

# Современные методы инструментальной диагностики васкулогенной эректильной дисфункции

**А.Д. Каприн, А.А. Костин, Д.П. Круглов, С.В. Попов, Н.Г. Кульченко, Ф.Ш. Мангутов**  
ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России

## Сведения об авторах:

*Каприн А.Д. – д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН; генеральный директор ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, директор МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, заведующий кафедрой урологии и оперативной нефрологии РУДН, главный уролог АН РФ,*

*Kaprin A.D. – Dr. Sc., professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, General Director of FSBI "NMRRС" of the Ministry of Health of Russia; Director P.A. Herzen MSROI – branch FGBI "NMRRС" of Ministry of Health of Russia; Head of the Department of Urology and Surgical Nephrology of RUFР; the chief urologist of Academy of Sciences of Russia.*

*Костин А.А. – д.м.н., профессор; первый заместитель генерального директора ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, заведующий кафедрой урологии, онкологии, радиологии ФПК МР Медицинского института РУДН,*

*Kostin A.A. – Dr. Sc., professor; First Deputy General Director of FSBI "NMRRС" of the Ministry of Health of Russia; Head of the Department of Urology, Oncology, Radiology of RUFР*

*Попов С.В. – к.м.н., заведующий отделом анализа деятельности и перспективных программ развития ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России*

*Popov S.V. – Ph.D, Head of the Department of analysis of the activities and future development programs FSBI "NMRRС" of Ministry of Health of Russia.*

*Кульченко Н.Г. – к.м.н., старший преподаватель кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии медицинского института РУДН*

*Kulchenko N.G. – Ph.D, Senior Lecturer of Department of Histology, Cytology and Embryology of Medical University RUFР*

*Круглов Д.П. – доцент кафедры урологии, онкологии, радиологии ФПК МР медицинского института РУДН*

*Kruglov D.P. – Associate Professor of Department of Urology, Oncology, Radiology of Medical University RUFР*

*Мангутов Ф.Ш. – младший научный сотрудник отдела андрологии и репродукции человека НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал «НМИРЦ» Минздрава России. Faridv7@gmail.com*

*Mangutov F.S.H. – Junior Researcher at the Department of Andrology and Human Reproduction of N. Lopatkin SRI of Urology and Interventional Radiology – branch of «NMRRС» of Ministry of Health of Russia*

## ЭТИОЛОГИЯ ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ

**Э**ректильная дисфункция (ЭД) – это постоянная или периодическая неспособность достижения и/или поддержания эрекции, достаточной для проведения полового акта [1]. ЭД оказывает влияние не только на физиологические, но и на психологические особенности мужчины [2]. Следовательно, проблема диагностики и лечения ЭД имеет не только медицинское, но и социальное значение.

Термин ЭД применим к описанию широкого спектра нарушений эректильной функции: от частичной недостаточности эрекции перед эякуляцией до полной ее утраты. «Деликатность» проблемы состоит в том, что не каждый пациент способен прийти к врачу с жалобами на расстройство эрекции. Лишь 3% мужчин самостоятельно обращаются к урологу с жалобами на снижение качества эрекции [3,4]. При этом только 30-40% врачей выясняют состояние эректильной функции у всех пациентов старше 40 лет, а 60% специалистов

никогда не интересуются качеством сексуальной жизни больного [4]. Поэтому достоверных статистических данных о распространенности ЭД в большинстве стран мира нет. По разным оценкам примерно 90-150 млн мужчин во всем мире, около 30 млн в США и около 20 млн жителей Европы страдают ЭД [5].

К.К. Chew с соавторами провели анализ 1240 анкет мужчин, посетивших 62 врачей общей практики. Средний возраст участников составил 56,4 года (18-91), 488 мужчин (39,4%) сообщили о наличии ЭД, при этом 119 (9,6%) отмечали ЭД «иногда», 110 (8,9%) – «часто», а 231 (18,6%) – в течение всего времени (тяжелая степень ЭД). Среди 707 мужчин в возрасте от 40 до 69 лет у 240 (33,9%) были признаки ЭД, у 84 (11,9%) из них была тяжелая степень ЭД. При этом частота встречаемости постоянной ЭД увеличивалась с возрастом – с 2,0% в возрастной группе от 40 до 49 лет до 44,9% – в возрасте 70-79 лет. Оказалось, что только 11,6% мужчин с ЭД получают лечение в связи с данным заболеванием [6].

В 2012 г. было проведено широкомасштабное многоцентровое эпи-

демиологическое исследование распространенности ЭД в Российской Федерации. Изучению были подвергнуты 1225 анкет. На основании анализа опросника Международного индекса эректильной функции (МИЭФ-5) было выявлено, что у 10,1% мужчин в возрасте 25-80 лет отсутствовали признаки ЭД, легкая степень ЭД отмечена у 71,3%, средняя степень – у 6,6% и тяжелая степень – у 12% респондентов. Авторами изучена распространенность ЭД в различных федеральных округах РФ. При этом наибольшее число больных с ЭД отмечено в Центральном федеральном округе, хотя и в других регионах обстановка с заболеваемостью ЭД выглядела неблагоприятно [5].

Неутешительные данные демонстрируют также статистические исследования в странах ближнего зарубежья. Так, А.А. Хамзин и соавт. провели анализ распространенности ЭД у мужчин республики Казахстан (n=1550) в возрасте от 21 до 79 лет: эректильная дисфункция выявлена у 52,3% (784) мужчин, причем признаки ЭД с сопутствующим возрастным гипогонадизмом выявлены у 1,1% (21) жителя [7].

Таким образом, при анализе результатов статистических исследований можно сделать вывод о том, что изучение заболеваемости ЭД представляет серьезную проблему. К большому сожалению эта ситуация замалчивается. С одной стороны некоторые мужчины считают, что они не больны, а у них всего лишь наблюдаются возрастные изменения, с другой стороны, часто урологи не расспрашивают пациентов, пришедших на прием о сексуальной жизни, если причиной обращения не послужила сама ЭД, что усугубляет ситуацию в целом [5].

### ПАТОГЕНЕЗ ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ

Риск развития ЭД повышается с возрастом вследствие серьезных сопутствующих заболеваний, в частности, артериальной гипертензии, заболеваний сердца и сахарного диабета. Широкая распространенность ЭД объясняется неуклонным ростом факторов риска развития данного состояния, основными из которых являются пожилой возраст, хронические заболевания (сахарный диабет, сердечно-сосудистые заболевания, гипертоническая болезнь, заболевания почек, депрессивные состояния), применение различных лекарственных препаратов (гипотензивные средства, антидепрессанты), лучевая терапия и оперативные вмешательства на органах малого таза, повреждения спинного мозга, а также курение и малоподвижный образ жизни [8-14]. А.В. Амосов и соавт., Р.В. Роживанов с соавт. также выделяют такие факторы риска ЭД как сердечно-сосудистые и системные заболевания – хроническая почечная недостаточность, сахарный диабет- ( $\approx 20\%$ ), эндокринные ( $\approx 10\%$ ), неврологические заболевания ( $\approx 20\%$ ), злоупотребление алкоголем ( $\approx 20\%$ ), побочные действия лекарственных средств ( $\approx 10\%$ ), психологические причины ( $\approx 20\%$ ) [15,16].

На сегодняшний день в зависимости от причины выделяют три вида эректильной дисфункции: психоген-

ную, обусловленную психологическими проблемами, стрессами, психотравмами; органическую, в основе которой лежат соматические заболевания и смешанную форму.

Наиболее часто встречается органическая ЭД, которая подразделяется на невrogenную, гормональную, васкулогенную, ятрогенную и смешанную [17].

А. Carvalheira и соавт. ЭД была классифицирована на венозную (31%), артериогенную (23%), психогенную (18%), ятрогенную (13%), нейrogenную (8%) и диабетическую (7%) [18].

Органическая ЭД наиболее часто обусловлена недостаточностью артериального кровоснабжения полового члена различного генеза [19-23]. Работы В.И. Мустафиной и соавт. продемонстрировали, что у 23,9% мужчин с жалобами на ЭД были обнаружены доплерографические признаки артериальной, у 41,8% – венокорпоральной, а у 34,3% – признаки смешанной ЭД [13].

По мнению ряда авторов существенное значение в развитии ЭД принадлежит эндотелиальной дисфункции. Эндотелиальная дисфункция – это генерализованный процесс, возникающий вследствие оксидативного стресса, нарушения метаболизма оксида азота, процессов окислительно-восстановительного фосфорилирования стенки сосудов, в частности эндотелия. Проявлением эндотелиальной дисфункции могут быть нарушения механизмов нормального кровотока в органах малого таза, а также в системе коронарного кровообращения. Нарушение кровотока в сосудах может манифестировать эректильной дисфункцией, а также атеросклерозом коронарных артерий. При этом ЭД является проявлением нарушения функции эндотелия без промежуточных стадий, в то время как атеросклероз коронарных артерий может развиваться длительное время бессимптомно, без проявлений ИБС, диабета и других заболеваний [17,24].

Таким образом, вопросы патогенеза ЭД указывают на многообразие факторов, приводящих к ее развитию

а диагностика этиологии ЭД очень важна при выборе метода лечения.

### ДИАГНОСТИКА ВАСКУЛОГЕННОЙ ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ

Известно, что диагностика васкулогенных нарушений эрекции на основании только клиничко-анамнестических данных в абсолютном большинстве случаев представляет весьма сложную задачу и в ряде случаев требует применения инструментальных методов обследования [25,26].

Наиболее распространенные методами диагностики васкулогенной ЭД в современной урологии являются:

- ультразвуковое исследование (УЗИ) с использованием доплерографии сосудов полового члена;
- кавернозография;
- компьютерная томография полового члена (КТ);
- магнитно-резонансная томография (МРТ) полового члена.

Все вышеуказанные методы диагностики, как правило, применяются на фоне фармакологической стимуляции эрекции (при приеме пероральных ингибиторов фосфодиэстеразы 5 типа или интракавернозном введении папаверина, простагландина E).

Применение доплерографии полового члена для диагностики эректильных расстройств началось в конце 70-х годов и получило развитие в конце девяностых годов двадцатого века в связи с внедрением эффективных фармакологических стимуляторов эрекции [20].

В настоящее время доплерография сосудов полового члена считается «золотым стандартом» диагностики ЭД. Российские и зарубежные авторы предлагают использовать УЗИ полового члена для скрининга этого заболевания из-за низкой его инвазивности, отсутствия лучевой нагрузки, достаточной эффективности и массовой доступности [27-28]. Ультразвуковую доплерографию артерий полового члена широко применяют для диагностики ЭД, хотя результаты исследования во многом зависят от

технического совершенства аппаратуры [29]. Однако доплерография полового члена не лишена недостатков. Высокие ультразвуковые частоты, обеспечивая хорошее пространственное разрешение, обуславливают неточность измерения при высоких скоростях кровотока. Кроме того, на результаты исследования существенно влияет угол наклона датчика, что свойственно методу дифракции, и краевые артефакты. Более того, доплеровское исследование не позволяет оценить скорость кровотока во всем органе, поскольку измерения производят в специфичных сегментах отдельного сосуда в определенных точках. При этом требуется аппарат экспертного класса [30].

W. Hsiao и соавт. отмечают, что до сих пор не существует единого стандарта выполнения данной процедуры. Авторы считают, что признаками адекватной эрекции являются: пиковая систолическая скорость ( $V_{max}$ ) более 30 см/с, отсутствие венозной утечки и индекс резистентности (RI) более 0,8 [31]. А.В. Амосов и соавт. при выполнении доплерографии полового члена у 398 больных с жалобами на ЭД оценивали состояние кавернозных артерий до и после интракавернозного введения простагландина E1. Патологический венозный отток подозревали в том случае, если при адекватном артериальном притоке развивалась эрекция, но ее продолжительность была невелика и при этом определялся постоянный антеградный диастолический кровоток на всем протяжении исследования. Одним из признаков венозного оттока является снижение индекса резистентности, характеризующий кавернозный венозный отток. При этом индекс резистентности менее 0,75 сопровождается венозным оттоком у 90% пациентов с ЭД. Индекс резистентности более 0,9 отмечается у 90% здоровых субъектов [20]. А. Aversa и соавт. для диагностики васкулогенной ЭД предлагают учитывать не только стандартные ультразвуковые показатели, такие как индекс резистентности и пульсационный индекс (PI), но и со-

стояние стенки артерии и степень артериальной дилатации [32].

N. Saretta и соавт. провели ультразвукографическое исследование у 109 мужчин (84 – с ЭД, 25 – в группе контроля) для сравнения функциональных и морфологических параметров кавернозных артерий и изучения связи атеросклероза сосудов полового члена с системным атеросклерозом. Авторы показали, что увеличение толщины интима-медиа кавернозных артерий более 0,3 мм может предсказать развитие ЭД сосудистого происхождения с большей точностью, чем пиковая систолическая скорость, и может оказаться предиктором системного атеросклероза на ранней стадии [33].

А.Л. Верткин и соавт. сообщили о том, что чувствительность доплерографии полового члена при определении недостаточности артериального притока составляла 85-100%, а специфичность – лишь 50-70%. Чувствительность доплерографии полового члена при недостаточности веноокклюзивного механизма составляла 90%, специфичность – 70% [34]. В тоже время М.К. Михайлов и соавт. показали, что эффективность ультразвуковой диагностики патологической венозной утечки из кавернозного бассейна полового члена значительно ниже эффективности метода динамической кавернозографии. Кроме того, динамическая кавернозография позволяет диагностировать не только наличие патологической утечки, но также определять количество патологических коммуникантных вен, их уровень и бассейн сброса [35].

D. Prezioso и соавт. при исследовании 59 больных (32 с васкулогенной ЭД и 27 – без нее) предположили существование корреляции между значением толщины туника интима медиа (ИМТ) кавернозной артерии и ИМТ сонной артерии. Значения ИМТ кавернозной артерии у больных с васкулогенной ЭД были выше, чем у больных без нее ( $0,28 \pm 0,06$  мм против  $0,17 \pm 0,07$  мм). Значения ИМТ сонной артерии при васкулогенной ЭД группы были выше, чем в группе пациен-

тов без таковой ( $0,74 \pm 0,14$  мм против  $0,59 \pm 0,11$  мм) и этот показатель может служить ранним предиктором системного атеросклероза [36]. M. Schipilliti и соавт. сообщили о том, что пациенты с кавернозной васкулопатией имеют повышенный кардиометаболический риск и скрининг данной группы пациентов может идентифицировать таких больных [37].

X. Zheng и соавт. при обследовании 37 пациентов учитывали при УЗИ полового члена не только стандартные показатели, но и измерения осевой и радиальной жесткости полового члена с помощью аппарата RigiScan [38].

В.И. Мустафина и соавт. считают, что комплексное УЗИ полового члена с использованием доплеровских методик обладает высокой информативностью при диагностике причин ЭД [13]. Позже эта же группа авторов провела оценку комплексной лучевой диагностики ЭД с применением ультразвукового исследования с доплеровскими методиками (цветной и энергетический доплер, режим Dynamic flow и оценка кривых скоростей кровотока), фармакологической и визуальной индукции эрекции, компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии, динамической кавернозографии. Изучены возможности различных методов в определении дисфункции веноокклюзивного аппарата полового члена. В результате оказалось, что комплексное УЗИ с использованием доплеровских методик обладает высокой информативностью в диагностике причин ЭД, но МРТ имеет большую разрешающую способность при исследовании мягких тканей. Однако несмотря на стремление авторов выполнить неинвазивную методику, контраст все же вводили интракавернозно [39].

А.Л. Кошкакарян изучал микроциркуляцию полового члена методом компьютерной капилляроскопии и лазерной доплеровской флоуметрии. Им показано, что при латентной и полной эрекции ее возрастание сопряжено с увеличением структурных

параметров микрососудов преимущественно артериального звена, а в фазе детумесценции доминирует возрастание скорости эритроцитов в венозных звеньях микроциркуляторного русла. Биомикроскопическая техника позволяет также объективно оценить структурные параметры микрососудов и плотность функционирующих капилляров в поверхностных слоях головки полового члена. Методика обладает малой инвазивностью, однако характеризуется высокой погрешностью, а также охватывает только одну анатомическую область (головку полового члена) [40]. А.С. Баканова также рекомендовала определять характер капиллярного кровотока методом лазерной флоуметрии у мужчин с ЭД. Основными нарушениями пенильной гемодинамики, по мнению автора, приводящими к развитию васкулогенной ЭД, являются структурные изменения сосудистой стенки и кавернозных тел, недостаточный артериальный приток, избыточный венозный дренаж. По данным лазерной флоуметрии основные микроциркуляторные нарушения в половом члене проявляются снижением интенсивности перфузии в кавернозной ткани, уменьшением объема кровотока в артериолах, застоем крови в капиллярном русле, гипоксией кавернозной ткани и повышением симпатической вазомоторной активности [41].

Учитывая недостатки тех или иных методов, ряд авторов пытались использовать комбинацию методик. Х. Gamé и соавт. провели сравнительное исследование эффективности дуплексного ультразвукового сканирования полового члена и кавернозометрии в диагностике веноокклюзивной ЭД. Исследователи предложили в качестве первого этапа диагностики использовать УЗИ полового члена, а инвазивный метод (кавернозографию) применять на втором этапе при планировании оперативного лечения [42].

**Кавернозография** в современном понимании этого термина была впервые предложена в 1984 г. R. Virag

и соавт., выполнивших рентгеновское исследование кавернозных тел после введения вазоактивного препарата папаверина, который индуцировал эрекцию и позволял провести визуализацию кавернозных тел в эрегированном состоянии [43].

Кавернозография — ангиографическое исследование сосудов полового члена, во время которого в кавернозные тела через небольшую иглу вводится рентгеноконтрастное вещество. Получаемая рентгенограмма позволяет определить состояние кровеносных сосудов полового члена. Данный метод применяется для подтверждения или исключения сосудистой природы ЭД. Используется главным образом в диагностически сложных случаях и позволяет определить недостаточность артериального притока, венозную окклюзию, а также локализацию сброса венозной крови в артериальное русло полового члена.

По мнению М.К. Михайлова и соавт. эффективность диагностики патологической венозной утечки из кавернозного бассейна полового члена методом УЗИ значительно ниже, чем при динамической кавернозографии. Кроме того динамическая кавернозография позволяет диагностировать не только наличие патологической утечки, но также определять количество патологических коммуникантных вен, их уровень и бассейн сброса [35].

Фармакокавернозография обычно выполняется в двух проекциях и демонстрирует контрастированные венозные сосуды, по которым преимущественно происходит сброс крови из кавернозных тел [44].

Я. В. Прокопьев изучил с 2005 по 2007 год данные 120 больных с эректильной дисфункцией и продемонстрировал, что кавернозография позволяет в  $97,0 \pm 1,3\%$  выявлять изменения в кавернозных телах полового члена (как структурные, так и анатомические), обуславливающие ЭД, и разработать оптимальные методы их коррекции. Автор показал, что основными бассейнами венозной утечки у больных с ЭД являются подвздошные,

эпигастральные вены или сочетание этих путей. Динамическая кавернозография позволила автору установить причины ЭД: венозную утечку (76,9%); патологические шунты между головкой полового члена и кавернозными телами (30,7%); склерозирование кавернозных тел (38,4%); болезнь Пейрони (7,6%); патологическое строение кавернозного бассейна полового члена (23%). Автор считает, что динамическая кавернозография является достоверным, высокоэффективным методом диагностики ЭД по сравнению с ультразвуковой визуализацией сосудистой системы кавернозного бассейна полового члена [45]. В.В. Власов использовал разновидность кавернозографии – спонгиографию для выявления функциональных и патологических изменений вен полового члена и простатического венозного сплетения у мужчин с органической ЭД. Автор считает, что спонгиография при ЭД целесообразна в случаях, когда стандартное обследование не дает однозначного ответа о причине нарушения эрекции. Также, по мнению автора, необходимо использовать этот метод для диагностики в случае неэффективности первичного лечения ЭД [46].

В.А. Брусенский полагает, что кавернозография более информативна при определении артериальной ЭД, а эффективность диагностики веногенной эректильной дисфункции с определением типа патологического венозного дренирования составляет лишь 54,8% при использовании этой методики [47]. В исследовании Д.Г. Курбатова и соавт. также продемонстрировано, что практически невозможно верифицировать венозную утечку при помощи фармакокавернозографии [48].

В настоящее время кавернозография из-за высокой инвазивности и лучевой нагрузки часто используется в сочетании с другими методиками.

D.V. Patel и соавт. предлагают для повышения диагностической ценности кавернозографии использовать ее в сочетании с манометрией. Авторы считают, что кавернозография

эффективна для обнаружения анатомических дефектов в первую очередь при веноокклюзивной ЭД, то есть при так называемой «венозной утечке» и возможна для применения только по строгим показаниям у пациентов, которым планируется хирургическое вмешательство на половом члене [19].

**Метод компьютерной томографии** применяется у больных с подозрением на ЭД венозного генеза в сложных клинических случаях и при неэффективности скрининговой функциональной кавернозографии. Данный метод также позволяет выявить особенности патологического дренирования кавернозных тел полового члена, провести топическую диагностику с определением локализации венозной утечки. Возможность построения трехмерных изображений, получаемых при компьютерной томографии, позволяет представить имеющиеся патологические изменения и выбрать метод хирургического лечения [47].

Для визуализации анатомически «глубоко» расположенных сосудистых структур и оценки их объемного и пространственного взаимоотношения О.Б. Жуков и соавт. сообщили об опыте применения мультиспиральной компьютерной томографии органов малого таза, полового члена и органов мошонки у мужчин с ЭД. Для контрастирования сосудистых структур использовали омнипак 350 мг йода/мл с содержанием йогексикола 755 мг/мл (из расчета 1 мл контраста на 1 кг массы тела пациента), который вводили внутривенно болюсно. Мультиспиральную компьютерную томографию проводили как в покое, так и на фоне фармакологически индуцированной эрекции. Спиральная компьютерная томография позволила выявить множественные венозные соустья между половым членом и яичком, а именно между глубокими пенильными венами и веной семявыбрасывающего протока, между глубокой дорсальной веной и венами простатовезикального сплетения. К

сожалению, данный метод, несмотря на его малую инвазивность и отсутствие необходимости интракавернозного введения контраста, не лишен таких недостатков как наличие лучевой нагрузки, дороговизна, быстрое прохождение сосудистой фазы при контрастировании, в связи с чем зачастую трудно получить изображения как магистральных, так мелких сосудов [49].

В.В. Михайличенко и соавт., Н.А. Feldman и соавт. для решения этой проблемы предлагают использовать функциональную кавернозографию (в качестве контраста используют йодсодержащие вещества) в сочетании с компьютерной томографией. Данный метод диагностики отвечает на некоторые вопросы поставленные авторами, но по нашему мнению, является слишком инвазивным и трудоемким [50, 51].

Другая группа российских авторов (Ефремов Е.А., Жуков О.Б. и соавт.) для диагностики ЭД использовала динамическую компьютерную кавернозографию. Ими обследовано 88 пациентов с подозрением на патологический венозный дренаж. При этом венозную «утечку» классифицировали на основании преобладающего пути венозного оттока. Авторы выделили 3 типа сброса крови из кавернозных тел: дистальный сброс – по системе глубокой дорсальной вены, проксимальный сброс – по глубоким пенильным венам и смешанный тип сброса крови. При обработке данных динамической компьютерной кавернозографии были получены следующие результаты: венозная утечка подтверждена у 72 (81,8%) пациентов, патологические шунты между спонгиозным телом полового члена и кавернозными телами у 26 (29,5%), склерозирование кавернозных тел полового члена у 19 (21,5%), болезнь Пейрони выявлена у 1 (1,14%), патологическое строение кавернозного бассейна полового члена у 13 (14,8%) пациентов. Сочетанные патологические состояния наблюдали у 57 (64,8%) больных. Наибольшая доля встречавшихся патологических состояний каверноз-

ного бассейна приходилась на венозный сброс в подвздошные вены малого таза (55,7%), на долю сброса в эпигастральные вены приходилось до 18,2%. В течение исследования проведено сравнение диагностической ценности динамической компьютерной фармакокавернозографии с другими методами исследования состояния сосудов полового члена. Необходимо отметить, что чувствительность фармакодоплерографии, фармакокавернозографии, динамической компьютерной кавернозографии при этом составила 71%, 73% и 95% соответственно, специфичность этих же методов – 85%, 93%; и 98%. Авторы сделали выводы о том, что среди имеющихся на сегодняшний день методов диагностики веногенной ЭД динамическая компьютерная фармакокавернозография имеет наилучшие показатели чувствительности и специфичности [52].

В.Н. Журавлев и соавт. для диагностики нарушений веноокклюзивного механизма при ЭД использовали плоскопанельную компьютерную томографию при обследовании 23 пациентов с ЭД и нарушением веноокклюзионного механизма. Преимущества метода – использование небольшого количества контрастного вещества, возможность трехмерной реконструкции сосудистого русла из-за высокого пространственного разрешения, низкая доза облучения, отсутствие артефактов от металлических предметов. Однако отмечены следующие недостатки метода: необходимость применения сложного оборудования, интракавернозное введение контрастного вещества [53].

Брусенский В.А. продемонстрировал 97%-ую эффективность диагностики веногенной ЭД при определении типа патологического венозного дренирования с помощью мультисрезовой спиральной компьютерной томографии [47].

#### **Магнитно-резонансная томография полового члена.**

МРТ относится к дорогостоящим и технически сложным объ-

ективным лучевым методам диагностики, роль которых в диагностическом процессе, особенно в визуализации сосудистого компонента при ЭД венозного генеза, очень высока. Данный метод позволяет идентифицировать анатомические структуры, кавернозные ткани, визуализировать промежностные и пенильные артерии, однако более достоверно выявить сосудистую недостаточность при ЭД можно при помощи МР-ангиографии с контрастным усилением [54].

В работе Д.Г. Курбатова и соавт. МРТ полового члена проводили на фоне функциональной кавернозографии (в качестве контраста использовали парамагнитное вещество – гадолиний). Эффект контрастирования достигался за счет способности гадолиний-содержащих препаратов изменять релаксационные свойства экстрацеллюлярной жидкости, что проявлялось укорочением времени T1-релаксации и усилением интенсивности сигнала от крови при специальных импульсных последовательностях. Таким образом регистрировали эффект, аналогичный достигаемому при ангиографии [47]. МРТ полового члена помогает идентифицировать анатомические структуры полового члена, окружающие и патологически измененные ткани, позволяет качественно верифицировать состояние веноокклюзионного механизма вне зависимости от преобладания корпоральных и посткорпоральных факторов. Недостатком МРТ полового члена в диагностике веноокклюдивной ЭД является высокая инвазивность и дороговизна метода. В.А. Брусенский и соавт. полагают, что МРТ с интракавернозным контрастированием является методом выбора объективной визуализации патологических дренирующих вен полового члена у больных веногенной ЭД и его применение целесообразно в трудных диагностических случаях. Учитывая большую 100% эффективность МРТ и полное отсутствие ионизирую-

щего излучения, данный метод исследования является основным в диагностике веногенной ЭД, особенно у молодых пациентов [47].

А. Kirkham считает МРТ полового члена дорогостоящим тестом, дополняющим клиническое обследование или УЗИ. МР-ангиография демонстрирует структуру внутренних подвздошных сосудов и может быть использована при планировании реваскуляризации органов малого таза, но не всегда обладает таким разрешением, чтобы достаточно визуализировать сосуды полового члена. По своим диагностическим возможностям данный метод превосходит «рутинную ангиографию» [55].

D. Prezioso и соавт. предложили учитывать не только структурные и скоростные характеристики артериального русла полового члена при УЗИ, но и архитектуру сосудов, определяемую при МРТ. Авторы показали, что МРТ является более чувствительным методом диагностики по сравнению с доплерографией ( $p < 0,001$ ). К сожалению, данное исследование было выполнено при участии небольшого количества пациентов [36].

Таким образом, на сегодняшний день оптимальными методами топической диагностики веногенной ЭД следует считать МРТ и КТ с интракавернозным контрастированием.

**Радионуклидные методы** оценки кровоснабжения пениса были впервые предложены японскими учеными M. Shirai и M. Nakamura [56-57], которые использовали для этого серийную радиометрию проб крови из подкожных вен полового члена после внутривенной инъекции радиофармпрепарата (РФП). В 1982 г. N. Fanous и соавт. провели динамическую запись кровяного пула пениса с использованием  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетата и количественно рассчитали изменения объема крови в пенисе, вызванные внутривенным введением вазодилатора [58]. Измеренные параметры хорошо корре-

лировали с индексом кровяного давления в органе. Еще одной методикой радионуклидной диагностики эректильной дисфункции явилась оценка клиренса  $^{33}\text{Xe}$  после его подкожной инъекции в область заднего венечного шва полового члена. При этом оказалось, что у лиц с артериальной и смешанной формами импотенции клиренс индикатора снижается, а у пациентов с невазодогенными и флебогенными нарушениями эрекции – не нарушается [59].

К сожалению, в настоящее время для радионуклидной оценки артериального и венозного компонентов васкулогенной ЭД недостаточно используют фаллосцинтиграфию с  $^{99m}\text{Tc}$ -эритроцитами.

L.S. Zuckier также представил результаты радионуклидных методов исследования пенильной гемодинамики. Данный автор полагает, что эти методы являются простыми и рентабельными при диагностике ЭД [60].

В современной урологии методика радионуклидной диагностики ЭД не изменилась и не вызывает широких дискуссий авторов [61]. Однако на сегодняшний день отсутствуют масштабные сравнительные исследования в данной области. Большинство литературных данных представлены единичными описаниями. До сих пор не проводился анализ эффективности и специфичности радиоизотопной диагностики ЭД. В доступной нам литературе мы не нашли большого количества данных по этой проблеме.

Таким образом, в настоящее время микроциркуляция в половом члене при патологических состояниях изучена недостаточно, что определяет актуальность проведения исследований данной проблемы.

Многие специалисты полагают, что ЭД как проявление эндотелиальной дисфункции в ряде случаев является предвестником заболеваний сердечно-сосудистой системы. В связи с этим, ранняя диагностика ЭД может приводить

к обнаружению этих нередко угрожающих жизни заболеваний, которые в противном случае могли бы остаться незамеченными [5].

На сегодняшний день в эру высоких медицинских технологий актуальным является внедрение в клиническую практику новых мало-

инвазивных, объективных, высокоинформативных и безвредных визуализационных методик диагностики эректильной дисфункции. ■

**Ключевые слова:** эректильная дисфункция, диагностика, магнитно-резонансная томография, половой член, компьютерная томография, доплерография, радионуклидная диагностика, фаллосцинтиграфия.

**Key words:** erectile dysfunction, diagnostics, magnetic resonance imaging, the penis, computed tomography, Doppler ultrasonography, radionuclide diagnostics, penile scintigraphy.

#### Резюме:

Эректильная дисфункция (ЭД) – это постоянная или периодическая неспособность достижения и/или поддержания эрекции, достаточной для проведения полового акта. Проблема диагностики и лечения ЭД имеет не только медицинское, но и социальное значение.

Риск развития ЭД повышается с возрастом, вследствие серьезных сопутствующих заболеваний, в частности, артериальной гипертензии, заболеваний сердца и сахарного диабета. Наиболее часто встречается органическая ЭД, которая подразделяется на неврогенную, гормональную, васкулогенную, ятрогенную и смешанную.

В статье представлены данные, свидетельствующие о необходимости применения инструментальных методов диагностики эректильной дисфункции для выяснения точной причины этого состояния.

В настоящее время доплерография сосудов полового члена считается «золотым стандартом» диагностики ЭД. Российские и зарубежные авторы предлагают использовать ультразвуковое исследование полового члена в качестве скринингового метода диагностики из-за низкой его инвазивности, отсутствия лучевой нагрузки, достаточной эффективности и массовой доступности. Кавернозография применяется главным образом в диагностически сложных случаях, позволяя отличить недостаточность артериального притока от венозной окклюзии. Метод компьютерной томографии применяется у больных с подозрением на ЭД венозного генеза в сложных клинических случаях и при неэффективности функциональной кавернозографии. Он позволяет выявить особенности патологического дренирования кавернозных тел полового члена, провести топическую диагностику с определением локализации венозной утечки. Магнитно-резонансная томография полового члена относится к дорогостоящим и технически сложным объективным лучевым методам, роль которых в диагностическом процессе, особенно в визуализации сосудистого компонента при ЭД венозного генеза очень высока. Радионуклидные методы диагностики в настоящее время применяются при васкулогенной ЭД, используя в основном фаллосцинтиграфию с  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -эритроцитами.

В настоящее время в эру высоких медицинских технологий актуальным является внедрение в клиническую практику новых малоинвазивных, объективных, высокоинформативных и безвредных визуализирующих методик диагностики эректильной дисфункции.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Summary:

#### Modern methods of instrumental diagnostics of vasculogenic erectile dysfunction

A.D. Kaprin, A.A. Kostin, D.P. Kruglov, S.V. Popov, N.G. Kulchenko, F.Sh. Mangutov

Erectile dysfunction (ED) is a constant or temporary inability to achieve or maintain erection sufficient enough to perform sexual intercourse. The problem of diagnostics and treatment of ED has not only medical but also social importance.

The risk of the development of ED increases with age due to serious associated diseases; in particular, due to arterial hypertension, heart diseases and diabetes mellitus. Most causes of ED are considered to be organic, which are subdivided into neurogenic, hormonal, vasculogenic, iatrogenic and mixed.

The paper presents data evidence supporting the necessity of application of instrumental methods in the diagnostics of ED and elucidating the exact causes for this condition.

Today penile Doppler ultrasound is considered to be “the gold standard” of diagnosis for ED. Russian and foreign authors suggest using penile Doppler ultrasound examination as a screening method due to its low invasiveness, no radiation exposure, optimal efficiency and wide availability. Cavernosography is mostly used in cases which are too complex for the diagnostics, enabling to distinguish arterial insufficiency from venous occlusion. Computer tomography is applied to patients who have suspected venogenic ED in complex clinical cases and when functional cavernosography is not effective enough. This method helps reveal the particular properties of drainage of cavernous bodies, perform topical diagnosis and elucidate the location of venous leakage. Penile magnetic resonance imaging is referred to expensive and technically complicated methods of X-ray diagnostics which have a highly significant role in the visualization of a vascular component of venogenic ED. Radioisotopic methods of diagnostics are now employed in treatment of vasculogenic ED; in most cases penile scintigraphy with  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  labeled red blood cells (Tc-RBC) is used.

Today in the era of high-tech medicine implementation of new low-invasive, objective, highly informative and harmful methods of diagnostics of ED, is relevant.

Authors declare lack of the possible conflicts of interests.

## ЛИТЕРАТУРА

- NIH Consensus Development Panel on Impotens. – Impotens. *JAMA* 1993;270: 83-90
- Мионов С.А., Артифсков С.Б. Эректильная дисфункция. Патологическая связь с расстройством адаптации (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий* 2013;(1):171.
- Glina S, Cohen DJ, Vieira M. Diagnosis of erectile dysfunction. *Curr Opin Psychiatry* 2014;27(6):394-399.
- Аляев Ю. Г., Винаров А. З., Ахвледиани Н. Д. Эффективность тадалафила в лечении преждевременного семяизвержения, ассоциированного с эректильной дисфункцией. *РМЖ* 2010;(5):273-276.
- Пушкарь Д.Ю., Камалов А.А., Аль-Шукри С.Х., Еркович А.А., Коган М.И., Павлов В.Н., и др. Анализ результатов эпидемиологического исследования распространенности эректильной дисфункции в Российской Федерации. *Урология* 2012;(6):5-8.
- Chew K.K, Earle CM, Stuckey BG, Jamrozik K, Keogh EJ. Erectile dysfunction in general medicine practice: prevalence and clinical correlates. *Int J Impot Res* 2000;12:41-45
- 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):89-93.
- Раснер П.И., Пушкарь Д.Ю. Эректильная дисфункция – разные решения одной проблемы, или размышления на заданную тему. *Медицинский совет* 2014;(19):64-71.
- Юдовский С.О., Пушкарь Д.Ю. Коррекция эректильной дисфункции у пациентов, перенесших радикальную простатэктомию. *Урология* 2014;(4):66-71.
- Weinberg AE, Eisenberg M, Patel CJ, Chertow GM, Leppert JT. Diabetes severity, metabolic syndrome, and the risk of erectile dysfunction. *J Sex Med* 2013;(10):3102-3109.
- Kumar J, Bhatia T, Kapoor A, Ranjan P, Srivastava A, Sinha A, et al. Erectile dysfunction precedes and is associated with severity of coronary artery disease among Asian Indians. *J Sex Med* 2013;10(5):1372-1379
- Nehra A, Jackson G, Miner M, Billups KL, Burnett AL, Buvat J, et al. Diagnosis and treatment of erectile dysfunction for reduction of cardiovascular risk. *J Urol* 2013;189(6):2031-2038.
- Мустафина В.И., Гурьев Э.Н., Лобкарев О.А. Комплексная лучевая диагностика эректильной дисфункции веноокклюзивного аппарата полового члена. *Андрология и генитальная хирургия* 2012;(4):18-24.
- Давидович И.М., Маренин С.Н. Эректильная функция, андрогенный статус и эндотелиальнозависимая вазодилатация пенильных артерий у мужчин молодого возраста с гипертонической болезнью. *Дальневосточный медицинский журнал* 2013;(3):20-24.
- Амосов А.В., Петровский Н.В., Демидко Ю.Л., Байдувалиев А.М. Индивидуальный подбор дозы силденафила в лечении эректильной дисфункции. *РМЖ. Фармакотерапия* 2014;(17):1292-1297
- Роживанов Р.В., Суццов Ю.И., Курбатов Д.Г. Эректильная дисфункция у больных сахарным диабетом по данным контрольно – эпидемиологических исследований. *Сахарный диабет* 2009;(2):51-54.
- Ахвледиани Н.Д., Алленов С.Н., Матюхов И.П., Иноятов Ж.Ш. Эректильная дисфункция: современной состоянием проблемы. *Медицинский совет* 2015;(2):28-32.
- Carvalho A, Forjaz V, Pereira NM. Adherence to phosphodiesterase type 5 inhibitors in the treatment of erectile dysfunction in long-term users: how do men use the inhibitors? *Sex Med* 2014;2(2):96-102.
- Patel D V, Halls J, Patel U. Investigation of erectile dysfunction. *Br J Radiol* 2012;85(1):69-78.
- Амосов А.В., Петровский Н.В., Демидко Ю.Л., Байдувалиев А.М. Индивидуальный подбор дозы силденафила в лечении эректильной дисфункции. *Русский медицинский журнал* 2014;(17):1292-1297.
- Кушниренко Н.П. Диагностика и хирургическое лечение болезни Пейрони, осложненной эректильной дисфункцией. *Вестник Российской военной-медицинской академии* 2011;(3):87-90.
- Cander S, Coban S, Altuner S, Oz Gul O, Yetgin ZA, Akkurt A, et al. Prevalence and correlates of erectile dysfunction in type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional single-center study among Turkish patients. *Metab Syndr Relat Disord* 2014;12(6): 324-329.
- Qiu X1, Fandel TM, Lin G, Huang YC, Dai YT, Lue TF, et al. Cavernous smooth muscle hyperplasia in a rat model of hyperlipidaemia-associated erectile dysfunction. *BJU Int* 2011;108(11):1866-1872.
- Lin G, Qiu X, Fandel TM, Albersen M, Wang Z, Lue TF, et al. Improved penile histology by phalloidin stain: circular and longitudinal cavernous smooth muscles, dual-endothelium arteries, and erectile dysfunction-associated changes. *Urology* 2011;78(4):970.
- Hatzimouratidis K. I. Eardley, F. Giuliano, I. Moncada, A. Salonia. Guidelines on male sexual dysfunction: erectile dysfunction and premature ejaculation. *Eur urol* 2010; 57(5):804- 814
- Кротовский Г.С., Зудин А.М. Виagra – 5 лет успеха. М. 2003, 189 с.
- 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;11(3):45-54.
- 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
- Щеплев П. А., Данилов И.А., Колотинский А.Б., Гвасалия Б.Р., Гарин Н.Н. Клинические рекомендации эректильная дисфункция. *Андрология и генитальная хирургия* 2007;(1):59-65
- Баев А.А., Громов А.И., Кульченко Н.Г. Лучевая диагностика и терапия в урологии [под ред. Громова А.И., Буйлова В.М.]. М. ГОЭТАР-Медиа 2011. 542 с.
- Hsiao W, Shrewsbury AB, Moses KA, Pham D, Ritenour CW. Longer time to peak flow predicts better arterial flow parameters on penile Doppler ultrasound. *Urology* 2010;75(1):112-116.
- Aversa A, Sarteschi LM. The role of penile color-duplex ultrasound for the evaluation of erectile dysfunction. *J Sex Med* 2007;4(5):1437-1447.
- Caretta N, Palego P, Schipilliti M, Ferlin A, Di Mambro A, Foresta C. Cavernous artery intima-media thickness: a new parameter in the diagnosis of vascular erectile dysfunction. *J Sex Med* 2009;6(4):1117-1126
- Верткин А.Л., Моргунов Л.Ю., Будылев С.А., Кривцова Е.В. Эректильная дисфункция: повторение и заметки. *Медицинский совет* 2011;(1-2):30-34.
- 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):94-98.
- Prezioso D, Iacono F, Russo U, Romeo G, Ruffo A, Russo N, Illiano E. Evaluation of penile cavernosal artery intima-media thickness in patients with erectile dysfunction. A new parameter in the diagnosis of vascular erectile dysfunction. Our experience on 59 cases. *Arch Ital Urol Androl* 2014;86(1):9-14.
- Zheng X1, Ji P, Mao H, Wu J. Evaluation of penile erection rigidity in healthy men using virtual touch tissue quantification. *Radiol Oncol* 2012;46(2):114-118.
- Schipilliti M, Caretta N, Palego P, Selice R, Ferlin A, Foresta C. Metabolic syndrome and erectile dysfunction: the ultrasound evaluation of cavernosal atherosclerosis. *Diabetes Care* 2011;34(8):1875-1877.
- Мустафина В.И., Гурьев Э.Н. Возможности ультразвуковой диагностики артериальной эректильной дисфункции у мужчин. *Медицинский вестник Башкортостана* 2012;(7):45-49
- Кощакарян А. Л. Состояние кожной микроциркуляции полового члена и ее расстройства при хроническом простатите: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Москва, 2010. М. URL: <http://medical-diss.com/medicina/sostoyanie-kozhnoy-mikrot-sirkulyatsii-polovogo-chlena-i-ee-rasstroystva-pri-hronicheskom-prostatite>
- Баканова А.С. Пенильная гемодинамика и микроциркуляция в норме и при васкулогенной эректильной дисфункции. ... автореф. дисс. канд. биол. наук. Барнаул, 2006. URL: <http://www.dslib.net/fiziologiya/penilnaja-gemodinamika-i-mikrocirkuljacija-v-norme-i-pri-vaskulogennoj-jerektilnoj.html>
- Gamé X1, Berrebi A, Lostes A, Malavaud B, Sarramon JP, Rischmann P. Comparison of cavernometry and duplex ultrasound in the diagnosis of veno-occlusive erectile dysfunction. *Prog Urol* 2006;16(4):470-473.
- Virag R, Frydman D, Legman M, Virag H. Incavernous injection of papaverine as a diagnostic and therapeutic method in erectile failure. *Angiology* 1984;35:79-87
- Лоран, О. Б., Щеплев, П. А., Нестеров, С. Н., Кухаркин, С. А. Современные методы диагностики и лечения эректильных дисфункций. *РМЖ* 2000;8(3):130-134.
- Прокопьев Я.В. Метод динамической кавернозографии в диагностике заболеланий кавернозного бассейна полового члена. ... дисс. канд. мед. наук., Казань, 2009. 110 с. URL: <http://www.dissercat.com/content/metod-dinamicheskoi-kavernozorafii-v-diagnostike-zabolevanii-kavernoznogo-basseina-polovogo>
- Власов В.В. Эректильная дисфункция. Венозная гемодинамика в механизме эрекции полового члена: дис. ... канд. мед. наук. Н. Новгород; 2012, 123 с.
- Брусенский В.А. Лучевые методы исследования в диагностике веногенной эректильной дисфункции: дисс. ... канд. мед. наук. М.; 2008, 134 с. URL: <http://medical-diss.com/medicina/luchevye-metody-issledovaniya-v-diagnostike-venogennoj-erektilnoj-disfunktsii>
- Курбатов Д.Г., Шетинин В.В., Китаев С.В. Роль магнитно-резонансной томографии в диагностике и лечении васкулогенной эректильной дисфункции. *Медицинская визуализация* 2005;(4):120-127.
- Жуков О.Б., Зубарев А.Р., Кульченко Н.Г. Ультразвуковые параметры и морфологические критерии веноокклюзивной эректильной дисфункции при возрастном андрогеном дефиците. *Андрология и генитальная хирургия* 2009;(1):39-43.
- Михайличенко В.В., Александров В.П., Фесенко В.Н., Кореньков Д.Г., Абд Али. Значение триплексной ультразвуковой доплерографии в диагностике эректильной дисфункции. Материалы конференции «Социальные и клинические проблемы сексологии и сексопатологии». – М., 2003г. – С. 1-2
- Feldman HA, Goldstein I, Hatzichristou DG, Krane RJ, McKinlay JB. Impotence and its medical and psychosocial correlates: results of the Massachusetts male aging study. *J Urol* 1994;151(1):54-61



52. Ефремов Е.А., Жуков О.Б., Шербинин С.Н., Мельник Я.И., Красняк С.С., Симаков В.В. и др. Динамическая компьютерная кавернозография в диагностике веноокклюзивной эректильной дисфункции. *Андрология и генитальная хирургия* 2012;(1):62-69.
53. Журавлев В.Н., Коган О.С., Романенко Д.В., Кочмашев И.В., Шерстобитов В.Е. Плоскопанельная компьютерная томография (CONE-BEAM CT) в предоперационной диагностике нарушений вено-окклюзивного механизма при эректильной дисфункции. *Медицинский вестник Башкортостана* 2013;(2):293-295.
54. Жуков О.Б. Диагностика эректильной дисфункции. Клиническое руководство. Изд. Бином 2008, 77 с.
55. Kirkham A. MRI of the penis. *Br J Radiol* 2012;85(1):86-93.
56. Shirai M, Nakamura M. Diagnostic discrimination between organic and functional impotence by radioisotope penogram with 99mTcO<sub>4</sub>. *Tohoku J Exp Med* 1975;116(1):9-15.
57. Shirai M, Nakamura M. Differential diagnosis of organic and functional impotence by the use of 131-I-human serum albumin. *Tohoku J Exp Med* 1970;101(4):317-324.
58. Fanous HN, Jevtich MJ, Chen DC, Edson M. Radioisotope penogram in diagnosis of vasculogenic impotence. *Urology* 1982;20(5):499-502.
59. Лишманова Ю.Б., Чернова В.И. Радионуклидная диагностика для практических врачей // Томск :STT – 2004. – 394с.
60. Zuckier LS. Use of radioactive tracers in the evaluation of penile hemodynamics: History, methodology and measurements. *Int J Impot Res* 1997;9(2):99-108
61. Kandeel FR. Male Sexual Dysfunction: Pathophysiology and Treatment. CRS Press; 2007, 307 p.

## REFERENCES (2, 4, 5, 7-9, 13-17, 20, 21, 26, 27, 29, 30, 34, 35, 39-41, 44-50, 52-54, 59)

2. Mironov S.A., Artifeksov S.B. Erektionnaya disfunktsiya. Patologicheskaya svyaz s rasstroystvom adaptatsii (obzor literature) [Erectile dysfunction. Abnormal connection with an adjustment disorder (literature review)] *Vestnik novykh medicinskih tehnologiy* 2013;(1):171. (in Russian)
4. Alyaev Yu.G., Vinarov A.Z., Ahvlediani N.D. Effektivnost tadalafila v lechenii prezhevremennogo semyaizverzheniya, assotsirovannogo s erektilnoy disfunktsiyey. [The efficacy of tadalafil in the treatment of premature ejaculation associated with erectile dysfunction] *RMZh* 2010;(5):273-276. (in Russian)
5. Pushkar D.Yu., Kamalov A.A., Al-Shukri S.H., Erkovich A.A., Kogan M.I., Pavlov V.N., i dr. Analiz rezultatov epidemiologicheskogo issledovaniya rasprostranennosti erektilnoy disfunktsii v Rossiyskoy Federatsii. [Review of the results of epidemiological studies of prevalence of erectile dysfunction in the Russian Federation]. *Urologiya* 2012;(6):5-8. (in Russian)
7. Hamzin A.A., Frolov R.A. Rasprostraneniye erektilnoy disfunktsii sredi gorodskogo naseleniya respubliky Kazahstan v vozraste ot 21 do 79 let. [Prevalence of erectile dysfunction among the urban population in age from 21 to 79 years of the Republic of Kazakhstan]. *Sovremennaya meditsina: aktualnyye voprosy* 2014;(30):89-93. (in Russian)
8. Rasner P.I., Pushkar D.Yu. Erektionnaya disfunktsiya – raznyie resheniya odnoy problemy, ili razmyshleniya na zadannuyu temu. [Erectile dysfunction – different solutions for one problem, or reflecting on a given topic]. *Meditsinskiy sovet* 2014;(19):64-71. (in Russian)
9. Yudovskiy S.O., Pushkar D.Yu. Korrektsiya erektilnoy disfunktsii u patsientov, perevesshih radikalnuyu prostatektomiyu. [Correction of erectile dysfunction in patients after radical prostatectomy]. *Urologiya* 2014;(4):66-71. (in Russian)
13. Mustafina V.I., Gurev E.N., Lobkarev O.A. Kompleksnaya luchelevaya diagnostika erektilnoy disfunktsii venookklyuzivnogo apparata polovogo chlena. [Complex radiation diagnosis of venoocclusive erectile dysfunction of the penis] *Andrologiya i genital'naya hirurgiya* 2012;(4):18-24. (in Russian)
14. Davidovich I.M., Marenin S.N. Erektionnaya funktsiya, androgennyiy status i endotelialno-zavisimaya vazodilatatsiya penilnykh arteriy u muzhchin molodogo vozrasta s gipertonicheskoy boleznью. [Erectile function, androgen status and endothelialization vasodilatator penile arteries in men with hypertension]. *Dalnevostochnyiy meditsinskiy zhurnal* 2013;(3):20-24. (in Russian)
15. Amosov A.V., Petrovskiy N.V., Demidko Yu.L., Bayduvaliev A.M. Individualnyiy podbor dozoy sildenafila v lechenii erektilnoy disfunktsiiyu. [Individual selection of doses of sildenafil in treatment of erectile dysfunction]. *RMZh. Farmakoterapiya* 2014;(17):1292-1297 (in Russian)
16. Rozhivanov R.V., Suntsov Yu.L., Kurbatov D.G. Erektionnaya disfunktsiya u bolnykh sahnym diabetom po dannym kontrolno – epidemiologicheskikh issledovaniy. [Erectile dysfunction in patients with diabetes mellitus for the control data - epidemiological studies]. *Saharnyy diabet* 2009;(2):51-54. (in Russian)
17. Ahvlediani N.D., Allenov S.N., Matyuhov I.P., Inoyatov Zh.Sh. Erektionnaya disfunktsiya: sovremennoy sostoyaniye problemy. [Erectile dysfunction: current status of problems]. *Meditsinskiy sovet* 2015;(2):28-32. (in Russian)
20. Amosov A.V., Petrovskiy N.V., Demidko Yu.L., Bayduvaliev A.M. Individualnyiy podbor dozoy sildenafila v lechenii erektilnoy disfunktsii. [Individual selection of doses of sildenafil in treatment of erectile dysfunction]. *Russkiy meditsinskiy zhurnal* 2014;(17):1292-1297. (in Russian)
21. Kushnirenko N.P. Diagnostika i hirurgicheskoe lechenie bolezni Peyroni, oslozhnennoy erektilnoy disfunktsiyey. [Diagnosis and surgical treatment of Peyronie's disease complicated by erectile dysfunction]. *Vestnik Rossiyskoy voenno-meditsinskoy akademii* 2011;(3):87-90. (in Russian)
26. Krotovskiy G.S., Zudin A.M. Viagra - 5 let uspeha. [Viagra 5 years of success]. Moscow 2003, 189 p. (in Russian)
27. Kostylev M.V., Egorova O.N., Hoholya A.V., Dryuk N.F. Diagnostika erektilnoy disfunktsii po dannym ultrazvukovogo issledovaniya sosudov polovogo chlena. [The role of magnetic resonance imaging in the diagnosis and treatment of vasculogenic erectile dysfunction]. *Serdtshe i sosudy* 2005;11(3):45-54. (in Russian)
29. Scheplev P.A., Danilov I.A., Kolotinskiy A.B., Gvasaliya B.R., Garin N.N. Klinicheskie rekomendatsii erektilnaya disfunktsiya. [Clinical recommendations for erectile dysfunction]. *Andrologiya i genital'naya hirurgiya* 2007;(1):59-65 (in Russian)
30. Baev A.A., Gromov A.I., Kulchenko N.G. Luchelevaya diagnostika i terapiya v urologii. [Radiation diagnostics and therapy in urology. Ed. Gromov A.I., Bujlov V.M.]. M. GOETAR-Media 2011. 542 p. (in Russian)
34. Vertkin A.L., Morgunov L.Ju., Budylev S.A., Krivtsova E.V. Erektionnaya disfunktsiya: povtorenie i zametki. [Erectile dysfunction: review and notes]. *Meditsinskiy sovet* 2011;(1-2):30-34. (in Russian)
35. Mihaylov M.K., Lobkarev O.A., Prokopev Ya.V. Rasprostraneniye i struktura erektilnoy disfunktsii i rol dinamicheskoy kaverno-zografii v ee diagnostike. [The prevalence and structure of erectile dysfunction and the role of dynamic cavernosography in the diagnosis] *Obschestvennoe zdorove i zdravoohraneniye* 2008;(1):94-98. (in Russian)
39. Mustafina V.I., Gurev E.N. Vozmozhnosti ultrazvukovoy diagnostiki arterialnoy erektilnoy disfunktsii u muzhchin. [Ultrasound diagnosis of arterial erectile dysfunction in men]. *Meditsinskiy vestnik Bashkortostana* 2012;(7):45-49. (in Russian)
40. Koshkakarayan A.L. Sostoyaniye kozhnoy mikrotsirkulyatsii polovogo chlena i ee rasstroystva pri hronicheskom prostatite: avtoref. diss. ... kand. med. Nauk. [The status of the skin microcirculation of the penis and its disorders in chronic prostatitis]. Cand.Med.Sci. [thesis]. Moscow; 2010. Moscow. Available from: <http://medical-diss.com/medicina/sostoyaniye-kozhnoy-mikrotsirkulyatsii-polovogo-chlena-i-ee-rasstroystva-pri-hronicheskom-prostatite/> (in Russian)
41. Bakanova A.S. Penilnaya gemodinamika i mikrotsirkulyatsiya v norme i pri vaskulogennoy erektilnoy disfunktsii. [Penile hemodynamics and microcirculation in normal and vasculogenic erectile dysfunction]. Cand.Bio.Sci. [thesis]. Barnaul; 2006. Available from: <http://www.dslib.net/fiziologia/penilnaya-gemodinamika-i-mikrocirkulatsiya-v-norme-i-pri-vaskulogennoy-erektilnoy-disfunktsii.html> (in Russian)
44. Loran, O.B., Shheplev, P.A., Nesterov, S.N., Kuharkin, S.A. Sovremennyye metody diagnostiki i lecheniya ehrektilynykh disfunktsiy. [Modern methods of diagnosis and treatment of erectile dysfunction]. *RMZh* 2000;8(3):130-134. (in Russian)
45. Prokopev Ya.V. Metod dinamicheskoy kaverno-zografii v diagnostike zabolevaniy kaverno-znogo basseyna polovogo chlena. [The method of dynamic cavernosography in the diagnosis of diseases of the cavernous pool penis]. Cand.Med.Sci. (dissertation), Kazan; 2009. 110 p. Available from: <http://www.disscat.com/content/metod-dinamicheskoy-kaverno-zografii-v-diagnostike-zabolevaniy-kaverno-znogo-basseyna-polovogo-chlena> (in Russian)
46. Vlasov V.V. Erektionnaya disfunktsiya. Venoznaya gemodinamika v mehanizme ereksii polovogo chlena [Erectile dysfunction. Venous hemodynamics in the mechanism of penile erection] Cand. Med. Sci. (dissertation), N. Novgorod; 2012, 123 p. (in Russian)
47. Brusenskiy V.A. Luchelevyye metody issledovaniya v diagnostike venogennoy erektilnoy disfunktsii. [Radiological methods in the diagnosis of venogenic erectile dysfunction]. Cand.Med.Sci. (dissertation), Moscow; 2008, 134 p. Available from: <http://medical-diss.com/medicina/luchelevyye-metody-issledovaniya-v-diagnostike-venogennoy-erektilnoy-disfunktsii> (in Russian)
48. Kurbatov D.G., Shhetinin V.V., Kitaev S.V. Rol' magnitno-rezonansnoy tomografii v diagnostike i lechenii vaskulogennoy ehrektilynoy disfunktsii [The role of magnetic resonance imaging in the diagnosis and treatment of vasculogenic erectile dysfunction]. *Meditsinskaya vizualizatsiya* 2005;(4):120-127. (in Russian)
49. Zhukov O.B., Zubarev A.R., Kul'chenko N.G. Ul'trazvukovyye parametry i morfologicheskie kriterii venookklyuzivnoy ehrektilynoy disfunktsii pri vrozastnom androgennom deficite [Ultrasonic parameters and morphological criteria venoocclusive erectile dysfunction age-related androgen deficiency]. *Andrologiya i genital'naya hirurgiya* 2009;(1):39-43. (in Russian)
50. Mihaylichenko V.V., Aleksandrov V.P., Pesenko V.N., Korenkov D.G., Abd Ali. Znachenie tripleksnoy ultrazvukovoy dopplerografii v diagnostike erektilnoy disfunktsii. [The value of the triplex Doppler ultrasound in diagnosis erectile dysfunction]. Materialy konferentsii «Sotsialnyye i klinicheskiye problemy seksologii i seksopatologii». - M.2003. P.1-2 (in Russian)
52. Efreimov E.A., Zhukov O.B., Shherbinin S.N., Melnik Ya.I., Krasnjak S.S., Simakov V.V., et al. Dinamicheskaya kompyuternaya kaverno-zografija v diagnostike venookklyuzivnoy ehrektilynoy disfunktsii. [Dynamic computer cavernosography in the diagnosis venoocclusive erectile dysfunction]. *Andrologiya i genital'naya hirurgiya* 2012;(14):62-69-11. (in Russian)
53. Zhuravlev V.N., Kogan O.S., Romanenko D.V., Kochmashev I.V., Sherstobitov V.E. Ploskopanel'naya kompyuternaya tomografiya (CONE-BEAM CT) v predoperatsionnoy diagnostike narusheniy veno-okklyuzivnogo mehanizma pri ehrektilynoy disfunktsii [Flat-panel computed tomography (CONE-BEAM CT) in the preoperative diagnosis of disorders veno-occlusive the mechanism of erectile dysfunction]. *Meditsinskiy vestnik Bashkortostana* 2013;(2):293-295. (in Russian)
54. Zhukov O.B. Diagnostika erektilnoy disfunktsii. Klinicheskoe rukovodstvo [Diagnosis of erectile dysfunction. Clinical guide]. Izd. Binom 2008, 77 p. (in Russian)
59. Lishmanova Ju.B., Chernova V.I. Radionuklidnaya diagnostika dlja prakticheskikh vrachej [Radionuclide diagnostics for practitioners doctor]. Tomsk :STT – 2004. – 394 p. (in Russian)



UroWeb

# Маяк в урологии

UroWeb.ru

урологический информационный портал