогенеза и механизмов развития эректильной дисфункции. До 1970 г. основное место в диагностике ЭД придавалось изучению психосексуальных аспектов, которые оценивались с помощью различных опросников. Самые ранние анкеты были очень подробными и состояли из большого количества вопросов, что было не совсем удобным в использовании. Так, опросник по оценке сексуальной функции DSFI (Derogatis Sexual Functioning Inventory, 1975) [8] насчитывал 245 пунктов; GRISS (Golombok Rust Inventory of Sexual Satisfaction, 1986) — 28 пунктов [9]. Обычно эти анкеты были направлены на дифференциальную диагностику психогенной и органической ЭД.

В 1970-е годы также стал активно использоваться мониторинг ночных пенильных тумесценций. Данная методика исследования заключается в измерении специальным устройством, надеваемым на половой член, количество эпизодов эрекции, тумесценции (путем изменения окружности пениса при растяжении датчика), максимальной ригидности полового члена и продолжительности ночных эрекций.

Для оценки ночных эрекций предложено множество методик, в том числе тест с почтовыми марками (1980), измерительные скобы (1992), исследование ночных эрекций и ригидности пениса во время сна в лаборатории, различные аппаратные методы. К последним относится предложенная в 1985 г. методика с использованием прибора RigiScan® (Endocare, Inc., США). Это первое устройство, автоматически измеряющее ночные эрекции. RigiScan® состоит из компактного переносного регистратора, который способен собирать информацию в течение трех ночей, максимальная длительность регистрации составляет 10 ч (рис. 1). Преимущество данного аппарата состоит в возможности его использования в домашних условиях, где сон будет нормальным и естественным с большой вероятностью, чем в лаборатории, что снижает риск ложноположительных результатов [10].

В 2018 г. выпущен ближайший аналог прибора RigiScan® — отечественный аппарат «Андроскан МИТ» (рис. 2). Регистратор представляет собой компактный беспроводной прибор, анализирующий тумесценции в любой заданный период времени (рис. 3) [11]. Поскольку RigiScan® на данный момент не зарегистрирован в России, наличие отечественного аналога имеет важное значение.

С 1980-х годов основное место в диагностике ЭД занимали оценка гормонального статуса, пенильная дуплексная сонография и динамическая инфузионная кавернозометрия и кавернозография [12]. Последние исследования относятся к функциональным гемодинамическим и рентгенологическим методам оценки кровотока в кавернозных телах. Впервые кавернозография была описана в 1946 г. A. De la Pena в качестве одного из методов визуализации вен малого таза [13]. F. May и H. Hirtl в 1955 г. описали рентгенологическое изображение кавернозных тел в норме, а также при различных патологиях, травмах, воспалении, опухолях кавернозных тел и приапизме [14]. В 1984 г. R. Virag с соавторами представили рентгенологичнеское исследование кавернозных тел в современном варианте, а именно после введения вазоактивного препарата папаверина, индуцирующего эрекцию и позволяющего провести визуализацию кавернозных тел в эрегированном состоянии [15]. С помощью данного метода можно не только диагностировать наличие патологической утечки, но и определять количество

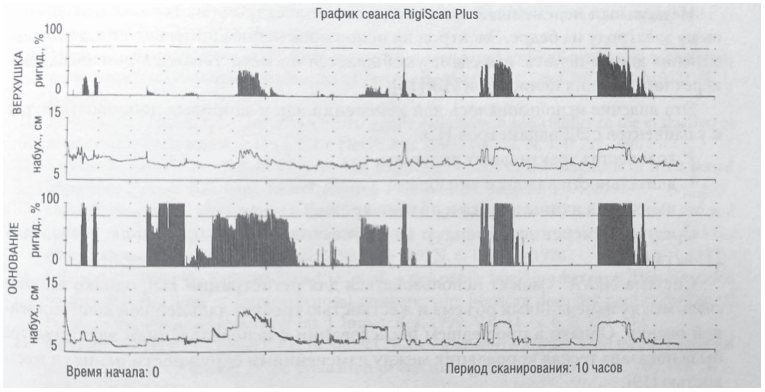


Рис. 1. Регистрация ночных эрекций у здорового мужчины при использовании прибора RigiScan®
Fig. 1. Registration of nocturnal erections in a healthy man using the RigiScan® device



Рис. 2. Датчик регистрации ночных тумесценций «Андроскан МИТ»
Fig. 2. Sensor for registration of night tumescences Androscan MIT

патологических коммуникантных вен, их уровень и бассейн сброса (рис. 4).

В 1985 г. T.F. Lue с соавторами впервые предложили выполнять дуплексное УЗИ полового члена [16]. Данная методика получила широкое распространение, поскольку является надежным и наименее инвазивным способом диагностики ЭД. Дуплексное УЗИ полового члена позволяет выборочно визуализировать дорсальные и кавернозные артерии и выполнить гемодинамический анализ кровотока [17, 18]. Цветовое дуплексное картирование указывает направление кровотока в сосудах: красным цветом обозначено направление кровотока к датчику, а синий цвет — от датчика (рис. 5). Скорость потока измеряется до инъекции, далее через 5 мин после инъекции и до 20 мин. Стало возможно также измерение диаметра кавернозных артерий.

В начале 1990-х годов для диагностики ЭД начали активно применять интракавернозные инъекции сосудорасширяющих препаратов с генитальной стимуляцией (CIS-тесты) [19, 20]. Из-за простоты применения данные методики стали широко использоваться для оценки кровотока полового члена. При выполнении теста интракавернозно вводится препарат, одновременно проводится механическая стимуляция гениталий или аудиовизуальная стимуляция, далее оценивается уровень твердости полового члена. Обычный CIS-тест основан на оценке устойчивости и ригидности эрекции и является показателем нормальной эректильной гемодинамики.

В этот период было предложено значительное число опросников для оценки наличия и выраженности половых расстройств у мужчин. Они стали более краткими и удобными для применения в практической медицине. Наибольшее распространение получили: краткий опросник мужской сексуальной функции — BMSFI (Brief Male Sexual Function Inventory) [21], Международный индекс эректильной функции (IIEF, International Index of Erectile Function) [22], опросник сексуальной функции Центра супружеского и сексуального здоровья — CMASH (Center for Marital and Sexual Health Sexual Functioning Questionnaire) [23], опросник изменений сексуальной функции — CSFQ (Changes in Sexual Functioning Questionnaire) [24], оценка удовлетворенности лечением эректильной дисфункции — EDITS (Erectile Dysfunction Inventory of Treatment Satisfaction) [25].

С начала 2000-х годов большое значение придается изучению связи ЭД и состояния сердечно-сосудистой системы [26–28]. Для исследования риска развития кардиоваскулярных заболеваний применяются системы оценки, например Framingham Risk Score [29], которые включают такие прогностические факторы, как семейный анамнез, индекс массы тела и метаболические биомаркеры. Для мужчин с сексуальными дисфункциями рекомендуется исследовать липидный профиль крови, содержание в сыворотке крови общего тестостерона, лютеинизирующего гормона, пролактина и гормонов щитовидной железы.

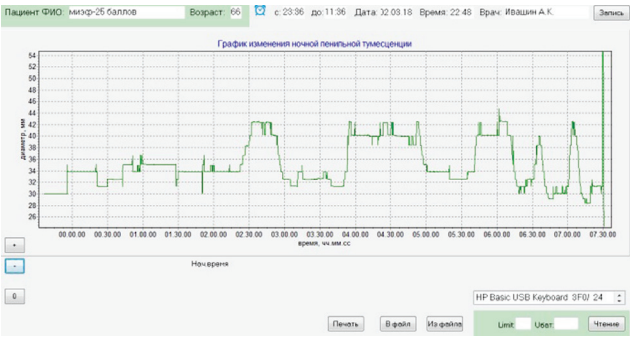


Рис. 3. Показатель ночных тумесценций у мужчины с нормальной эректильной функцией
Fig. 3. The indicator of nocturnal tumescences in a man with normal erectile function

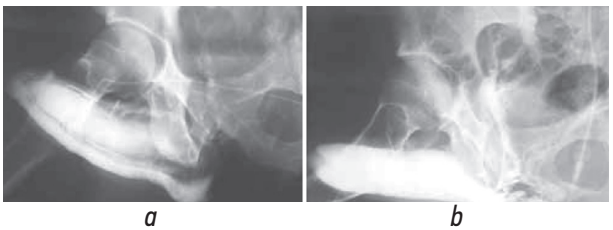


Рис. 4. Фармакологическая кавернозография: *a* — пациент через 1 год после травмы (перелома) полового члена, имеется сообщение между кавернозным и губчатым телами; *b* — пациент с первичной эректильной дисфункцией, отмечается венозный затек контрастного вещества из ножек полового члена
Fig. 4. Pharmacological cavernosography: *a* — the patient 1 year after the trauma (fracture) of the penis, there is a connection between the cavernous and spongy bodies; *b* — a patient with primary erectile dysfunction, there is a venous leakage of a contrast agent from the legs of the penis

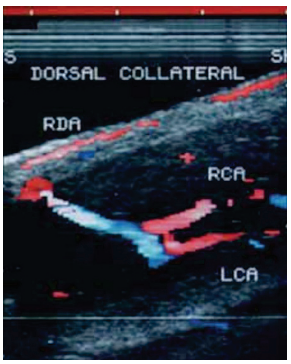


Рис. 5. Дуплексная ультрасонография полового члена. Регистрация коллатерального кровообращения, соединяющего правую дорсальную артерию (RDA) с правой кавернозной артерией (RCA) и левой кавернозной артерией (LCA)
Fig. 4. Duplex ultrasonography of the penis. Registration of collateral circulation connecting the right dorsal artery (RDA) with the right cavernous artery (RCA) and left cavernous artery (LCA)

Последние два десятилетия характеризуются прогрессом методов нейровизуализации, позволяющих определять структуру, функции и биохимические характеристики центральной нервной системы [30]. Нейровизуализация используется и для выявления причин сексуальных дисфункций у мужчин. Так, с помощью

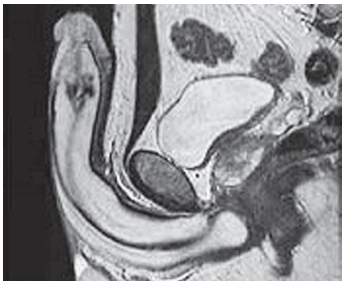


Рис. 6. Магнитно-резонансная кавернозография
Fig. 6. Magnetic resonance cavernosography

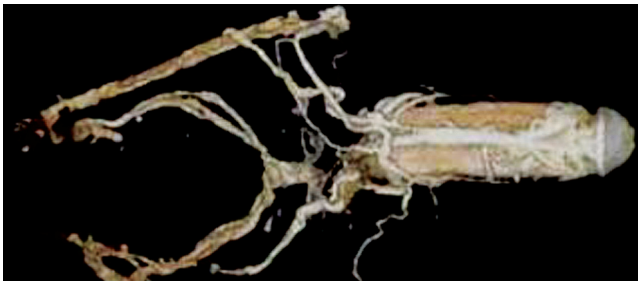


Рис. 7. Компьютерная кавернозография
Fig. 7. Computer cavernosography

позитронно-эмиссионной томографии [31] и функциональной магнитно-резонансной томографии [32–35] в сочетании с визуальной сексуальной стимуляцией или эректогенными фармакологическими стимулами (например, пероральный прием апоморфина) зарегистрировали изменения в передней поясной извилине, островке, миндалине, гипоталамусе и вторичной соматосенсорной коре, связанных с сексуальным возбуждением, которые вызывают эрекцию полового члена. Указанные функциональные нарушения были выявлены в головном мозге у пациентов с психогенной ЭД, поэтому предполагается, что этот диагноз может иметь реальную биологическую основу [36].

Фармакологическая кавернозография не позволяет выполнить цифровое преобразование и 3D-реконструкцию, именно поэтому данный метод обладает низкой чувствительностью и специфичностью. В 2008 г. Д.Г. Курбатов с соавторами опубликовал результаты исследования, посвященного применению магнитно-резонансной томографии в сочетании с динамической инфузионной фармакокавернозометрией [37] (рис. 6). Отмечена высокая диагностическая эффективность данного метода, однако, по мнению авторов, его широкое применение ограничено вследствие трудности освоения методики и отсутствия технического оснащения для выполнения исследования.

В 2011 г. Y. Kawanishi и соавторы предложили технологию трехмерной компьютерной кавернозографии для диагностики и определения вида веногенной ЭД (рис. 7) [38]. Было продемонстрировано, что мультиспиральная динамическая фармакокавернозография с применением технологии 3D-моделирования позволяет отобразить пути патологического венозного дренирования из кавернозных тел, что является важным этапом планирования для последующего оперативного лечения. Данный диагностический метод показан пациентам с травмами таза, промежности или первичной ЭД. Техника его выполнения заключается в введении в половой член двух игл, по одной из которых подается раствор, при этом происходит измерение скорости введения жидкости, необходимой для стимуляции эрекции, а также поток жидкости, требуемый для поддержания эрекции. Скорость потока, необходимого для поддержания нормальной эрекции с внутрикавернозным давлением более 100 мм рт. ст., составляет менее 3–5 мл/мин. Скорость снижения давления в кавернозных телах со 150 мм рт. ст. за 30 с должна быть менее 45 мм рт. ст. Далее следует проведение кавернозографии для оценки места венозной утечки.

Один из наиболее современных методов исследования ночной тумесценции — технология NEVA (Nocturnal electrobioimpedance volumetric assessment) [39]. Его суть заключается в измерении электробиоимпеданса для оценки изменений объема пениса во время ночных эрекций. Компактный регистратор крепится к бедру пациента, а три электрода накладываются на бедро, основание и головку полового члена. Переменный ток подается от электрода на головке к заземляющему электроду на бедре. Электрод основания измеряет импеданс и изменение длины пениса: импеданс уменьшается при увеличении площади поперченного сечения полового члена. Методика NEVA показала свою эффективность для скрининга ЭД и дифференциальной диагностики психогенной и васкулогенной ЭД. Диагностическая эффективность NEVA составляет 91,8 % для артериальной и 96,4 % для венозной ЭД [40]. Данный диагностический метод является удачным с точки зрения объективной оценки эректильной функции. Тем не менее он имеет несколько очевидных недостатков, которые ограничивают его рутинное использование в диагностических целях. В первую очередь, по результатам тестирования нельзя указать тяжесть ЭД. Ложноположительные результаты могут быть связаны с течением различных заболеваний, таких как рассеянный склероз, а ложноотрицательные — у пожилых пациентов и у пациентов с депрессией или тревогой, поскольку данные состояния могут условно влиять на физиологию эректильной функции во время сна [41].

Эректильная дисфункция классифицируется на **психогенную**, которая в свою очередь делится на генерализованную и ситуационную, **органическую**, делящуюся на васкулогенную, нейрогенную, анатомическую, медикаментозную и эндокринную, а также **смешанный** вид. С учетом данной классификации строятся основные аспекты диагностики ЭД.

Схематически эволюция развития диагностики ЭД может быть представлена следующим образом:

Годы	Методы диагностики
До 1970 г.	Оценка психосексуального статуса
1970-е годы	Оценка психосексуального статуса. Мониторинг ночных пенильных тумесценций
1980-е годы	Оценка эндокринологического статуса. Пенильная дуплексная сонография. Динамическая инфузионная кавернозометрия и кавернозография
1990-е годы	Комбинированные интракавернозные инъекции и стимуляция
С 2000 г. и по настоящее время	Маркеры состояния сердечно-сосудистой системы и нейровизуализация

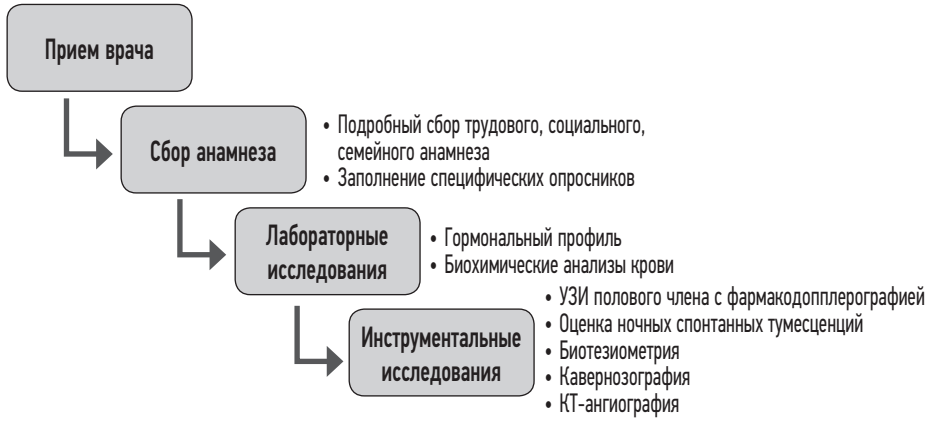


Рис. 8. Схема обследования пациентов с эректильной дисфункцией
Fig. 8. Scheme of examination of patients with erectile dysfunction

За годы своего развития диагностика ЭД достигла больших высот, постепенно переходя от простых методов к более сложным, придя в конце концов к стройному алгоритму обследования пациента (рис. 8).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогресс не стоит на месте и сейчас настает черед более сложных методов диагностики ЭД. Футуристические подходы, такие как исследование статуса системной эндотелиальной функции, электронейрофизиологические исследования, минимально-инвазивная многослойная компьютерная ангиография, динамическая компьютерная контрастная ангиография и ультразвуковое исследование трансперинеальным доступом внутренней половой артерии, — будущее этого раздела урологии, и выглядит оно поистине впечатляющим. Все эти новейшие методы уже не кажутся фантастикой и буду использоваться в ближайшем будущем как основные в диагностике ЭД.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Личный вклад каждого автора: Е.В. Волокитин, П.С. Кызласов, И.В. Кузьмин, М.М. Сокольщик — разработка концепции и дизайна; Е.В. Волокитин, М.М. Сокольщик, А.Т. Мустафаев, Е.В. Ефимова — сбор данных; Е.В. Волокитин, А.Т. Мустафаев, Е.В. Ефимова — написание статьи; К.В. Волокитин, П.С. Кызласов, И.В. Кузьмин, М.М. Сокольщик — редактирование статьи.

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

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

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' 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. Personal contribution of each author: E.V. Volokitin, P.S. Kyzlasov, I.V. Kuzmin, M.M. Sokolshchik — concept and design development; E.V. Volokitin, P.S. Kyzlasov, A.T. Mustafayev, E.V. Efimova — collection of material; E.V. Volokitin, A.T. Mustafayev, E.V. Efimova — writing the text of the manuscript; E.V. Volokitin, P.S. Kyzlasov, I.V. Kuzmin, M.M. Sokolshchik — editing the text of the manuscript.

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

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lindau S.T., Schumm L.P., Laumann E.O., et al. A study of sexuality and health among older adults in the United States // N Engl J Med. 2007. Vol. 357, No. 8. P. 762–774. DOI: 10.1056/NEJMoa067423

2. Импотенция: интегрированный подход к клинической практике / под ред. А. Грегуара, Дж.П. Прайора. Москва: Медицина, 2000. 236 с.

3. Belt E. Leonardo the Florentine (1452–1519) // Invest Urol. 1965. Vol. 3. P. 99–106.

4. Вагнер Г., Грин Р. Импотенция. Физиология, психология, хирургия, диагностика и лечение / пер. с англ. В. Косаренкова. Москва: Медицина, 1985. 240 с.

5. Петрович Р.Ю. История изучения эректильной дисфункции // Андрология и генитальная хирургия. 2001. № 2. С. 6–9.

6. Hansen B. New images of a new medicine: visual evidence for the widespread popularity of therapeutic discoveries in America after 1885 // Bull Hist Med. 1999. Vol. 73, No. 4. P. 629–678. DOI: 10.1353/bhm.1999.0166

7. Sjöstrand N.O., Klinge E., Himberg J.J. Effects of VIP and other putative neurotransmitters on smooth muscle effectors of penile erection // Acta Physiol Scand. 1981. Vol. 113, No. 3. P. 403–405. DOI: 10.1111/j.1748-1716.1981.tb06914.x

8. Derogatis L.R., Melisaratos N. The DSFI: a multidimensional measure of sexual functioning // J Sex Marital Ther. 1979. Vol. 5, No. 3. P. 244–281. DOI: 10.1080/00926237908403732

9. Rust J., Golombok S. The GRISS: a psychometric instrument for the assessment of sexual dysfunction // Arch Sex Behav. 1986. Vol. 15, No. 2. P. 157–165. DOI: 10.1007/BF01542223

10. Kessler W.O. Nocturnal penile tumescence // Urol Clin North Am. 1988. Vol. 15, No. 1. P. 81–86. DOI: 10.1016/S0094-0143(21)00872-7

11. Еркович А.А., Алиев Р.Т., Наседкина Т.В., и др. Мониторинг ночных пенильных тумесценций у здоровых добровольцев регистратором пенильных тумесценций «Андроскан МИТ» для установления достоверных границ нормофизиологических значений параметров прибора в условиях многоцентрового исследования // Урология. 2021. № 4. С. 61–67. DOI: 10.18565/urology.2021.4.61-67

12. 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

13. De la Pena A. Flebografia de plexos e vasos palvianos en el vivo // Revista Espaniola de Cirugia, Traumatologia y Ortopedia. 1946. Vol. 4. P. 245–251.

14. May F., Hirtl H. Das cavernosogramm // Urol Int. 1955. Vol. 1, No. 2. P. 120–134. DOI: 10.1159/000277078

15. Virag R., Frydman D., Legman M., Virag H. Incavernous injection of papaverine as a diagnostic and therapeutic metod in erectile failure // Angiology. 1984. Vol. 35, No. 2. P. 79–87. DOI: 10.1177/000331978403500203

16. Lue T.F., Hricak H., Marich K.W., Tanagho E.A. Evaluation of arteriogenic impotence with intracorporeal injection of papaverine and the duplex ultrasound scanner // Semin Urol. 1985. Vol. 3, No. 1. P. 43–48.

17. Broderick G.A., Arger P. Duplex Doppler ultrasonography: noninvasive assessment of penile anatomy and function // Semin Roentgenol. 1993. Vol. 28, No. 1. P. 43–56. DOI: 10.1016/s0037-198x(05)80112-9

18. Herbener T.E., Seftel A.D., Nehra A., Goldstein I. Penile ultrasound // Semin Urol. 1994. Vol. 12, No. 4. P. 320–332.

19. Donatucci C.F., Lue T.F. The combined intracavernous injection and stimulation test: diagnostic accuracy // J Urol. 1992. Vol. 148, No. 1. P. 61–62. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)36510-2

20. Amar E., Kobelinsky M., Khoury R., et al. Le traitement de l'impuissance sexuelle par injections intra-caverneuses de prostaglandine E1. A propos de 180 patients // Prog Urol. 1993. Vol. 3, No. 6. P. 971–978.

21. O'Leary M.P., Fowler F.J., Lenderking W.R., et al. A brief male sexual function inventory for urology // Urology. 1995. Vol. 46, No. 5. P. 697–706. DOI: 10.1016/S0090-4295(99)80304-5

22. Rosen R.C., Riley A., Wagner G., et al. The international index of erectile function (IIEF): a multidimensional scale for assessment of erectile dysfunction // Urology. 1997. Vol. 49, No. 6. P. 822–830. DOI: 10.1016/s0090-4295(97)00238-0

23. Glick H.A., McCarron T.J., Althof S.E., et al. Construction of scales for the Center for Marital and Sexual Health (CMASH) sexual functioning questionnaire // J Sex Marital Ther. 1997. Vol. 23, No. 2. P. 103–117. DOI: 10.1080/00926239708405311

24. Clayton A.H., McGarvey E.L., Clavet G.J. The Changes in Sexual Functioning Questionnaire (CSFQ): development, reliability, and validity // Psychopharmacol Bull. 1997. Vol. 33, No. 4. P. 731–745.

25. Althof S.E., Corty E.W., Levine S.B., et al. EDITS: development of questionnaires for evaluating satisfaction with treatments for erectile dysfunction // Urology. 1999. Vol. 53, No. 4. P. 793–799. DOI: 10.1016/s0090-4295(98)00582-2

26. Speel T.G.W., van Langen H., Meuleman E.J. The risk of coronary heart disease in men with erectile dysfunction // Eur Urol. 2003. Vol. 44, No. 3. P. 366–370. DOI: 10.1016/s0302-2838(03)00304-x

27. Ponholzer A., Temml C., Obermayr R., et al. Is erectile dysfunction an indicator for increased risk of coronary heart disease and stroke? // Eur Urol. 2005. Vol. 48, No. 3. P. 512–518. DOI: 10.1016/j.eururo.2005.05.014

28. Корнеев И.А. Эректильная дисфункция: особенности диагностики и медикаментозного лечения мужчин с сопутствующими заболеваниями // Consilium Medicum. 2015. Т. 17, № 7. С. 24–28. DOI: 10.26442/2075-1753_2015.7.24-28

29. Fang S.C., Rosen R.C., Vita J.A., et al. Changes in erectile dysfunction over time in relation to Framingham cardiovascular risk in the Boston Area Community Health (BACH) Survey // J Sex Med. 2015. Vol. 12, No. 1. P. 100–108. DOI: 10.1111/jsm.12715

30. Попов С.В., Орлов И.Н., Гринь Е.А., и др. Новые технологии и подходы в диагностике и лечении эректильной дисфункции // Вестник урологии. 2020. Т. 8, № 2. С. 78–92. DOI: 10.21886/2308-6424-2020-8-2-78-92

31. Miyagawa Y., Tsujimura A., Fujita K., et al. Differential brain processing of audiovisual sexual stimuli in men: comparative positron emission tomography study of the initiation and maintenance of penile erection during sexual arousal // Neuroimage. 2007. Vol. 36, No. 3. P. 830–842. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2007.03.055

32. Park K., Seo J.J., Kang H.K., et al. A new potential of blood oxygenation level dependent (BOLD) functional MRI for evaluating cerebral centers of penile erection // Int J Impot Res. 2001. Vol. 13, No. 2. P. 73–81. DOI: 10.1038/sj.ijir.3900649

33. Montorsi F., Perani D., Anchisi D., et al. Apomorphine-induced brain modulation during sexual stimulation: a new look at central phenomena related to erectile dysfunction // Int J Impot Res. 2003. Vol. 15, No. 3. P. 203–209. DOI: 10.1038/sj.ijir.3900999
34. Mouras H., Stoléru S., Bittoun J., et al. Brain processing of visual sexual stimuli in healthy men: a functional magnetic resonance imaging study // Neuroimage. 2003. Vol. 20, No. 2. P. 855–869. DOI: 10.1016/S1053-8119(03)00408-7
35. Ferretti A., Caulo M., Del Gratta C., et al. Dynamics of male sexual arousal: distinct components of brain activation revealed by fMRI // Neuroimage. 2005. Vol. 26, No. 4. P. 1086–1096. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2005.03.025
36. Zhang X., Guan M., Chen X., et al. Identifying neuroimaging biomarkers for psychogenic erectile dysfunction by fusing multi-level brain information: A resting-state functional magnetic resonance imaging study // Andrology. 2022. Vol. 10, No. 7. P. 1398–1410. DOI: 10.1111/andr.13238
37. Kurbatov D.G., Kuznetsky Y.Y., Kitaev S.V., Brusensky V.A Magnetic resonance imaging as a potential tool for objective visualization of venous leakage in patients with veno-occlusive erectile dysfunction // Int J Impot Res. 2008. Vol. 20, No. 6. P. 23–29. DOI: 10.1038/sj.ijir.3901607
38. Kawanishi Y., Izumi K., Muguruma H., et al. Three-dimensional CT cavernosography: reconsidering venous ligation surgery on the basis of the modern technology // BJU Int. 2011. Vol. 107, No. 9. P. 1442–1446. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2010.09644.x
39. Knoll L.D., Abrams J.H. Nocturnal electrobioimpedance volumetric assessment of patients with erectile dysfunction // Urology. 1999. Vol. 53, No. 6. P. 1200–1204. DOI: 10.1016/s0090-4295(99)00017-5
40. Jian C., Yili L., Ping W. The clinical application of NEVA in the diagnosis of erectile dysfunction // Chinese J Androl. 2011. Vol. 25, No. 8. P. 50–52.
41. Qin F., Gao L., Qian S., et al. Advantages and limitations of sleep-related erection and rigidity monitoring: a review // Int J Impot Res. 2018. Vol. 30, No. 4. P. 192–201. DOI: 10.1038/s41443-018-0032-8

REFERENCES

1. Lindau ST, Schumm LP, Laumann EO, et al. A study of sexuality and health among older adults in the United States. *N Engl J Med*. 2007;357(8):762–774. DOI: 10.1056/NEJMoa067423
2. Greguar A, Praior DzhP, editors. *Impotentsiya: integrirovannyi podkhod k klinicheskoi praktike*. Moscow: Meditsina, 2000. 236 p. (In Russ.)
3. Belt E. Leonardo the Florentine (1452–1519). *Invest Urol*. 1965;3:99106.
4. Vagner G, Grin R. *Impotentsiya. Fiziologiya, psikhologiya, khirurgiya, diagnostika i lechenie*. Transl. from engl. V. Kosarenkov. Moscow: Meditsina, 1985. 240 p. (In Russ.)
5. Petrovich RY. History of the study of erectile dysfunction. *Andrology and Genital Surgery*. 2001;(2):6–9. (In Russ.)
6. Hansen B. New images of a new medicine: visual evidence for the widespread popularity of therapeutic discoveries in America after 1885. *Bull Hist Med*. 1999;73(4):629–678. DOI: 10.1353/bhm.1999.0166
7. Sjöstrand NO, Klinge E, Himberg JJ. Effects of VIP and other putative neurotransmitters on smooth muscle effectors of penile erection. *Acta Physiol Scand*. 1981;113(3):403–405. DOI: 10.1111/j.1748-1716.1981.tb06914.x
8. Derogatis LR, Melisaratos N. The DSFI: a multidimensional measure of sexual functioning. *J Sex Marital Ther*. 1979;5(3):244–281. DOI: 10.1080/00926237908403732
9. Rust J, Golombok S. The GRISS: a psychometric instrument for the assessment of sexual dysfunction. *Arch Sex Behav*. 1986;15(2):157–165. DOI: 10.1007/BF01542223
10. Kessler WO. Nocturnal penile tumescence. *Urol Clin North Am*. 1988;15(1):81–86. DOI: 10.1016/S0094-0143(21)00872-7
11. Erkovich AA, Aliev RT, Nasedkina TV, et al. Monitoring of nocturnal penile tumescence in healthy volunteers by the "Androscan MIT" registrar to establish reliable normal physiological values in a multicenter study. *Urologiia*. 2021;(4):61–67. (In Russ.) DOI: 10.18565/urology.2021.4.61-67
12. Kyzlasov PS, Kasymov BG, Al-Shukri SK, et al. Radiation diagnostics of arteriovenous erectile dysfunction: history and development. *Urology reports (St. Petersburg)*. 2018;8(1):40–46. (In Russ.) DOI: 10.17816/uroved8140-46
13. De la Pena A. Flebografia de plexos e vasos palvianos en el vivo. *Revista Espaniola de Cirugia, Traumatologia y Ortopedia*. 1946;4: 245–251. (In Spanish)
14. May F, Hirtl H. Das cavernosogramm. *Urol Int*. 1955;1(2): 120–134. DOI: 10.1159/000277078
15. Virag R, Frydman D, Legman M, Virag H. Incavernous injection of papaverine as a diagnostic and therapeutic metod in erectile failure. *Angiology*. 1984;35(2):79–87. DOI: 10.1177/000331978403500203
16. Lue TF, Hricak H, Marich KW, Tanagho EA. Evaluation of arteriogenic impotence with intracorporeal injection of papaverine and the duplex ultrasound scanner. *Semin Urol*. 1985;3(1):43–48.
17. Broderick GA, Arger P. Duplex Doppler ultrasonography: noninvasive assessment of penile anatomy and function. *Semin Roentgenol*. 1993;28(1):43–56. DOI: 10.1016/s0037-198x(05)80112-9
18. Herbener TE, Seftel AD, Nehra A, Goldstein I. Penile ultrasound. *Semin Urol*. 1994;12(4):320–332.
19. Donatucci CF, Lue TF. The combined intracavernous injection and stimulation test: diagnostic accuracy. *J Urol*. 1992;148(1):61–62. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)36510-2
20. Amar E, Kobelinsky M, Khoury R, et al. Treatment of sexual impotency by intra-cavernous injections of prostaglandin E1. Report of 180 patients. *Prog Urol*. 1993;3(6):971–978. (In French)
21. O'Leary MP, Fowler FJ, Lenderking WR, et al. A brief male sexual function inventory for urology. *Urology*. 1995;46(5):697–706. DOI: 10.1016/S0090-4295(99)80304-5
22. Rosen RC, Riley A, Wagner G, et al. The international index of erectile function (IIEF): a multidimensional scale for assessment of erectile dysfunction. *Urology*. 1997;49(6):822–830. DOI: 10.1016/s0090-4295(97)00238-0
23. Glick HA, McCarron TJ, Althof SE, et al. Construction of scales for the Center for Marital and Sexual Health (CMASH) sexual functioning questionnaire. *J Sex Marital Ther*. 1997;23(2):103–117. DOI: 10.1080/00926239708405311
24. Clayton AH, McGarvey EL, Clavet GJ. The Changes in Sexual Functioning Questionnaire (CSFQ): development, reliability, and validity. *Psychopharmacol Bull*. 1997;33(4):731–745.

25. Althof SE, Corty EW, Levine SB, et al. EDITS: development of questionnaires for evaluating satisfaction with treatments for erectile dysfunction. *Urology*. 1999;53(4):793–799. DOI: 10.1016/s0090-4295(98)00582-2
26. Speel TGW, van Langen H, Meuleman EJ. The risk of coronary heart disease in men with erectile dysfunction. *Eur Urol*. 2003;44(3):366–370. DOI: 10.1016/s0302-2838(03)00304-x
27. Ponholzer A, Temml C, Obermayr R, et al. Is erectile dysfunction an indicator for increased risk of coronary heart disease and stroke? *Eur Urol*. 2005;48(3):512–518. DOI: 10.1016/j.eururo.2005.05.014
28. Korneev IA. Erectile dysfunction: features of diagnostics and medical treatment of men with comorbidities. *Consilium Medicum*. 2015;17(7):24–28. (In Russ.) DOI: 10.26442/2075-1753_2015.7.24-28
29. Fang SC, Rosen RC, Vita JA, et al. Changes in erectile dysfunction over time in relation to Framingham cardiovascular risk in the Boston Area Community Health (BACH) Survey. *J Sex Med*. 2015;12(1):100–108. DOI: 10.1111/jsm.12715
30. Popov SV, Orlov IN, Grin' YA, et al. Erectile dysfunction: new technologies and approaches in diagnostics and treatment. *Urology Herald*. 2020;8(2):78–92. (In Russ.) DOI: 10.21886/2308-6424-2020-8-2-78-92
31. Miyagawa Y, Tsujimura A, Fujita K, et al. Differential brain processing of audiovisual sexual stimuli in men: comparative positron emission tomography study of the initiation and maintenance of penile erection during sexual arousal. *Neuroimage*. 2007;36(3):830–842. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2007.03.055
32. Park K, Seo JJ, Kang HK, et al. A new potential of blood oxygenation level dependent (BOLD) functional MRI for evaluating cerebral centers of penile erection. *Int J Impot Res*. 2001;13(2):73–81. DOI: 10.1038/sj.ijir.3900649
33. Montorsi F, Perani D, Anchisi D, et al. Apomorphine-induced brain modulation during sexual stimulation: a new look at central phenomena related to erectile dysfunction. *Int J Impot Res*. 2003;15(3):203–209. DOI: 10.1038/sj.ijir.3900999
34. Mouras H, Stoléru S, Bittoun J, et al. Brain processing of visual sexual stimuli in healthy men: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroimage*. 2003;20(2):855–869. DOI: 10.1016/S1053-8119(03)00408-7
35. Ferretti A, Caulo M, Del Gratta C, et al. Dynamics of male sexual arousal: distinct components of brain activation revealed by fMRI. *Neuroimage*. 2005;26(4):1086–1096. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2005.03.025
36. Zhang X, Guan M, Chen X, et al. Identifying neuroimaging biomarkers for psychogenic erectile dysfunction by fusing multi-level brain information: A resting-state functional magnetic resonance imaging study. *Andrology*. 2022;10(7):1398–1410. DOI: 10.1111/andr.13238
37. 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*. 2008;20(6):23–29. DOI: 10.1038/sj.ijir.3901607
38. Kawanishi Y, Izumi K, Muguruma H, et al. Three-dimensional CT cavernosography: reconsidering venous ligation surgery on the basis of the modern technology. *BJU Int*. 2011;107(9):1442–1446. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2010.09644.x
39. Knoll LD, Abrams JH. Nocturnal electrobioimpedance volumetric assessment of patients with erectile dysfunction. *Urology*. 1999;53(6):1200–1204. DOI: 10.1016/s0090-4295(99)00017-5
40. Jian C, Yili L, Ping W. The clinical application of NEVA in the diagnosis of erectile dysfunction. *Chinese J Androl*. 2011;25(8):50–52.
41. Qin F, Gao L, Qian S, et al. Advantages and limitations of sleep-related erection and rigidity monitoring: a review. *Int J Impot Res*. 2018;30(4):192–201. DOI: 10.1038/s41443-018-0032-8

ОБ АВТОРАХ

Евгений Викторович Волокитин, заведующий урологическим отделением;
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1769-7759;
eLibrary SPIN: 5220-2678; e-mail: evgvolokitin82@mail.ru

***Павел Сергеевич Кызласов,** д-р мед. наук, профессор кафедры урологии и андрологии, руководитель Центра урологии и андрологии; адрес: Россия, 123098, Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23;
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1050-6198;
Scopus: 57196124148; eLibrary SPIN: 6806-7913;
e-mail: dr.kyzlasov@mail.ru

Игорь Валентинович Кузьмин, д-р мед. наук, профессор кафедры урологии;
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7724-7832;
Scopus: 56878681300; eLibrary SPIN: 2684-4070;
e-mail: kuzminigor@mail.ru

AUTHORS' INFO

Evgenii V. Volokitin, head of Urological Unit;
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1769-7759;
eLibrary SPIN: 5220-2678;
e-mail: evgvolokitin82@mail.ru

***Pavel S. Kyzlasov,** MD, Dr. Sci. (Med.), professor of Department of Urology and Andrology; head of the Center for Urology and Andrology; address: 23 Marshala Novikova st., Moscow, 123098, Russia;
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1050-6198;
Scopus: 57196124148; eLibrary SPIN: 6806-7913;
e-mail: dr.kyzlasov@mail.ru

Igor V. Kuzmin, MD, Dr. Sci. (Med.), professor of the Department of Urology;
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7724-7832;
Scopus: 56878681300; eLibrary SPIN: 2684-4070;
e-mail: kuzminigor@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

ОБ АВТОРАХ

Михаил Миронович Сокольщик, д-р мед. наук, профессор кафедры урологии и андрологии; e-mail: 7203331@gmail.com

Али Тельман-оглы Мустафаев, ассистент кафедры урологии и андрологии; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2422-7942; eLibrary SPIN: 5422-8789; e-mail: dr.mustafayevat@gmail.com

Екатерина Владимировна Ефимова, врач-уролог; ORCID: https://orcid.org/0009-0007-4349-6877; e-mail: katyaefimova1996@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

AUTHORS' INFO

Michail M. Sokolshchik, MD, Dr. Sci. (Med.), professor of Department of Urology and Andrology; e-mail: 7203331@gmail.com

Ali T. Mustafayev, assistant of the Department Urology and Andrology; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2422-7942; eLibrary SPIN: 5422-8789; e-mail: dr.mustafayevat@gmail.com

Ekaterina V. Efimova, urologist; ORCID: https://orcid.org/0009-0007-4349-6877; e-mail: katyaefimova1996@gmail.com