

Сведения об авторах:

Волкова Наталья Ивановна, доктор медицинских наук, профессор, проректор по научной работе, заведующая кафедрой внутренних болезней № 3; тел.: 89185553069; e-mail: n_i_volkova@mail.ru

Ганенко Лилия Александровна, ассистент, врач-эндокринолог; тел.: 89094219960; e-mail: ganenko.lilia@yandex.ru

Головин Сергей Николаевич, лаборант группы электронной микроскопии лаборатории биологической безопасности и лечения ООИ; тел.: 89185261591; e-mail: labbiobez@yandex.ru

© П. И. Чумаков, 2019

УДК 616.69-008.14

DOI – <http://dx.doi.org/10.14300/mnnc.2019.14099>

ISSN – 2073-8137

ДИАГНОСТИКА ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ. ВЗГЛЯД ЭКСПЕРТОВ

П. И. Чумаков

Ставропольский государственный медицинский университет, Россия

DIAGNOSIS OF ERECTILE DYSFUNCTION. THE OPINION OF EXPERTS

Chumakov P. I.

Stavropol State Medical University, Russia

Нарушение эректильной функции у мужчин является важной социальной и медицинской проблемой, так как в первую очередь затрагивает проблемы здоровья пациентов разных возрастов. Мужчины, предъявляющие жалобы на нарушение качества эрекции, требуют внимания и тщательного обследования. Представлен анализ основных методов диагностики эректильной дисфункции (кавернозография, УЗИ, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, скинтиграфия полового члена) в ключе их доступности, безопасности и информативности. Поиск объективных и малоинвазивных методов визуализации нарушений эректильной функции является актуальным направлением современной урологии.

Ключевые слова: эректильная дисфункция, диагностика, УЗИ, фаллосцинтиграфия

Erectile dysfunction in men is an important social and medical problem, as it primarily affects the health problems of patients of different ages. Men, who complain about the violation of the quality of erection, require attention and careful examination. The article presents an analysis of the main methods of diagnosis of erectile dysfunction (cavernosography, ultrasound, computed tomography, magnetic resonance imaging, penis scintigraphy) in the key to their accessibility, safety and informativeness. The search for objective and minimally invasive methods of imaging of the impairments of erectile function is the current direction of modern urology.

Keywords: erectile dysfunction, diagnostics, ultrasound, penile scintigraphy

Для цитирования: Чумаков П. И. ДИАГНОСТИКА ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ. ВЗГЛЯД ЭКСПЕРТОВ. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2019;14(2):396-400. DOI – <http://dx.doi.org/10.14300/mnnc.2019.14099>

For citation: Chumakov P. I. DIAGNOSIS OF ERECTILE DYSFUNCTION. THE OPINION OF EXPERTS. *Medical News of North Caucasus*. 2019;14(2):396-400. DOI – <http://dx.doi.org/10.14300/mnnc.2019.14099> (In Russ.)

КТ – компьютерная томография
МРТ – магнитно-резонансная томография

УЗИ – ультразвуковое исследование
ЭД – эректильная дисфункция

Эректильная дисфункция (ЭД) – заболевание, при котором отсутствует способность образования и поддержания удовлетворительной эрекции, необходимой для осуществления полового акта [1–4]. Данные зарубежных исследователей свидетельствуют, что в начале XXI века ЭД встречается более чем у половины мужчин среднего и пожилого возраста [5, 6]. Европейские урологи отмечают, что

у мужчин моложе 40 лет присутствуют нарушения эрекции от 1 до 10 % случаев [7–9].

Поэтому ЭД у пациентов разных возрастов является социально значимой проблемой [10], острота которой заключается в том, что ЭД затрагивает вопросы здоровья пациентов средней и старшей возрастной группы, у которых симптомы нарушения эрекции являются предвестниками системных заболеваний или протекают в сочетании с другими

коморбидными состояниями [11–17], что усложняет как психосоматическое состояние пациента (появление тревожности, неуверенности в себе, ожидание неудачи, замкнутость и т. д.), так и диагностику ЭД [1, 8, 18].

Так как ЭД является полиэтиологическим заболеванием, то дифференциальная диагностика ее различных форм (психогенной, нейрогенной, васкулогенной) часто затруднена даже после детального сбора анамнеза, физикального обследования и изучения эндокринного статуса [5, 19–22]. Поэтому для визуализации ЭД урологи используют инструментальные методы диагностики [14, 23–25].

На сегодняшний день в урологии имеются следующие методы диагностики ЭД [7, 23–28]:

- кавернозография;
- доплерография сосудов полового члена;
- компьютерная томография (КТ) полового члена;
- магнитно-резонансная томография (МРТ) полового члена;
- сцинтиграфия полового члена.

Кавернозография – ангиографическое исследование полового члена. Данный метод исследования требует обязательное интракавернозное введение рентгеноконтрастного вещества, после чего выполняются последовательные рентгеновские снимки [23]. Некоторые специалисты выполняют кавернозографию на фоне фармакологически индуцированной эрекции. При этом стимуляция эрекции выполняется путем инъекционного интракавернозного введения 10 мг простагландина Е [5]. Следовательно, пациент в момент одного исследования может получить две инъекции в одну анатомическую зону! Все авторы отмечают высокую эффективность (до 98 %) рентгеновского исследования полового члена с использованием контрастных веществ в диагностике структурных изменений сосудов, пещеристых тел, наличия в них диффузного или очагового склероза [23, 29].

Некоторые российские специалисты убеждены, что исследование эрекции по фазам с помощью контрастного рентгеновского снимка (динамическая кавернозография) считается более эффективной методикой для визуализации ЭД в сравнении с ультразвуковым исследованием (УЗИ) полового члена [30]. Кавернозография в динамике дает возможность диагностировать веноокклюзивную ЭД в 76,9 % случаев, патологический венозный кровоток между кавернозными телами и головкой полового члена – в 30,7 %, склероз пещеристых тел – в 38,4 % [30].

Однако кавернозография является высокоинвазивной, травматичной методикой исследования ЭД, потому что рентгеноконтрастные вещества обладают высокой осмолярностью, негативно влияют на эндотелий сосудов и вызывают развитие сладж-синдрома в микрососудистом русле с последующим развитием склероза кавернозных тел [27]. Также нельзя не учитывать высокую лучевую нагрузку на пациента [23].

УЗИ сосудов полового члена. Все авторы признают данный метод «золотым стандартом» для скрининга ЭД [20, 23, 24, 28, 31]. Допплерография пенильных сосудов обладает рядом достоинств: массовая доступность, низкая стоимость, отсутствие лучевой нагрузки, низкая инвазивность [6, 13, 32, 33].

Хотя заключение о «низкой инвазивности» доплерографии является спорным. Для получения необходимой визуализации сосудистого русла и определения функциональной площади кавернозных тел необходимо проводить это исследование на фоне фармакологической стимуляции эрекции [24]. Часто для индукции эрекции урологи используют интракавернозную инъекцию 10 мг простагландина Е, что может привести к болевым ощущениям в месте укола, приапизму, геморрагическим и инфекционным осложнениям [32].

При УЗИ полового члена наиболее достоверная информация получается в случае визуализации артерий [34]. Даже в серошкальном В-режиме возможно выявить изменения в сосуде, такие как утолщение стенки, отложения кальцинатов, неравномерные сужения и т. д. [31, 34].

Р. И. Измайлов полагает, что ультразвуковая доплерография артерий и вен полового члена должна занимать центральное место в визуализации ЭД [27]. УЗИ полового члена в комбинации серошкального режима с цветным доплеровским картированием в триплексном режиме позволяет определить объективные параметры пенильного кровотока в дорсальной, глубокой кавернозной и бульбоуретральной артериях в покое и после фармакологической стимуляции эрекции вазоактивными веществами [23, 27].

УЗИ артерий и вен полового члена позволяет определить параметры кровотока в ограниченной анатомической проекции сосуда. Р. С. Muturu с соавт. отмечают, что при сканировании в поперечной плоскости диаметр кавернозной артерии может колебаться от 0,2 до 1 мм [6]. Артериальные сосуды лучше визуализируются на середине расстояния между пенильно-скротальным сочленением и венечной бороздой, венозные лучше лоцировать на уровне пенильно-скротального сочленения. Такой подход к визуализации васкулогенной ЭД позволяет улучшить эффективность диагностики на 33,4 % [33].

К сожалению, метод доплерографии сосудов полового члена обладает субъективностью, кроме того, требует высокой квалификации врача [20]. Так, например, если измерять максимальную систолическую скорость кровотока в области проксимальной трети полового члена, то будут получены наибольшие значения (не менее 35–40 см/с на фоне стимуляции простагландинами). Определение параметров кровотока в дистальных отделах может давать заниженные результаты [35].

УЗИ полового члена позволяет визуализировать артериальную ЭД в 51 % случаев, веноокклюзивную – в 32 % [32]. Вместе с тем у 6,4 % обследуемых каких-либо нарушений выявить не удастся. То есть доплерография сосудов полового члена имеет хорошую чувствительность (78 %), но невысокую специфичность (60 %) при визуализации кровоснабжения полового члена у мужчин с васкулогенной ЭД [32].

В других исследованиях выявлена еще более низкая чувствительность (63 %) и диагностическая точность (86 %) при ультразвуковой диагностике васкулогенных нарушений [34]. Однако из-за низкой лучевой нагрузки, учитывая возможность динамического наблюдения и высокую специфичность (93 %), урологи все равно отдают предпочтение доплерографии пенильных сосудов в комплексе с фармакологической и визуальной стимуляцией эрекции для выявления ЭД артериального генеза [27, 31].

Одним из новых направлений развития ультразвуковой диагностики ЭД стала ультразвуковая эластография сдвиговой (поперечной) волны – методика, позволяющая получить дополнительную информацию об упругих свойствах тканей. Двумерная эластография позволяет количественно оценивать содержание коллагеновых волокон в половом члене, обеспечивающих эластичность эректильной ткани. Установлена обратная корреляция между содержанием коллагена в органе и степенью тяжести ЭД [36].

Компьютерная томография (КТ) полового члена. Метод основан на послойном исследовании строения органа с измерением и трехмерной компьютерной обработкой разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями (белочная оболочка, кавернозные тела, сосуды) [23].

В современной андрологии для диагностики ЭД используется плоскостная КТ с динамической кавернозографией [26], которая дает возможность выполнения ротационной ангиографии с последующей компьютерной 3D-реконструкцией [1, 29]. Это позволяет при малом объеме контраста получать трехмерное изображение сосудистой архитектоники полового члена. КТ позволяет выявить точное расположение венозных шунтов, оценить анатомию венозного русла не только пещеристых тел, но и малого таза, чего нельзя получить при УЗИ [26]. У 40 % пациентов с артериальной ЭД (установленной при доплерографии пенильных сосудов) расширение зоны диагностики КТ позволило выявить системные заболевания артериального русла: одно-, двустороннее сужение просвета внутренней подвздошной артерии, окклюзию внутренней половой артерии [29, 37].

К недостаткам КТ полового члена можно отнести: дороговизну исследования, лучевую нагрузку, которая требует высокую квалификацию медицинского персонала.

В настоящее время КТ полового члена активно используют в предоперационной диагностике для выявления характера и протяженности органических нарушений эрекции, так как метод обладает высокой разрешающей способностью, позволяющей оценить биомеханические аспекты повреждений [26, 37].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) – получение изображений тканей и сосудов с помощью использования явления ядерного магнитного резонанса. Способ основан на измерении электромагнитного отклика атомных ядер водорода в ответ на возбуждение их электромагнитными волнами в постоянном магнитном поле высокой напряженности [23, 38]. Большинство современных работ посвящено МРТ-диагностике головного мозга, которая позволяет выявить возможные органические повреждения и функциональные нарушения в областях головного мозга, отвечающих за реализацию эрекции [25, 38, 39].

Возможности МРТ кавернозных тел полового члена были впервые подробно описаны и оценены российскими учеными [40]. Было рекомендовано выполнять МРТ полового члена одновременно с контрастированием пещеристых тел, однако вместо рентгеноконтрастного вещества при выполнении функциональной кавернозографии использовать парамагнитное вещество (гадолиний). Эффект контрастирования тканей полового члена достигался за счет способности гадолиний-содержащих препаратов изменять термодинамическое равновесие в меж-

клеточном пространстве, что выражается повышением интенсивности сигнала и изменением времени T_1 -релаксации. Таким образом, удавалось получить ангиографический результат визуализации сосудов [9]. Зарубежные авторы к преимуществам МРТ полового члена относят высокий уровень идентификации сосудистых и тканевых структур органа, окружающих анатомических зон, возможность визуализации веноокклюзионного механизма [9].

К сожалению, МРТ полового члена имеет ряд изъянов: значительную стоимость исследования, необходимость правильного позиционирования пациента во время исследования; требуется интракавернозное введение и индукторов эрекции, и контрастного вещества. Поэтому многие исследователи считают, что МРТ полового члена в диагностическом алгоритме ЭД является уточняющей методикой [9, 39]. Большинство клиницистов в настоящее время рассматривают МРТ в качестве перспективного дополнительного к УЗИ метода диагностики эректильной дисфункции [23, 25, 34].

Таким образом, все перечисленные способы лучевой диагностики ЭД имеют один общий недостаток: введение фармпрепаратов в кавернозные тела. Такой диагностический подход к ЭД не лишен инвазивности, травматичности, риска инфекционных осложнений. Поэтому активно проводится поиск малоинвазивных методов диагностики эректильных нарушений.

Сцинтиграфия полового члена – метод функциональной визуализации тканей и сосудов, заключающийся во введении в организм контрастного вещества (радиоактивных изотопов), с последующей регистрацией гамма-фотонов, получением двумерного изображения и построением компьютерных сцинтиграмм [36].

В России радионуклидную диагностику эректильных нарушений полового члена впервые стали выполнять в 2004 году [41]. Авторы подробно описали характерные изменения пенильных сцинтиграмм при ЭД сосудистого генеза (артериального и венозного) [42]. В современной радионуклидной диагностике методика фаллосцинтиграфии существенно не изменилась. В качестве контрастирующего вещества в настоящее время используют технеций пертехнетата [12, 32].

Группой российских ученых под руководством академика А. Д. Каприна была усовершенствована методология пенильной сцинтиграфии в диагностике эректильных нарушений [10, 41, 43]. Исследователи стремились достичь минимальной инвазивности и максимальной информативности применения метода [32]. Фаллосцинтиграфия как метод диагностики эректильной дисфункции имеет двойное преимущество [12, 43]: а) фармакологические препараты для стимуляции эрекции используются *per os* (вещества группы ингибиторов 5-фосфодиастеразы, 100 мг); б) контрастное вещество вводится пациенту внутривенно. Такой методологический подход к визуализации эректильной дисфункции исключает психологический стресс у пациента, снижает риск возникновения интракавернозных осложнений, что увеличивает диагностическую ценность фаллосцинтиграфии. Радионуклидная диагностика ЭД позволяет выявить не только патологию магистральных сосудов полового члена: нарушения артериального притока (28 %), нарушения венозного оттока (23 %), но и (в 40 % случаев) нарушение микроциркуляции

в пещеристых телах полового члена [20, 32]. Фаллосцинтиграфия имеет невысокий уровень лучевой нагрузки. По данным дозиметрии уровень активности, поглощаемой репродуктивными органами при стандартной методике обследования ЭД (150–300 МБК препарата), колеблется от 0,2–0,3 рад, что значительно ниже дозы, получаемой больным при рутинной пиелографии – 0,4–0,8 рад [10]. Расчеты чувствительности и специфичности фаллосцинтиграфии демонстрируют, что данный вид исследования имеет высокую чувствительность (91 %) и специфичность (94 %) при визуализации различных форм васкулогенной ЭД [32].

Таким образом, в настоящее время отсутствующий единый («универсальный») метод верификации

нарушений пенильного кровотока. В диагностике васкулогенной ЭД следует стремиться к использованию доступных, высокоинформативных и безвредных визуализирующих методик.

Заключение. Диагностика эректильной дисфункции является междисциплинарной проблемой. В качестве и доступности визуализации ЭД заинтересованы не только урологи, но и специалисты других областей (неврологи, эндокринологи, психологи, специалисты по ультразвуковой и лучевой диагностике и др.). Интерес к растущей проблеме нарушения эрекции обусловлен ростом заболеваемости. Между тем следует всегда помнить, что одной из основных задач современной медицины является улучшение качества жизни пациента.

Литература/References

- Каприн А. Д., Костин А. А., Круглов Д. П., Попов С. В., Кульченко Н. Г., Мангутов Ф. Ш. Современные методы инструментальной диагностики васкулогенной эректильной дисфункции. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2016;3:102-111. [Kaprin A. D., Kostin A. A., Kruglov D. P., Popov S. V., Kulchenko N. G., Mangutov F. Sh. Modern methods of instrumental diagnostics of vasculogenic erectile dysfunction. *Experimental and Clinical Urology*. 2016;3:102-111. (In Russ.)].
- Shamloul R., Ghanem H. Erectile dysfunction. *Lancet*. 2013;381:153-165.
- Попов С. В. Эректильная дисфункция при заболеваниях головного мозга. *PMЖ*. 2014;4(22):272-276. [Popov S. V. Erektalnaya disfunkciya pri zabolevaniyah golovnogogo mozga. *RMZH*. – *RMZH*. 2014;4(22):272-276. (In Russ.)].
- Salonia A. Diagnostic Evaluation of a Man Presenting with Erectile Dysfunction. *Eur. Urol. Suppl.* 2013;12(2):7-12.
- Gurtner K., Saltzman A., Hebert K., Laborde E. Erectile Dysfunction: A Review of Historical Treatments With a Focus on the Development of the Inflatable Penile Prosthesis. *Am. J. Mens Health*. 2017;11(3):479-486.
- Muturu P. C., Ramanjaneyulu H. K., Susarla R., Yarlagaadda J., Devraj R., Palanisamy P. Pharmacologic Duplex Ultrasonography in the Evaluation of Erectile Dysfunction. *J. Clin. Diagn. Res.* 2017;11(1):7-10.
- Andersen I., Heitmann B. L., Wagner G. Obesity and sexual dysfunction in younger Danish men. *J. Sex. Med.* 2008;5:2053-2060.
- Rastrelli G., Maggi M. Erectile dysfunction in fit and healthy young men: psychological or pathological? *Transl. Androl. Urol.* 2017;6(1):79-90.
- Shenoy-Bhangle A., Perez-Johnston R., Singh A. Penile Imaging. *Radiol. Clin. North Am.* 2012;50(6):1167-1181.
- Каприн А. Д., Костин А. А., Фомин Д. К., Кульченко Н. Г., Круглов Д. П., Мангутов Ф. Ш. Фаллосцинтиграфия в диагностике васкулогенной эректильной дисфункции. *Исследования и практика в медицине*. 2015;2(4):35-40. [Kaprin A. D., Kostin A. A., Fomin D. K., Kulchenko N. G., Kruglov D. P., Mangutov F. Sh. Fallostintigraphy in the diagnosis of vasculogenic erectile dysfunction. *Issledovaniia i praktika v meditsine*. – *Research and Practice in Medicine*. 2015;2(4):35-40. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17709/2409-2231-2015-2-4-35-40>
- Almehmadi Y., Yassin D. J., Yassin A. A. Erectile dysfunction is a prognostic indicator of comorbidities in men with late onset hypogonadism. *The Aging Male*. 2015;18(3):186-194.
- Каприн А. Д., Костин А. А., Кульченко Н. Г., Фомин Д. К., Попов С. В. [и др.]. Диагностические возможности фаллосцинтиграфии при васкулогенной эректильной дисфункции. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2017;1:68-72. [Kaprin A. D., Kostin A. A., Kulchenko N. G., Fomin D. K., Popov S. V. [et al.]. Diagnostic capabilities of penile scintigraphy in patients with vasculogenic erectile dysfunction. *Experimental and Clinical Urology*. 2017;1:68-72. (In Russ.)].
- Kalka D., Karpinski L., Gebala J., Rusiecki L., Bielous-Wilk A. [et al.]. Sexual health of male cardiac patients – present status and expectations of patients with coronary heart disease. *Arch. Med. Sci.* 2017;3(2):302-310.
- Jackson G., Nehra A., Miner M. The assessment of vascular risk in men with erectile dysfunction: the role of the cardiologist and general physician. *Int. J. Clin. Pract.* 2013;67:1163-1172.
- Pastuszek A. W. Current diagnosis and management of erectile dysfunction. *Curr. Sex. Health Rep.* 2014;6(3):164-176.
- Weinicki M., Mamcarz A. Is erectile dysfunction an independent risk factor of coronary heart disease or another clinical manifestation of progressive atherosclerosis? *Kardiol. Pol.* 2012;70:953-957.
- Hackett G., Kirby M., Wylie K., Heald A., Ossei-Gerning N. [et al.]. British Society for Sexual Medicine Guidelines on the Management of Erectile Dysfunction in Men-2017. *J. Sex. Med.* 2018;15(4):430-457.
- McMahon C. G. Current diagnosis and management of erectile dysfunction. *Med. J. Austral.* 2019;210(10):469-476.
- Жуков О. Б., Зубарев А. Р., Кульченко Н. Г. Влияние андрогензаместительной терапии на гемодинамические параметры внутриорганного кровотока органовмишей тестостерона. *Андрология и генитальная хирургия*. 2008;9(1):31-35. [Zhukov O. B., Zubarev A. R., Kulchenko N. G. Androgen replacement therapy and its influence on the hemodynamic parameters of the intraorgan blood flow in the testosterone target organs. *Andrologiya i genital'naya hirurgiya*. 2008;9(1):31-35. (In Russ.)].
- Каприн А. Д., Костин А. А., Кульченко Н. Г., Еремина И. З., Круглов Д. П., Мангутов Ф. Ш. Микроциркуляторные изменения в половом члене при васкулогенной эректильной дисфункции. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: медицина*. 2015;4:62-68. [Kaprin A. D., Kostin A. A., Kulchenko N. G., Eremina I. Z., Kruglov D. P., Mangutov F. Sh. Microcirculatory changes in penis with vasculogenic erectile dysfunction. *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: medicina*. – *RUDN Journal of Medicine*. 2015;4:62-68. (In Russ.)].
- Corona G., Isidori A. M., Aversa A., Burnett A. L., Maggi M. Endocrinologic Control of Men's Sexual Desire and Arousal/Erection. *J. Sex. Med.* 2016;13:317-337.
- Maiorino M. I., Bellastella G., Esposito K. Diabetes and sexual dysfunction: current perspectives. *Diabetes Metab. Syndr. Obes.* 2014;7:95-105.
- Громов А. И., Буйлов В. М. Лучевая диагностика и терапия в урологии: национальное руководство. М.: ГОЭТАР-Медиа, 2011. [Gromov A. I., Bujlov V. M. Radiation diagnostics and therapy in urology: national manual. М.: «GOENTAR-Media», 2011. (In Russ.)].
- Зубарев А. Р., Жуков О. Б., Кульченко Н. Г. Вено-венозный рефлюкс между глубокими венозными коллекторами яичка и полового члена. *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2006;5:45-48. [Zubarev A. R., Zhukov O. B., Kulchenko N. G. Veno-venous reflux between the deep venous collectors of the testis and penis. *Vestnik Rossijskogo go-*

- sudarstvennogo medicinskogo universiteta. – Bulletin of RSMU. 2006;5:45-48. (In Russ.)].*
25. Winder K., Seifert F., Kohrmann M., Crodol C., Kloska S., Dorfler A. Lesion mapping of stroke-related erectile dysfunction. *Brain. 2017;140(6):1706-1717.*
 26. Журавлев В. Н., Коган О. С., Романенко Д. В., Кочмашев И. В., Шерстобитов В. Е. Плоскопанельная компьютерная томография (Cone-Beam) предоперационной диагностике нарушений венокклюзивного механизма при эректильной дисфункции. *Медицинский вестник Башкортостана. 2013;8(2):293-295. [Zhuravlev V. N., Kogan O. S., Romanenko D. V., Kochmashhev I. V., Sherstobitov V. E. Flat-panel volume computed tomography (Cone-Beam) in preoperative diagnostics of veno-occlusive mechanism disorders in patients with erectile dysfunction. *Medicinskij vestnik Bashkortostana. – Medical Bulletin of Bashkortostan. 2013;8(2):293-295. (In Russ.)].**
 27. Измайлов Р. И. Фармакодупплерография пенильного кровотока в диагностике органической эректильной дисфункции. *Медицинский вестник Башкортостана. 2011;6(2):86-88. [Izmailov R. I. Pharmacodopplerography of penile blood vessels in organic erectile dysfunction diagnosis. *Medicinskij vestnik Bashkortostana. – Medical Bulletin of Bashkortostan. 2011;6(2):86-88. (In Russ.)].**
 28. Sikka S. C., Hellstrom W. J. G., Brock G., Morales A. M. Antonio Standardization of vascular assessment of erectile dysfunction: standard operating procedures for duplex ultrasound. *J. Sex. Med. 2013;10:120-129.*
 29. Pereira J. A., Bilhim T., Rio Tinto H., Fernandes L., Martins Pisco J., Goyri-O'Neil J. Radiologic Anatomy of Arteriogenic Erectile Dysfunction: A Systematized Approach. *ACTA Medica Portuguesa. 2013;26(3):219-225.*
 30. 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. [Mihajlov M. K., Lobkarev O. A., Prokop'ev Ya. V. Rasprostranennost' i struktura erektil'noj disfunkcii i rol' dinamicheskoy kavernozoigrafii v ee diagnostike. *Obshchestvennoe zdorov'e i zdavoohranenie. – Public health and healthcare. 2008;1:94-98. (In Russ.)].**
 31. Acharya D., Vasu C. K. Penile Doppler evaluation of erectile dysfunction. *J. Evol. Med. Dent. Sci. 2014;3:7102-7107.*
 32. Каприн А. Д., Костин А. А., Кульченко Н. Г., Круглов Д. П., Мангутов Ф. Ш., Мацей А. А. Диагностика васкулогенной эректильной дисфункции. Что нового? *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. 2016;4(24):73-78. [Kaprin A. D., Kostin A. A., Kulchenko N. G., Kruglov D. P., Mangutov F. Sh., Matsey A. I. Diagnosis of vasculogenic erectile dysfunction. What's new? *Vestnik medicinskogo instituta «REAVIZ»: rehabilitaciya, vrach i zdorov'e. – Bulletin Medical Institute «REAVIZ»: Rehabilitation, Doctor and Health. 2016;4(24):73-78. (In Russ.)].**
 33. Pezzoni F., Scropo F. I. Penile vascular diagnostic categorization using penile duplex Doppler ultrasound: Differences in vascular hemodynamics parameters by differences in anatomic sampling location. *Arch. Ital. Urol. Androl. 2016;88(3):183-185.*
 34. Мустафина В. И., Гурьев Э. Н. Возможности ультразвуковой диагностики артериальной эректильной дисфункции у мужчин. *Медицинский вестник Башкортостана. 2012;5:45-49. [Mustafina V. I., Gur'ev E. N. Vozmozhnosti ul'trazvukovoj diagnostiki arterial'noj erektil'noj disfunkcii u muzhchin. *Medicinskij vestnik Bashkortostana. – Medical Bulletin of Bashkortostan. 2012;5:45-49. (In Russ.)].**
 35. Pagano M. J., Stahl P. J. Variation penile hemodynamics by anatomic location of cavernosal artery imaging in penile duplex Doppler ultrasound. *J. Sex. Med. 2015;12:1911-1919.*
 36. Qiao X. H., Zhang J. J., Gao F., Li F., Bai M. [et al.]. An experimental study: quantitatively evaluating the change of the content of collagen fibres in penis with two-dimensional ShearWave (TM) Elastography. *Andrologia. 2017;49(5):e12653.*
 37. von Allmen R. S., Nguyen D. P., Birkhauser F. D., Bednar R., Kammer R. Lesion Pattern in Patients With Erectile Dysfunction of Suspected Arterial Origin: An Angiographic Study. *J. Endovasc. Ther. 2016;23(1):76-82.*
 38. Cera N., Di Pierro E. D., Sepede G., Gambi F., Perrucci M. G., Merla A. The role of left superior parietal lobe in male sexual behavior: Dynamics of distinct components revealed by fMRI. *J. Sex. Med. 2012;9(6):1602-1612.*
 39. Wang Y., Dong M. H., Guan M., Wu J., He Z., Zou Z. Aberrant Insula-Centered Functional Connectivity in Psychogenic Erectile Dysfunction Patients: A Resting-State fMRI Study. *Front. Hum. Neurosci. 2017;11:221. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00221>*
 40. Курбатов Д. Г., Щетинин В. В., Китаев С. В., Брусенский В. А. Роль магнитно-резонансной томографии с гадовистом 1,0 в диагностике и лечении васкулогенной эректильной дисфункции. *Медицинская визуализация. 2005;4:120-127. [Kourbatov D. G., Schetinin V. V., Kitaev S. V. Brusensky V. A. MRI with Gadovist 1,0 in Diagnosis and Treatment of Vasculogenic Erectile Dysfunction. *Medicinskaya vizualizaciya. – Medical imaging. 2005;4:120-127. (In Russ.)].**
 41. Каприн А. Д., Костин А. А., Кульченко Н. Г., Страчук А. Г., Круглов Д. Ю., Мангутов Ф. Ш. Радионуклидные методы исследования в диагностике васкулогенной эректильной дисфункции. *Трудный пациент. 2015;13(4):30-32. [Kaprin A. D., Kostin A. A., Kulchenko N. G., Strachuk A. G., Kruglov D. P., Mangutov F. Sh. Radioisotope Methods for Diagnostics of Vasculogenic Erectile Dysfunction. *Trudnyj pacient. – Difficult patient. 2015;13(4):30-32. (In Russ.)].**
 42. Лишманова Ю. Б., Чернова В. И. Радионуклидная диагностика для практических врачей. Томск: СТТ, 2004. [Lishmanova Yu. B., Chernova V. I. Radionuklidnaya diagnostika dlya prakticheskikh vrachej. Tomsk: «STT», 2004. (In Russ.)].
 43. Каприн А. Д., Костин А. А., Кульченко Н. Г., Самсонов Ю. В., Мангутов Ф. Ш. [и др.]. Современная диагностика васкулогенной эректильной дисфункции. *Медицинский вестник Северного Кавказа. 2018;13(1-1):49-52. [Kaprin A. D., Kostin A. A., Kulchenko N. G., Samsonov J. V., Mangutov F. Sh. [et al.]. The modern diagnostics of vasculogenic erectile dysfunction. *Medicinskij vestnik Severnogo Kavkaza. – Medical News of North Caucasus. 2018;13(1-1):49-52. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2018.13014>**

Сведения об авторе

Чумаков Петр Ильич, доктор медицинских наук, профессор, и.о. заведующего кафедрой факультетской хирургии; тел.: 89054983128; e-mail: p-chumakov@mail.ru