

© Коллектив авторов, 2020

УДК 616.69-008.1-07-08

DOI 10.21886/2308-6424-2020-8-2-78-92

ISSN 2308-6424



Новые технологии и подходы в диагностике и лечении эректильной дисфункции

Сергей В. Попов^{1,2}, Игорь Н. Орлов^{1,3}, Евгений А. Гринь¹, Сергей М. Малевич¹,
Александр М. Гулько¹, Тимур М. Топузов¹, Павел С. Кызласов⁴, Эдуард А. Повелица⁵

¹СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки»

194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Чугунная, д. 46

²ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

³ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет

им. И.И. Мечникова» Минздрава России

191015, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41

⁴ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский
биофизический центр имени А.И. Бурназяна»

123098, Россия, г. Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23

⁵ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека»

246040, Республика Беларусь, г. Гомель, ул. Ильича, д. 290

Представлен анализ данных литературы (базы данных PubMed и РИНЦ), посвященный новым подходам и технологиям в диагностике и лечении различных форм эректильной дисфункции (ЭД). ЭД на современном этапе представляет из себя весьма значимую клинико-социальную проблему, оказывающую значительное отрицательное влияние на качество жизни мужчин. Важность и актуальность проблемы ЭД диктует необходимость поиска и разработок новых, более эффективных технологий верификации и лечения ЭД. Данное обзорное исследование констатирует тот факт, что основной диагностической задачей при ЭД является установление её истинной этиологической составляющей. Рациональным подходом является использование методов исследований с доказанной эффективностью, поскольку именно данное обстоятельство позволит обеспечить эффективное лечение ЭД. В настоящее время имеется необходимость в создании персонализированного диагностического алгоритма, направленного на оценку состояния кардиоваскулярной системы, эндотелия, андрогенного статуса, ангиоархитектоники и др. Это повысит эффективность и безопасность лечения мужчин, страдающих различными формами ЭД. Рентгенэндоваскулярные, клеточные и новые технологии в области фаллопротезирования являются весьма перспективными с обнадёживающими первичными результатами.

Ключевые слова: эректильная дисфункция; диагностика; консервативное лечение; хирургическое лечение; новые технологии; обзор

Раскрытие информации: Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию: 27.03.2020. **Принята к публикации:** 12.05.2020. **Опубликована:** 26.06.2020.

Автор для связи: Евгений Александрович Гринь; тел.: +7 (991) 013-03-50; e-mail: sv.lukaendouro@gmail.com

Для цитирования: Попов С.В., Орлов И.Н., Гринь Е.А., Малевич С.М., Гулько А.М., Топузов Т.М., Кызласов П.С., Повелица Э.А. Новые технологии и подходы в диагностике и лечении эректильной дисфункции. *Вестник урологии*. 2020;8(2):78-92. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2020-8-2-78-92>

Erectile dysfunction: new technologies and approaches in diagnostics and treatment

Sergey V. Popov^{1,2}, Igor N. Orlov^{1,3}, Yevgeny A. Grin¹, Sergey M. Malevich¹,
Alexander M. Gul'ko¹, Timur M. Topuzov¹, Pavel S. Kyzlasov⁴, Eduard A. Povelitsa⁵

¹St. Luke Clinical Hospital

194044, Russian Federation, St. Petersburg, 46 Chugunnaya str.

²Kirov Military Medical Academy

194044, Russian Federation, St. Petersburg, 6 Academician Lebedev str.

³Mechnikov North-Western State Medical University

191015, Russian Federation, St. Petersburg, 41 Kirochnaya str.

⁴Russian Federation State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center

123098, Russian Federation, Moscow, 23 Marshal Novikov str.

⁵Republican Scientific and Practical Center of Radiation Medicine and Human Ecology

246040, Republic of Belarus, Gomel, 290 Ilyich str.

The analysis of literature data (PubMed and RSCI databases) is presented, which is devoted to new approaches and technologies in the diagnosis and treatment of various forms of erectile dysfunction (ED). ED is a very significant clinical and social problem at the present stage, which has a significant negative impact on the quality of life of men. The importance and relevance of the ED problem dictate the need to search for and develop new, more effective technologies for ED verification and treatment. This review study confirms the fact that the main diagnostic task in ED is to establish its true etiologic component. A rational approach is to use research methods with proven effectiveness since this circumstance will ensure effective treatment of ED. Currently, there is a need to create a personalized diagnostic algorithm aimed at assessing the state of the cardiovascular system, endothelium, androgen status, angioarchitectonics, etc. This will increase the effectiveness and safety of treatment for men suffering from various forms of ED. X-ray endovascular, cellular and new technologies in the field of falloprosthesis are very promising with encouraging primary results.

Key words: erectile dysfunction; diagnostics; conservative treatment; surgical treatment; new technologies; review

Disclosure: The study did not have sponsorship. The authors have declared conflicts of interest.

Received: 27.03.2020. **Accepted:** 12.05.2020. **Published:** 26.06.2020.

For correspondence: Evgeniy A. Grin'; tel.:+7 (991) 013-03-50; e-mail: sv.lukaendouro@gmail.com

For citation: Popov S.V., Orlov I.N., Grin' E.A., Malevich S.M., Gul'ko A.M., Topuzov T.M., Kyzlasov P.S., Povelitsa E.A. Erectile dysfunction: new technologies and approaches in diagnostics and treatment. *Urology Herald*. 2020;8(2):78-92. (In Russ.). <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2020-8-2-78-92>

Введение

Эректильная дисфункция (ЭД) представляет из себя весьма значимую клинико-социальную проблему, оказывающую значительное отрицательное влияние на качество жизни мужчин [1]. Распространённость ЭД среди мужской популяции в возрастном цензе от 18 до 78 лет по мере прогрессирования процессов старения организма прогрессивно возрастает: от 13,8 % (третья декада жизни) до практически 100 % у мужчин, чей возраст превышает 70 лет [2]. По данным, предоставленным Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), каждый десятый мужчина имеет нарушение эректильной функции. В отношении эпидемиологической составляющей ЭД в России обнаружено следующее: из 1225 исследуемых в возрастном интервале от 20 до 75 лет признаки ЭД были выявлены у 1101 исследуемых. У 10,1 % не было выявлено признаков ЭД, лёгкие нарушения эректильной функции были обнаружены у 71,3 %, средней степени — у 6,6 % и выраженные нарушения — у 12 %. Из 1225 исследуемых 115 окончили сексу-

альную активность, при этом в 69,6 % этиологическим фактором явилась ЭД [3].

Согласно современным представлениям феномен эрекции, это сложный психонейроваскулярный процесс, возникающий в результате взаимодействия трёх систем (нервная, эндокринная и сердечно-сосудистая) [4, 5]. При нарушении координации вышеозначенных систем у мужчины развивается ЭД [6].

ЭД — многофакторный синдром. На эрекцию влияют следующие фундаментальные факторы: системная патология, диетические нарушения и применение медикаментов [4]. По мере увеличения возраста увеличивается частота сопутствующих нозологических форм (сердечно-сосудистая патология и метаболические нарушения (сахарный диабет (СД)), отрицательно влияющей на эрекционную составляющую копулятивного цикла [7, 8]. В связи с вышеуказанным возрастает актуальность комплексного персонализированного подхода к диагностике ЭД для верификации истинной причины ЭД и определения дальнейшей лечебной тактики.

В большинстве случаев (80 %) ЭД возникает из-за различных органических этиологических

факторов, и только лишь в 20 % случаев она обусловлена воздействием факторов психогенного генеза, однако довольно часто имеет место их комбинация [9].

Важность и актуальность проблемы ЭД в жизни современного мужчины диктует необходимость поиска и разработок новых, более эффективных методик верификации и лечения ЭД. Ниже представлены данные нашего обзорно-аналитического исследования в отношении новых тенденций и технологий в диагностике и лечении различных форм ЭД.

Новые технологии в диагностике эректильной дисфункции

На современном этапе развития медицины исследование пациентов с ЭД представляет собой широкий спектр лабораторно-инструментальных тестов. Так кроме жалоб, анамнеза, изменений сексуальной функции, анкетирования (международный индекс эректильной функции (МИЭФ-5), опросник возрастных симптомов андрогенного дефицита (AMS), шкала мужской копулятивной функции (МКФ), госпитальная шкала тревоги и депрессии), лабораторных исследований (глюкоза крови, фракции тестостерона, липидный спектр и др.) используют специальные методики. Это оценка ночной пенильной тумесценции и ригидности (в том числе с помощью технологии «Андроскан»), пенильное УЗИ с фармакодупплерографией, оценка статуса системной эндотелиальной функции, электрофизиологическое пенильное исследование, кавернозография (обычная и с применением технологий мультиспиральной компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии).

Ниже будут рассмотрены новые направления и технологии в диагностике ЭД.

Исследование статуса системной эндотелиальной функции

Главным в развитии артериогенной ЭД считается нарушение функции эндотелия кавернозных артерий. Термин эндотелиальная дисфункция подразумевает нарушение функции эндотелия — клеточного слоя, локализирующегося на базальной мембране сосудов. Эндотелий — это гистогематический барьер, контролирующий транспорт различных соединений. Эндотелию отводится ведущая роль в определении анатомо-функционального состояния сосудистого русла [10, 11]. Важным является тот факт, что дисфункция эндотелия функционально обратима. Таким образом ЭД вследствие эндотелиальной дисфункции — это

системный патологический процесс, возникающий вследствие нарушения обмена оксида азота и процессов окислительно-восстановительного фосфорилирования [12]. На современном этапе используются несколько методов исследования системной эндотелиальной функции. Это так называемая неинвазивная методика определения статуса эндотелий-зависимой поток-опосредованной вазодилатации в виде ультрасонографического измерения диаметра *a. brachialis*. Однако метод имеет недостатки: оценка состояния эндотелия только лишь в одном сосуде, отсутствие учёта системных колебаний диаметра других сосудов. К тому же данный метод имеет прямую зависимость от навыков врача. Кроме того ультрасонографическое сканирование *a. brachialis* имеет очень малый диапазон изменений [13].

Новой технологией оценки эндотелиальной функции является исследование тонуса периферических артерий. Данная технология используется для определения изменений тонуса в периферических артериях посредством регистрации изменения пульсирующего объёма артериального сосуда на дистальной фаланге пальца верхней конечности [14]. В мировых экспертных центрах данная методика сравнивалась с инвазивной оценкой эндотелиального статуса *a. coronalis* и продемонстрировала 82%-ную чувствительность и 77%-ную специфичность [15]. По данным A. Nohria et al., интраартериальное введение специфического ингибитора эндотелиальной NO-синтазы блокирует 46 % вазодилатирующей реакции, измеряемой при помощи оценки статуса тонуса периферических артерий. Полученные данные подтверждают тот факт, что данный тест определяет именно NO-опосредованную эндотелиальную реакцию [16].

Общеизвестно, что ЭД и кардиоваскулярная патология, в частности ИБС, имеют общие факторы риска [17]. В 2003 г. в одном из исследований инициировали оценку статуса эндотелиальной функции. Все три когорты исследовали на наличие эндотелиальной дисфункции. Была продемонстрирована выраженная зависимость между показателем индекса реактивной гиперемии и факторами кардиоваскулярной патологии и, как следствие, ЭД большой окружностью талии, нарушениями липидного спектра, СД, табакокурением, приёмом гипохолестеринемических средств [18]. Также в иных исследованиях сообщается об обратной зависимости индекса реактивной гиперемии от возрастного фактора, индекса массы тела, окружности талии, системного артериального давления, соотношения липидных фракций и содержания глюкозы в крови натощак. Также была обнаружена прямая положительная зави-

симось индекса реактивной гиперемии от уровня липидов периферической крови [19].

Электронейрофизиологические исследования

J. Ponseti et al. установили, что в подавляющем большинстве случаев электроэнцефалографическая активность центральной нервной системы (головной мозг) коррелировала с показаниями, полученными при кавернозной электромиографии, что позволило сделать вывод о том, что электрическая активность пениса находится под непосредственным контролем головного мозга, причём вегетативный сигнал достигает кавернозных тел в течение очень короткого временного интервала после инициации сексуальной стимуляции. Данную методику можно использовать при диагностике психогенной ЭД с целью объективизации данных [20]. Иные исследователи изучали электрические потенциалы кавернозных тел у пациентов с артериогенной ЭД, основываясь на результатах пенильной фармакодоплерографии. Ультрасонографическая верификация нарушений эрекции, ассоциированная с уменьшением активности электрических сигналов, по данным кавернозной электромиографии, продемонстрировала 66,7%-ную чувствительность и 92,9%-ную специфичность данной комбинированной технологии в диагностике артериогенной ЭД. Благодаря высокой специфичности электромиографической реакции на инъекцию простагландина E₁ данный метод быть использован как скрининговый при диагностике ЭД, обусловленной недостаточностью артериального компонента [21]. По предположению отдельных авторов, дальнейшее усовершенствование техники кавернозной электромиографии позволит использовать её в дифференциальной диагностике нейрогенной и иммиогенной ЭД [22].

В настоящее время кавернозная электромиография не входит в число основных методов при диагностике ЭД и используется лишь в отдельных случаях: при посттравматическом генезе ЭД (тупая перинеальная травма), послеоперационном развитии (радикальная простатэктомия), а также у пациентов с СД [23–25].

Технологии кавернозографии, артериографии и сонографии

В своём современном виде кавернозография была представлена в 1984 г. Virag et al., которые выполняли рентгенологическое исследование кавернозных тел на фоне фармакологически индуцированной эрекции папаверина гидрохлори-

дом [26, 27]. Варикозное изменение, отчётливая визуализация основных венозных коллекторов пениса до и после введения вазоактивного препарата указывают на тот или иной патологический венозный дренаж (ПВД). Вопрос о значимости контрастирования glans penis до сих пор остаётся спорным [28]. Однако существующая конвенциональная кавернозография имеет определённый спектр недостатков, ограничивающих её применение в качестве основной в топической диагностике различных форм васкулогенной ЭД. Так, например, вышеуказанная диагностическая технология не располагает возможностями цифровой конверсии и 3D-реконструкции, вследствие чего имеет место довольно низкая чувствительность и специфичность. Вышеуказанное побудило многих исследователей к поиску более совершенных и высокочувствительных диагностических технологий. В 2008 г. Курбатов и соавт. опубликовали работу о применении магнитно-резонансной томографии в сочетании с динамической инфузионной фармакокавернозометрией для диагностики ЭД. По мнению данных авторов, при высокой эффективности метода трудности в его освоении и техническая сложность ограничивают его применение в повседневной практике. Следует отметить также работы Y. Kawanishi et al. в 2011 г. и иранских исследователей, предложивших технологию трехмерной компьютерной кавернозографии для диагностики и определения вида веногенной ЭД. По их мнению, кавернозография должна проводиться перед операцией по поводу ЭД. Было также продемонстрировано, что мультиспиральная динамическая фармакокавернозография с применением технологии 3D-моделирования позволяет в деталях отобразить пути ПВД из кавернозных тел и запланировать предстоящее оперативное вмешательство у пациентов с веногенной ЭД [29–31]. Вышеуказанное свидетельствует о том, что исследования эффективности различных диагностических методик, применяемых при веногенной ЭД имеют тенденцию к дальнейшему усовершенствованию визуализации ПВД с параллельным увеличением чувствительности и специфичности [32, 33].

Также в заключении данного раздела следует отметить методики минимально-инвазивной многослойной компьютерной ангиографии и динамической компьютерной контрастной ангиографии внутренней половой артерии для диагностики артериогенной ЭД и инновационную методику ультразвукового исследования трансперинеальным доступом вышеописанного артериального ствола [34–36].

Новые технологии в лечении различных форм эректильной дисфункции

Поскольку эректильная функция имеет сложную взаимосвязь между психологическими и физиологическими факторами, то, согласно рекомендациям американской урологической ассоциации (AUA), пациентам рекомендуется консультация специалиста сексолога или психотерапевта в качестве дополнительной терапии ЭД [37]. Было продемонстрировано, что данный междисциплинарный подход улучшает соблюдение планов лечения и улучшает эректильную функцию при использовании в качестве первичной терапии и может потенцировать эффекты дополнительных вариантов лечения [38]. Было также показано, что готовность партнёра к разным вариантам лечения повышает вероятность восстановления сексуальной функции [39]. Данные методы лечения подразделяются на неинвазивные и инвазивные. Хотя неинвазивные варианты терапии ЭД могут быть предпочтительными для многих пациентов, все варианты лечения должны быть тщательно и всесторонне обсуждены в беседе с больным. Согласно рекомендациям AUA, любой вариант лечения ЭД может использоваться в качестве терапии первой линии [37]. Варианты лечения ЭД в настоящее время включают изменения образа жизни, терапию локальным отрицательным давлением, пероральные препараты, интракавернозные инъекции вазоактивных препаратов, фаллопротезирование, а также более новые подходы, такие как имплантация наружного пенильного протеза, методики микрохирургической реваскуляризации и рентгенэндоваскулярные технологии. Кроме того, активно разрабатываются и внедряются дополнительные новые технологические и патогенетические подходы к лечению ЭД, такие как ударно-волновая терапия полового члена, инъекции стволовых клеток или богатой тромбоцитами плазмы (PRP). Эти методы лечения продемонстрировали многообещающие первоначальные результаты и могут стать частью алгоритма лечения ЭД в будущем. Ниже будет предоставлен обзор по новым технологиям и подходам в лечении ЭД, конечной целью которых является улучшение эректильной функции пациентов с одновременным повышением качества жизни.

Изменения образа жизни

Гиподинамия, ожирение, нездоровое питание, курение — важнейшие факторы, способствующие развитию ЭД. К иным факторам отно-

сят соматическую патологию такую как сахарный диабет, сердечно-сосудистые заболевания, артериальную гипертензию, гиперлипидемию, метаболический синдром и гипогонадизм, а также психические и психологические расстройства. Таким образом, изменение образа жизни может предотвратить прогрессирование или улучшить регрессию при ранних проявлениях ЭД [40]. Помимо устранения факторов риска, некоторые иные изменения в образе жизни могут также играть роль в управлении эректильной функцией. Например, некоторые пары могут эротизировать определенные процедуры, чтобы сделать их более успешными [39].

Пероральные препараты

Пероральные препараты, принимаемые до коитуса (по требованию) или же в перманентном режиме, являются первой линией терапии ЭД, устойчивой к изменениям образа жизни. Эта группа препаратов ингибирует фосфодиэстеразу 5-го типа (ФДЭ-5), что приводит к повышению концентрации циклического гуанозинмонофосфата (цГМФ) и способствует наступлению эрекции. Из новых подходов в пероральной терапии следует отметить данные, свидетельствующие о том, что комбинация перманентного приёма тадалафила и силденафила по требованию может привести к улучшению эректильной функции, особенно у мужчин с тяжёлой ЭД [41]. В последнее время возникли разногласия относительно того, могут ли данные препараты инициировать меланому или онкопатологию предстательной железы, но в настоящее время нет доказательств, подтверждающих это, и ингибиторы ФДЭ-5 остаются очень распространёнными и рекомендуются в качестве лечения первой линии при ЭД [42]. Из последних в данной фармакологической группе был зарегистрирован аванафил [43].

Интрауретральные суппозитории

Алпростадил также доступен в виде интрауретральных суппозиториях. Этот способ введения может быть предпочтительным для некоторых пациентов, которые не желают или имеют противопоказания осуществлять приём пероральных препаратов и применять интракавернозные инъекции (ICI). Хотя интрауретральный альпростадил и улучшает эрекцию по сравнению с плацебо, он все же менее эффективен, чем ICI. Первую пробную дозу интрауретрального алпростадил, рекомендуется вводить в условиях клиники, аналогично ICI [44]. Наиболее распро-

странённым побочным эффектом является боль в пенисе или уретре [45]. Данное лекарственное средство следует использовать с осторожностью у пациентов с повышенным риском развития приапизма или у пациентов с заболеваниями уретры. Во время коитуса с беременной партнёршей следует использовать презерватив, чтобы свести к минимуму потенциальный риск воздействия простагландина на её организм [43].

Вакуумные эректильные устройства

Эректильное устройство вакуумное (VED) — это устройство, в которое помещается половой член, после чего при помощи помпы создаётся вакуум, который инициирует эрекцию. Затем вокруг основания пениса помещают специальное эрекционное кольцо для поддержания эрекции во время коитуса после чего его удаляют, что позволяет достичь детумесценции. Устройство может быть сложным в использовании у пациентов с нарушениями мануальных навыков или значительно выраженной подкожно-жировой клетчаткой в супрапубикальной области или наличии скрытого полового члена [43]. По новым данным терапия ЭД при помощи технологии VED может быть использована у больных, перенёсших радикальную простатэктомию, так как при этом отмечается минимизация риска кавернозного фиброза с улучшением эректильной функции [46].

Фаллопротезирование

Фаллопротезирование в последнее время занимает важное место среди хирургических методов коррекции ЭД [47, 48]. Данная технология применяется для хирургического лечения ЭД с 1970-х гг. [49]. С течением времени устройство систем и технические аспекты хирургической имплантации претерпели множество изменений, направленных на оптимизацию функционирования протезного устройства, минимизацию неполадок и неисправностей, а также максимальное повышение удовлетворённости пациентов и их половых партнёров [43]. Фаллопротезирование показано пациентам при неэффективности менее инвазивного лечения ЭД, хотя его можно рассматривать и как терапию первой линии. Консультирование пациентов на предоперационном этапе имеет важное значение, так как позволяет нивелировать дисбаланс (в случае его возникновения) между послеоперационными результатами и ожиданиями пациентов [50].

Современные виды фаллопротезов представлены однокомпонентными моделями AMS

Spectra (США), Coloplast Genesis (США), Promedon Tube (Аргентина) и трехкомпонентными устройствами (AMS-700 CX, AMS-700 LGX и Coloplast Titan OTR (США)) [51].

Из новых подходов в данной области выделяется идея создания моторизованного привода помпы, интегрированной в трёхкомпонентное устройство, что может обеспечить эффективную и быструю гидравлическую динамику. Кроме того, инновационная помпа может быть активирована с помощью одного действия на интраскротальный переключатель или экстракорпорально посредством радиочастотного или инфракрасного передающего устройства в виде брелка. Данная технология также обладает тем преимуществом, что с её помощью можно максимально комфортно и точно контролировать процесс искусственной эрекции. В настоящее время ограничением для внедрения данного подхода в клиническую практику является необходимость в надёжном и адекватном источнике питания. Использование неперезаряжаемых батарей потребовало бы хирургического вмешательства для их замены через определенные промежутки времени, что явно не является привлекательной перспективой для пациента. В настоящее время ведутся разработки и поиски новых технологий электропитания для обеспечения надёжной и долговечной работы модифицированного трёхкомпонентного протезного устройства. Многие инновации в области фаллопротезирования в настоящее время направлены на изменение конструкции и размеров надувных цилиндров, помпы и резервуара. Окончательное будущее фаллопротезирования заключается в упрощении устройства. Меньшее количество и меньший размер компонентов также позволят минимизировать риск протезной инфекции и механических повреждений. Конструкция этих инновационных устройств будет основана на миниатюризации системы переноса жидкости, источника питания и электронного управления. Разрабатываются многочисленные технологии создания искусственной эрекции путём воздействия на однокомпонентные устройства. Вышеуказанные разработки основаны на применении новых синтетических биоматериалов, объем и форма которых зависят от уровня pH, температуры, давления. Разработаны пептидные гидрогели, которые обратимо подвергаются затвердеванию и разжижению в физиологическом температурном диапазоне. Так, нагревание гидрогеля вызывает переход его в твёрдое состояние, а дезактивация термоэлемента приводит к возврату гидрогеля в жидкое состояние. Также в этой области применяются материалы, создан-

ные на основе нанотехнологий, поскольку они демонстрируют свойства жёсткости с объёмным расширением и возвратом в жидкое состояние. Один из таких материалов включает в свой состав ДНК-олигонуклеотиды, которые полимеризуются с образованием организованных жёстких трёхмерных полиэдрических решёток [52]. В полимеризованном состоянии эти материалы могут расширяться в объёме. В конечном счёте будет разработано однокомпонентное устройство с зависимостью ригидности материала от воздействия теплового фактора, электричества или повышения давления.

Реваскуляризация полового члена

В настоящее время единственным физиологическим методом хирургии ЭД является пенильная реваскуляризация. На современном этапе наиболее известными являются операции предложенные Virag (II – V) и его модификации (Virag-Ковалев) [53, 54]. Современные способы реваскуляризации, основанные как на принципе артериоартериального, так и на принципе артерио-венозного анастомоза объединяет общий источник дополнительной перфузии – *a. epigastica inferior*, которая в силу своих анатомо-физиологических особенностей является наиболее подходящим сосудом. Согласно современным данным пенильная реваскуляризация является эффективной и патофизиологически обоснованной методикой оперативного лечения васкулогенной ЭД, а дополнительное применение малых доз ингибиторов ФДЭ-5 в раннем послеоперационном периоде улучшает как ранние, так и отдалённые результаты операции [55].

Рейнервация полового члена

Данная технология применяется у пациентов с нейрогенной ЭД, перенёвших радикальную простатэктомию. Суть операции заключается в имплантации нервных графтов (*n. suralis*) к стволам *n. femoralis* билатерально по типу «конец в бок», после чего дистальные концы вышеописанных графтов имплантируют в белочную оболочку кавернозных тел также билатерально. Авторы сообщают об очень хороших результатах данного оперативного пособия с эффективностью до 71 %, однако небольшой объём выборки ($n = 17$) не позволяют сделать окончательный вывод в отношении истинной эффективности данного метода лечения ЭД. Необходимо проведение многоцентровых, рандомизированных исследований в отношении данной технологии [56].

Рентгенэндоваскулярные технологии

В Российской Федерации первая антеградная рентгенэндоваскулярная эмболизация вен простатического сплетения с последующим лигированием глубокой дорзальной вены пениса была выполнена Д.Г. Курбатовым и соавт. и внедрена в практику в 2009 г. Авторами были предоставлены достоверные сведения об улучшении качества эректильной составляющей копулятивного цикла за первые 3 месяца после рентгенэндоваскулярной окклюзии вен простатического сплетения (РЭВОПС) [57]. В 2018 г. А.А. Капто, А.Г. Колединский и А.И. Ширяев впервые выполнили ретроградную рентгенэндоваскулярную эмболизацию вен простатического сплетения спиралями Gianturko из трансбазиллярного доступа с положительным клиническим эффектом [58]. Появление новых данных о патофизиологии веногенной ЭД продиктовало целесообразность проведения гибридных и комбинированных оперативных вмешательств, ориентированных на устранение как этиологического фактора, так и следствия этого заболевания. В 2018 г. А.А. Капто и соавт. была выполнена первая гибридная операция вследствие May–Thurner syndrome и ПВД из кавернозных тел полового члена проксимального типа: РЭВОПС спиралями Gianturko и рентгенэндоваскулярная ангиопластика и стентирование левой общей подвздошной вены. В послеоперационном периоде было отмечено улучшение эректильной составляющей копулятивного цикла. МИЭФ-5 увеличился с 9 до 22. Наличие значительно выраженного ПВД из кавернозных тел не приводило к нормализации эректильной функции после ликвидации артериовенозных конфликтов (Nutcracker syndrome, MayThurner syndrome) и варикозной болезни вен органов малого таза. Данное обстоятельство определяло показания к комбинированной эмболизации вен простатического сплетения. С другой стороны, проведение только лишь эмболизации вен Санториниевого сплетения пациентам с ЭД и варикозной болезнью вен органов малого таза без устранения артерио-венозных конфликтов (MayThurner syndrome) и их следствий (Nutcracker syndrome) имеют высокую вероятность возникновения рецидива [59]. Среди методик эндоваскулярной коррекции артериогенной ЭД, заслуживает внимания технология стентирования внутренних подвздошных артерий при изолированном атеросклеротическом их поражении с двухэтапной комбинированной открытой пенильной реваскуляризацией [60].

Ударно-волновая терапия

Низкоинтенсивная экстракорпоральная ударно-волновая терапия (LI-ESWT) впервые была применена с целью улучшения функции кровеносных сосудов и неоангиогенеза при сердечно-сосудистых заболеваниях. Исходя из этого, группы исследователей начали изучать LI-ESWT в качестве потенциального варианта лечения васкулогенной ЭД. Протокол для этой терапии был впервые разработан Y. Vardi et al. в 2010 г., при этом было показано, что LI-ESWT для лечения ЭД хорошо переносится и приводит к значительному улучшению пенильного кровотока, что коррелировало с улучшением эректильной функции через шесть месяцев после терапии [61]. Несмотря на то, что технология LI-ESWT является по-прежнему экспериментальной, недавно было показано, что она улучшает реакцию пациентов на приём ингибиторов ФДЭ-5 и может позволить пациентам, которые ранее не имели адекватной реактивности на эти препараты, иметь эрекцию, достаточную для пениляции, используя их после курса LI-ESWT. Краткосрочные результаты явились многообещающими, но поскольку это новая терапия, данные о долгосрочных результатах в настоящее время отсутствуют. Так, N.D. Kitrey et al. сообщили о 156 пациентах, которые прошли 12 сеансов лечения в течение девяти недельного периода. Период наблюдения после лечения составил 2 года. В течение периода наблюдения клинически значимый эффективный ответ со временем снижался: с 64 % через месяц после лечения до 34 % через два года [62]. Данная группа исследователей предположила, что более высокая частота неудач лечения может быть связана с более тяжелой ЭД и большим количеством сопутствующих заболеваний на исходном уровне до начала терапии [63]. Хотя предварительные результаты с LI-ESWT являются многообещающими, необходимо провести дополнительные исследования для определения долгосрочной эффективности и профиля побочных эффектов [42].

Терапия стволовыми клетками

В последнее время наметилась отчётливое внимание к использованию стволовых клеток для лечения ЭД. В одном из исследований сообщалось об улучшении эректильной функции с использованием клеток пуповинной крови у 7 пациентов с ЭД, страдающих СД [64]. Исследования с использованием интракавернозного введения стволовых аутологичных лимфоцитов (ADRC) продемонстрировали многообещающие результаты

в лечении ЭД после радикальной простатэктомии [65]. В экспериментальных исследованиях на животных моделях инъекция стволовых клеток после облучения предстательной железы продемонстрировала восстановление эректильной функции посредством регенерации кавернозных нервов [66]. Небольшие исследования I фазы на людях показали многообещающие результаты с точки зрения переносимости, безопасности и эффективности использования интракавернозного введения стволовых клеток для лечения ЭД [67]. Вызывает интерес недавно проведенное исследование, показывающее, что комбинация LI-ESWT с терапией стволовыми клетками может способствовать неоангиогенезу и уменьшать повреждение клеток полового члена в более выраженной степени, нежели чем любой из двух представленных выше методов в отдельности [68].

Обогащённая тромбоцитами плазма (PRP)

Тромбоциты содержат факторы роста, которые важны для регенерации ран и неоангиогенеза. Интракавернозная инъекция PRP на животных моделях показала улучшение эректильной функции в случаях нейрогенной ЭД [69]. Аналогичное исследование было проведено на людях, включающее четырёх пациентов с ЭД, получавших PRP, в результате чего эректильная функция улучшилась, при этом каких-либо серьёзных нежелательных явлений зарегистрировано не было [70]. Необходимо провести дополнительные исследования, чтобы определить, воспроизводима ли эта технология в более широком масштабе [42].

Пенильный экзопротез

Несмотря на успехи в области консервативного и хирургического лечения ЭД, многие пациенты могут иметь неудовлетворительный результат лечения или не могут позволить себе более инвазивное хирургическое лечение в силу различных причин [71]. Пенильные экзопротезы в качестве безрецептурных средств для сексуальной активности могут быть более доступной, минимально инвазивной и эффективной альтернативой традиционным методам лечения ЭД. Проблема использования этих устройств может быть двоякой — с одной стороны врачи могут быть менее осведомлены о разнообразии и стоимости устройств, с другой стороны пациенты могут негативно воспринять рекомендацию использовать сексуальные устройства, так как данный момент может показаться им вульгарным или смущающим [43].

Было высказано предположение, что использование термина «пенильный экзопротез» может минимизировать риски негативизма со стороны пациентов и повысить готовность пациента к их применению, а также предоставить врачу более комфортные условия при назначении этих устройств [71, 72]. Удовлетворённость данным вариантом лечения зависит как от пациента, так и от партнёра, поэтому сексуальной паре должны быть предоставлены подробные консультации, чтобы оптимизировать вероятность успеха [43]. В настоящее время исследований, касающихся эффективности и разнообразия пенильных экзопротезов и других альтернативных методов лечения ЭД, крайне мало, но эти варианты лечения могут быть более доступными, менее инвазивными и более рентабельными для элективной группы пациентов. Необходимы дальнейшие исследования данного аспекта лечения ЭД, для адекватной и статистически достоверной оценки результатов лечения пациента и партнера с помощью вышеуказанных протезов [43].

Заключение

Представленное выше обзорное исследование подтверждает тот факт, что основная диагностическая задача ЭД заключается в установлении её истинной этиологической составляющей. Целесообразно использование диагностических технологий с доказанной эффективностью, поскольку именно данное обстоятельство обеспечивает эффективное лечение ЭД. Имеется необходимость в создании персонализированного диагностического алгоритма, направленного на оценку состояния кардиоваскулярной системы, эндотелиальной функции, гормонального статуса, ангиоархитектоники и др. Это повысит эффективность и безопасность лечения мужчин с различными видами ЭД. При анализе данных литературных источников обнаружено множество разработок и технологий в лечении ЭД. Традиционные методы терапии, включающие в себя изменение образа жизни, пероральные препараты, интракавернозные инъекции и фаллопротезирование, демонстрируют большую эффективность в лечении ЭД. Тем не менее, исследования по изучению новых подходов и технологий остаются довольно редкими, а альтернативные методы лечения, включая применение пенильных экзопротезов не получили достаточного признания в научном сообществе. Пенильные экзопротезы и LI-ESWT возможно являются перспективными в качестве вариантов лечения для мужчин с ЭД, с

низким уровнем побочных эффектов и высокой экономической эффективностью. Необходимо провести дополнительные исследования, чтобы полностью оценить роль, которую эти варианты могут играть в лечении ЭД. В отношении фаллопротезирования идеальный протез ещё предстоит разработать, и, хотя современные устройства функционируют весьма эффективно, имеются возможности для дальнейшего усовершенствования и модернизации. Нынешнее и будущее развитие технологий фаллопротезирования, представляет собой одно из крупнейших достижений в урологии. Пенильная реваскуляризация является эффективным и патофизиологически обоснованным методом лечения васкулогенной ЭД, а назначение малых доз ингибиторов ФДЭ-5 позволяет улучшить результаты оперативного лечения. Результаты открытой венорестриктивной пенильной хирургии часто не удовлетворяют пациента и врача, особенно при неверном отборе и несоблюдении принципов персонализированной медицины, которая характеризуется выбором метода оперативного лечения в зависимости от ангиоархитектоники ПВД. Рентгенэндоваскулярные технологии в лечении артериогенной ЭД нуждаются в более широком исследовании для окончательной оценки клинической эффективности и безопасности. Также заслуживает внимание комбинация рентгенэндоваскулярных технологий и открытых реваскуляризирующих методик в лечении артериогенной ЭД. Дополнительным направлением в хирургической коррекции веногенной ЭД является рентгенохирургическая эмболизация вен простатического сплетения. Эффективность эмболизации вен Санториниевого сплетения значительно превышает таковую других технологий при веногенной ЭД, достигая, по данным литературы, в среднем 85 %. Новым перспективным направлением является выполнение гибридных и комбинированных оперативных вмешательств, позволяющих воздействовать как на причины веногенной ЭД, так и на сформировавшийся в результате этих причин ПВД. Проведение эндоваскулярной эмболизации вен Санториниевого сплетения отдельно или в комбинации с эмболизацией *v. testicularis* и с ангиопластикой и стентированием подвздошной вены возможно только при взаимодействии таких дисциплин как урология, андрология и рентген-интервенционная хирургия. Методика пенильной графтинг-реиннервации при нейрогенной ЭД нуждается в более масштабных многоцентровых рандомизированных исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капсаргин Ф.П., Волкова Г.А., Зуков Р.А., Грушкин Ю.В., Павловский С.В., Репина Е.В. Анализ общедоступной реабилитации эректильной дисфункции у молодых мужчин. *Вопросы диагностики и лечения урологических заболеваний. Научно-практическая конференция урологов Западной Сибири.* 12–13 мая, 2004; Бийск. eLIBRARY ID: 28932354.
2. Салахалдин Р.Д. *Эпидемиология эректильной дисфункции*: Автореф. дис. ... канд.мед.наук. Ростов-на-Дону, 2003. Доступно по: <https://www.dissercat.com/content/epidemiologiya-erektilnoi-disfunktsii> Ссылка активна на 26.03.2020.
3. Пушкарь Д.Ю., Камалов А.А., Аль-Шукри С.Х., Ерквич А.А., Коган М.И., Павлов В.Н., Журавлев В.Н., Берников А.Н. Эпидемиологическое исследование распространённости эректильной дисфункции в Российской Федерации. *Русский медицинский журнал.* 2012;20(3):112–115. eLIBRARY ID: 17826950.
4. Lue T.F. Erectile dysfunction. *The New England Journal of Medicine.* 2000;342(24):1802–1813. <https://doi.org/10.1056/NEJM200006153422407>
5. Gratzke C, Angulo J, Chitale K, Dai YuT, Kim NN, Paick JS, Simonsen U, Uckert S, Wespes E, Andersson KE, Lue TF, Stief CG. Anatomy, physiology, and pathophysiology of erectile dysfunction. *The Journal of Sexual Medicine.* 2010;7(1):445–475. <https://doi.org/10.1111/j.1743-6109.2009.01624.x>
6. Hatzimouratidis K, Amar E, Eardley I, Giuliano F, Hatzichristou D, Montorsi F, Vardi Y, Wespes E, European Association of Urology. Guidelines on male sexual dysfunction: erectile dysfunction and premature ejaculation. *European Urology.* 2010;57(5):804–814. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2010.02.020>
7. Pohnholzer A, Temml C, Mock K, Marszalek M, Obermayr R, Madersbacher S. Prevalence and risk factors for erectile dysfunction in 2869 men using a validated questionnaire. *European Urology.* 2005;47(1):80–85. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2004.08.017>
8. Gupta BP, Murad MH, Clifton MM, Prokop L, Nehra A, Kopecky SL. The effect of lifestyle modification and cardiovascular risk factor reduction on erectile dysfunction: a systematic review and meta-analysis. *Archives of internal medicine.* 2011;171(20):1797–1803. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2011.440>
9. Кызласов П.С., Удалов Ю.Д., Мартов А.Г., Башков А.Н., Кажера А.А., Гринь Е.А., Орлов И.Н., Касымов Б.Г., Забелин М.В. Применение рентгенологического метода исследования в предоперационном планировании пациентов с веногенной эректильной дисфункцией. *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* 2018;63(1):48–52. https://doi.org/10.12737/article_5a8550e615ff76.67951643
10. Celermajer DS. Reliable endothelial function testing: at our fingertips? *Circulation.* 2008;117(19):2428–2430. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.775155>
11. Peled N, Bendayan D, Shitrit D, Fox B, Yehoshua L, Kramer MR. Peripheral endothelial dysfunction in patients with pulmonary arterial hypertension. *Respiratory Medicine.* 2008;102(12):1791–1796. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2008.06.014>
12. Пушкарь Д.Ю., Камалов А.А., Аль-Шукри С.Х., Ерквич А.А., Коган М.И., Павлов В.Н., Журавлев В.Н., Берников А.Н. Первое пилотное эпидемиологическое исследование распространенности эректильной дисфункции в Российской Федерации. *Эффективная фармакотерапия.* 2013;9:28–31. eLIBRARY ID: 19035654.
13. Celermajer DS, Sorensen KE, Gooch VM, Spiegelhalter DJ, Miller OI, Sullivan ID, Lloyd JK, Deanfield JE. Non-invasive

REFERENCES

1. Kapsargin F.P., Volkova G.A., Zukov R.A., Grushkin Yu.V., Pavlovskiy S.V., Repina E.V. Analysis of Public Rehabilitation of Erectile Dysfunction in young men. *Issues of diagnosis and treatment of urological diseases: Materialy nauch.-prakt. konf. urologov Zapadnoy Sibiri.* 12–13 May, 2004; Biysk. (In Russ.). eLIBRARY ID: 28932354.
2. Salahaldin R.D. *Epidemiology of Erectile Dysfunction* [Dissertation]. Rostov-on-Don; 2003. (In Russ.). Available at: <https://www.dissercat.com/content/epidemiologiya-erektilnoi-disfunktsii> Accessed March 26, 2020.
3. Pushkar D.Yu., Kamalov A.A., Al-Shukri S.Kh., Erkovich A.A., Kogan M.I., Pavlov V.N., Zhuravlev V.N., Bernikov A.N. An epidemiological study of the prevalence of erectile dysfunction in the Russian Federation. *Russkiy meditsinskiy zhurnal.* 2012;20(3):112–115. (In Russ.). eLIBRARY ID: 17826950.
4. Lue TF. Erectile dysfunction. *The New England Journal of Medicine.* 2000;342(24):1802–1813. <https://doi.org/10.1056/NEJM200006153422407>
5. Gratzke C, Angulo J, Chitale K, Dai YuT, Kim NN, Paick JS, Simonsen U, Uckert S, Wespes E, Andersson KE, Lue TF, Stief CG. Anatomy, physiology, and pathophysiology of erectile dysfunction. *The Journal of Sexual Medicine.* 2010;7(1):445–475. <https://doi.org/10.1111/j.1743-6109.2009.01624.x>
6. Hatzimouratidis K, Amar E, Eardley I, Giuliano F, Hatzichristou D, Montorsi F, Vardi Y, Wespes E, European Association of Urology. Guidelines on male sexual dysfunction: erectile dysfunction and premature ejaculation. *European Urology.* 2010;57(5):804–814. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2010.02.020>
7. Pohnholzer A, Temml C, Mock K, Marszalek M, Obermayr R, Madersbacher S. Prevalence and risk factors for erectile dysfunction in 2869 men using a validated questionnaire. *European Urology.* 2005;47(1):80–85. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2004.08.017>
8. Gupta BP, Murad MH, Clifton MM, Prokop L, Nehra A, Kopecky SL. The effect of lifestyle modification and cardiovascular risk factor reduction on erectile dysfunction: a systematic review and meta-analysis. *Archives of internal medicine.* 2011;171(20):1797–1803. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2011.440>
9. Kyzlasov P.S., Udalov Yu.D., Martov A.G., Bashkov A.N., Kazhara A.A., Grin E.A., Orlov I.N., Kassymov B.G., Zabelin M.V. Application of the x-ray method of research in preoperative planning of patients with venogenic erectile dysfunction. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'.* 2018;63(1):48–52. (In Russ.). https://doi.org/10.12737/article_5a8550e615ff76.67951643
10. Celermajer DS. Reliable endothelial function testing: at our fingertips? *Circulation.* 2008;117(19):2428–2430. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.775155>
11. Peled N, Bendayan D, Shitrit D, Fox B, Yehoshua L, Kramer MR. Peripheral endothelial dysfunction in patients with pulmonary arterial hypertension. *Respiratory Medicine.* 2008;102(12):1791–1796. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2008.06.014>
12. Pushkar D.Yu., Kamalov A.A., Al-Shukri S.Kh., Erkovich A.A., Kogan M.I., Pavlov V.N., Zhuravlev V.N., Bernikov A.N. The first pilot epidemiological study of the prevalence of erectile dysfunction in the Russian Federation. *Effektivnaya farmakoterapiya.* 2013;9:28–31. (In Russ.). eLIBRARY ID: 19035654.
13. Celermajer DS, Sorensen KE, Gooch VM, Spiegelhalter DJ, Miller OI, Sullivan ID, Lloyd JK, Deanfield JE. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis. *Lancet.* 1992;340(8828):1111–1115. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)93147-f](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)93147-f)

- detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis. *Lancet*. 1992;340(8828):1111–1115. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)93147-f](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)93147-f)
14. Hamburg NM, Benjamin EJ. Assessment of endothelial function using digital pulse amplitude tonometry. *Trends in Cardiovascular Medicine*. 2009;19(1):6–11. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2009.03.001>
 15. Bonetti PO, Pumper GM, Higano ST. Research Highlights — editorial review of a noninvasive test for endothelial dysfunction. *Nature Clinical Practice Cardiovascular Medicine*. 2005;2:64–65.
 16. Nohria A, Gerhard-Herman M, Creager MA, Hurley S, Mitra D, Ganz P. Role of nitric oxide in regulation of digital pulse volume amplitude in humans. *Journal of Applied Physiology*. 2006;101(2):545–548. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01285.2005>
 17. Stuckey BG, Walsh JP, Ching HL, Stuckey AW, Palmer NR, Thompson PL, Watts GF. Erectile dysfunction predicts generalized cardiovascular disease: evidence from a case-control study. *Atherosclerosis*. 2007;194(2):458–464. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2006.08.043>
 18. Hamburg NM, Keyes MJ, Larson MG, Vasan RS, Schnabel R, Pryde MM, Mitchell GF, Sheffy J, Vita JA, Benjamin EJ. Cross-sectional relations of digital vascular function to cardiovascular risk factors in the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2008;117(19):2467–2474. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.748574>
 19. Mahmud FH, Earing MG, Lee RA, Lteif AN, Driscoll DJ, Lerman A. Altered endothelial function in asymptomatic male adolescents with type I diabetes. *Congenital heart disease*. 2006;1(3):98–103. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0803.2006.00015.x>
 20. Ponseti J, Bosinski HA. Brain potentials related to corpus cavernosum electromyography. *International Journal of Impotence Research*. 2010;22(3):171–178. <https://doi.org/10.1038/ijir.2010.5>
 21. Virseda-Chamorro M, Lopez-Garcia-Moreno AM, Salinas-Casado J, Esteban-Fuertes M. Usefulness of electromyography of the cavernous corpora (CC EMG) in the diagnosis of arterial erectile dysfunction. *International Journal of Impotence Research*. 2012;24(4):165–169. <https://doi.org/10.1038/ijir.2012.10>
 22. Leddy LS, Jiang X, Gottsch HP, Yang CC. Corpus cavernosum electromyography revisited: defining the origin of the signal. *Journal of Urology*. 2012;187(2):589–593. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2011.09.157>
 23. Jünemann KP, Bührle CP, Persson-Jünemann Ch. Pathophysiology of neurogenic impotence. *Sexuality and Disability*. 1994;12(1):5–16. <https://doi.org/10.1007/BF02547894>
 24. Thon WF, Stief CG, Krmer AEJL, Jonas U. PRIAPUS – non-contact monitoring of penile dimension changes by photogrammetry. *World Journal of Urology*. 1990;8(3):167–169. <https://doi.org/10.1007/BF01576765>
 25. Ефремов Е.А., Шеховцов С.Ю., Кастрикин Ю.В., Бутов А.О., Едоян Т.А. Диагностика эректильной дисфункции. Современное состояние проблемы. *Эффективная фармакотерапия*. 2019;15(16):38–44. <https://doi.org/10.33978/2307-3586-2019-15-16-38-44>
 26. Кадырбеков Н.М. Применение мультиспиральной компьютерной томографии при эректильной дисфункции. *Медицинский журнал Западного Казахстана*. 2015;2(46):78–81. eLIBRARY ID: 26678416.
 27. Ахведиани Н.Д., Рапопорт Л.М., Еготе А. Оценка влияния на эректильную функцию моно- и биполярной электрохирургии. *Тезисы докладов Международного конгресса по андрологии*. 2006;1:67.
 28. Ebbenhøj J, Metz P. New operation for “krummerik” (penile curvature). *Urology*. 1985;26(1):76–78. [https://doi.org/10.1016/0090-4295\(85\)90264-x](https://doi.org/10.1016/0090-4295(85)90264-x)
 14. Hamburg NM, Benjamin EJ. Assessment of endothelial function using digital pulse amplitude tonometry. *Trends in Cardiovascular Medicine*. 2009;19(1):6–11. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2009.03.001>
 15. Bonetti PO, Pumper GM, Higano ST. Research Highlights — editorial review of a noninvasive test for endothelial dysfunction. *Nature Clinical Practice Cardiovascular Medicine*. 2005;2:64–65.
 16. Nohria A, Gerhard-Herman M, Creager MA, Hurley S, Mitra D, Ganz P. Role of nitric oxide in regulation of digital pulse volume amplitude in humans. *Journal of Applied Physiology*. 2006;101(2):545–548. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01285.2005>
 17. Stuckey BG, Walsh JP, Ching HL, Stuckey AW, Palmer NR, Thompson PL, Watts GF. Erectile dysfunction predicts generalized cardiovascular disease: evidence from a case-control study. *Atherosclerosis*. 2007;194(2):458–464. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2006.08.043>
 18. Hamburg NM, Keyes MJ, Larson MG, Vasan RS, Schnabel R, Pryde MM, Mitchell GF, Sheffy J, Vita JA, Benjamin EJ. Cross-sectional relations of digital vascular function to cardiovascular risk factors in the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2008;117(19):2467–2474. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.748574>
 19. Mahmud FH, Earing MG, Lee RA, Lteif AN, Driscoll DJ, Lerman A. Altered endothelial function in asymptomatic male adolescents with type I diabetes. *Congenital heart disease*. 2006;1(3):98–103. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0803.2006.00015.x>
 20. Ponseti J, Bosinski HA. Brain potentials related to corpus cavernosum electromyography. *International Journal of Impotence Research*. 2010;22(3):171–178. <https://doi.org/10.1038/ijir.2010.5>
 21. Virseda-Chamorro M, Lopez-Garcia-Moreno AM, Salinas-Casado J, Esteban-Fuertes M. Usefulness of electromyography of the cavernous corpora (CC EMG) in the diagnosis of arterial erectile dysfunction. *International Journal of Impotence Research*. 2012;24(4):165–169. <https://doi.org/10.1038/ijir.2012.10>
 22. Leddy LS, Jiang X, Gottsch HP, Yang CC. Corpus cavernosum electromyography revisited: defining the origin of the signal. *Journal of Urology*. 2012;187(2):589–593. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2011.09.157>
 23. Jünemann KP, Bührle CP, Persson-Jünemann Ch. Pathophysiology of neurogenic impotence. *Sexuality and Disability*. 1994;12(1):5–16. <https://doi.org/10.1007/BF02547894>
 24. Thon WF, Stief CG, Krmer AEJL, Jonas U. PRIAPUS – non-contact monitoring of penile dimension changes by photogrammetry. *World Journal of Urology*. 1990;8(3):167–169. <https://doi.org/10.1007/BF01576765>
 25. Ефремов Е.А., Shekhovtsov S.Yu., Kastrikin Yu.V., Butov A.O., Edoyan T.A. Diagnosis of erectile dysfunction. The current state of the problem. *Effektivnaya farmakoterapiya*. 2019;15(16):38–44. (In Russ.). <https://doi.org/10.33978/2307-3586-2019-15-16-38-44>
 26. Kadyrbekov N.M. The use of multispiral computed tomography for erectile dysfunction. *Meditsinskiy zhurnal Zapadnogo Kazakhstana*. 2015;2(46):78–81. (In Russ.). eLIBRARY ID: 26678416.
 27. Akhvediani N.D., Rapoport L.M., Egote A. Evaluation of the impact on the erectile function of mono- and bipolar electro-surgery. *Tezisy dokladov Mezhdunarodnogo kongressa po andrologii*. 2006;1:67. (In Russ.).
 28. Ebbenhøj J, Metz P. New operation for “krummerik” (penile curvature). *Urology*. 1985;26(1):76–78. [https://doi.org/10.1016/0090-4295\(85\)90264-x](https://doi.org/10.1016/0090-4295(85)90264-x)
 29. Kawanishi Y, Izumi K, Muguruma H, Mashima T, Komori M, Yamanaka M, Yamamoto A, Numata A, Kishimoto T, Kanaya

29. Kawanishi Y, Izumi K, Muguruma H, Mashima T, Komori M, Yamanaka M, Yamamoto A, Numata A, Kishimoto T, Kanayama HO. Three-dimensional CT cavernosography: reconsidering venous ligation surgery on the basis of the modern technology. *British Journal of Urology*. 2011;107(9):1442–1446. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2010.09644.x>
30. Ghafoori M, Varedi P, Alavi M, Hoseini K, Shakiba M. UROGENITAL IMAGING CT Cavernosography: A New Method for Evaluating Venous Incompetence in Impotent Patients. *Iranian Journal of Radiology*. 2010;7(3):171–174.
31. Ефремов Е.А., Жуков О.Б., Щербинин С.Н., Мельник Я.И., Красняк С.С., Симаков В.В., Ульбашев А.М. Динамическая компьютерная кавернозография в диагностике веноокклюзивной эректильной дисфункции. *Урология сегодня*. 2012;4. Доступно по: <http://urotoday.ru/issue/4-2012/article/dinamicheskaya-kompyuternaya-kavernozografiya-v-diagnostike-venookklyuzivnoi-er> Ссылка активна на 26.03.2020.
32. Брусенский В.А. *Лучевые методы исследования в диагностике веногенной эректильной дисфункции*. Автореф. ...дис. канд. мед. наук. Москва; 2008. Доступно по: <https://www.dissercat.com/content/luchevye-metody-issledovaniya-v-diagnostike-venogennoi-erektilnoi-disfunktsii> Ссылка активна на 26.03.2020.
33. Грегар А. *Импотенция: интегрированный подход к клинической практике*. М.: Медицина; 2000.
34. Kawanishi Y, Lee KS, Kimura K, Kojima K, Yamamoto A, Numata A. Feasibility of multi-slice computed tomography in the diagnosis of arteriogenic erectile dysfunction. *BJU Int*. 2001;88(4):390–395. <https://doi.org/10.1046/j.1464-410x.2001.02316.x>
35. Повелица Э.А., Доста Н.И., Быстренков А.В., Доманцевич В.А., Ниткин Д.М., Шестерня А.М., Сосновская А.С. Динамическая компьютерная контрастная ангиографии внутренней половой артерии-инновационный метод диагностики артериогенной эректильной дисфункции. *Инновационные технологии в медицине*. 2017;5(3):155–166. eLIBRARY ID: 30362456.
36. Повелица Э.А., Доста Н.И., Пархоменко О.В., Ниткин Д.М., Шестерня А.М., Аничкин В.В. Ультразвуковое исследование внутренней половой артерии трансперинеальным доступом при артериогенной эректильной дисфункции. *Урология*. 2017;3:31–37. <https://dx.doi.org/10.18565/urol.2017.4.55-61>
37. Burnett AL, Nehra A, Breau RH, Culkin DJ, Faraday MM, Hakim LS, Heidelbaugh J, Khara M, McVary KT, Miner MM, Nelson CJ, Sadeghi-Nejad H, Seftel AD, Shindel AW. Erectile Dysfunction: AUA Guideline. *Journal of Urology*. 2018;200(3):633–641. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2018.05.004>
38. Melnik T, Soares BG, Nasselo AG. Psychosocial interventions for erectile dysfunction. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;(3):CD004825. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004825.pub2>
39. Kukula KC, Jackowich RA, Wassersug RJ. Eroticization as a factor influencing erectile dysfunction treatment effectiveness. *International Journal of Impotence Research*. 2014;26(1):1–6. <https://doi.org/10.1038/ijir.2013.2>
40. Maiorino MI, Bellastella G, Esposito K. Lifestyle modifications and erectile dysfunction: what can be expected? *Asian Journal of Andrology*. 2015;17(1):5–10. <https://doi.org/10.4103/1008-682X.137687>
41. Cui H, Liu B, Song Z, Fang J, Deng Y, Zhang S, Wang H, Wang Z. Efficacy and safety of long-term tadalafil 5 mg once daily combined with sildenafil 50 mg as needed at the early stage of treatment for patients with erectile dysfunction. *Andrologia*. 2015;47(1):20–24. <https://doi.org/10.1111/and.12216>
42. Yafi FA, Sharlip ID, Becher EF. Update on the Safety of Phosphodiesterase Type 5 Inhibitors for the Treatment of Erectile Dysfunction. *Sexual Medicine Reviews*. 2018;6(2):242–252. <https://doi.org/10.1016/j.sxmr.2017.08.001>
43. Krzastek SC, Bopp J, Smith RP, Kovac JR. Recent advances in the understanding and management of erectile dysfunction. *Three-dimensional CT cavernosography: reconsidering venous ligation surgery on the basis of the modern technology*. *British Journal of Urology*. 2011;107(9):1442–1446. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2010.09644.x>
30. Ghafoori M, Varedi P, Alavi M, Hoseini K, Shakiba M. UROGENITAL IMAGING CT Cavernosography: A New Method for Evaluating Venous Incompetence in Impotent Patients. *Iranian Journal of Radiology*. 2010;7(3):171–174.
31. Efremov E.A., Zhukov O.B., Shcherbinin S.N., Mel'nik YA.I., Krasnyak S.S., Simakov V.V., Ul'bashev A.M. Dynamic computer cavernosography in the diagnosis of veno-occlusive erectile dysfunction. *Urologiya segodnya*. 2012;4. (In Russ.). Available at: <http://urotoday.ru/issue/4-2012/article/dinamicheskaya-kompyuternaya-kavernozografiya-v-diagnostike-venookklyuzivnoi-er> Accessed March 26, 2020.
32. Brusensky V.A. *Radiation research methods in the diagnosis of venogenic erectile dysfunction*. [Dissertation] Moscow; 2008. (In Russ.). Available at: <https://www.dissercat.com/content/luchevye-metody-issledovaniya-v-diagnostike-venogennoi-erektilnoi-disfunktsii> Accessed March 26, 2020.
33. Gregoire A. *Impotence: an integrated approach to clinical practice*. Moscow: Medicine; 2000. (In Russ.).
34. Kawanishi Y, Lee KS, Kimura K, Kojima K, Yamamoto A, Numata A. Feasibility of multi-slice computed tomography in the diagnosis of arteriogenic erectile dysfunction. *BJU Int*. 2001;88(4):390–395. <https://doi.org/10.1046/j.1464-410x.2001.02316.x>
35. Povelitsa E.A., Dost N.I., Bystrenkov A.V., Domancevich V., Nitkin D., Shesternja A., Sosnovskaja A. Dynamic computer contrast angiography of the internal genital artery is an innovative method for the diagnosis of arteriogenic erectile dysfunction. *Innovatsionnye tekhnologii v meditsine*. 2017;5(3):155–166. (In Russ.). eLIBRARY ID: 30362456.
36. Povelitsa E.A., Dost N.I., Parkhomenko O.V., Nitkin D.M., Shesternja A.M., Anichkin V.V. Ultrasound investigation of the internal genital artery with transperineal access in case of arteriogenic erectile dysfunction. *Urologiya*. 2017;3:31–37. (In Russ.). <https://dx.doi.org/10.18565/urol.2017.4.55-61>
37. Burnett AL, Nehra A, Breau RH, Culkin DJ, Faraday MM, Hakim LS, Heidelbaugh J, Khara M, McVary KT, Miner MM, Nelson CJ, Sadeghi-Nejad H, Seftel AD, Shindel AW. Erectile Dysfunction: AUA Guideline. *Journal of Urology*. 2018;200(3):633–641. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2018.05.004>
38. Melnik T, Soares BG, Nasselo AG. Psychosocial interventions for erectile dysfunction. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;(3):CD004825. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004825.pub2>
39. Kukula KC, Jackowich RA, Wassersug RJ. Eroticization as a factor influencing erectile dysfunction treatment effectiveness. *International Journal of Impotence Research*. 2014;26(1):1–6. <https://doi.org/10.1038/ijir.2013.2>
40. Maiorino MI, Bellastella G, Esposito K. Lifestyle modifications and erectile dysfunction: what can be expected? *Asian Journal of Andrology*. 2015;17(1):5–10. <https://doi.org/10.4103/1008-682X.137687>
41. Cui H, Liu B, Song Z, Fang J, Deng Y, Zhang S, Wang H, Wang Z. Efficacy and safety of long-term tadalafil 5 mg once daily combined with sildenafil 50 mg as needed at the early stage of treatment for patients with erectile dysfunction. *Andrologia*. 2015;47(1):20–24. <https://doi.org/10.1111/and.12216>
42. Yafi FA, Sharlip ID, Becher EF. Update on the Safety of Phosphodiesterase Type 5 Inhibitors for the Treatment of Erectile Dysfunction. *Sexual Medicine Reviews*. 2018;6(2):242–252. <https://doi.org/10.1016/j.sxmr.2017.08.001>
43. Krzastek SC, Bopp J, Smith RP, Kovac JR. Recent advances in the understanding and management of erectile dysfunction.

- Dysfunction. *Sexual Medicine Reviews*. 2018;6(2):242–252. <https://doi.org/10.1016/j.sxmr.2017.08.001>
43. Krzastek SC, Bopp J, Smith RP, Kovac JR. Recent advances in the understanding and management of erectile dysfunction. *F1000Res*. 2019;8:F1000 Faculty Rev-102. <https://doi.org/10.12688/f1000research.16576.1>
44. Belew D, Klaassen Z, Lewis RW. Intracavernosal Injection for the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of Erectile Dysfunction: A Review. *Sexual Medicine Reviews*. 2015;3(1):11–23. <https://doi.org/10.1002/smrj.35>
45. Costa P, Potempa AJ. Intraurethral alprostadil for erectile dysfunction: a review of the literature. *Drugs*. 2012;72(17):2243–2254. <https://doi.org/10.2165/11641380-000000000-00000>
46. Liu C, Lopez DS, Chen M, Wang R. Penile Rehabilitation Therapy Following Radical Prostatectomy: A Meta-Analysis. *The Journal of Sexual Medicine*. 2017;14(12):1496–1503. <https://doi.org/10.1016/j.jsxm.2017.09.020>
47. Коган М.И. *Эректильная дисфункция*. Ростов-на-Дону.: Книга; 2005.
48. Коган М.И., Красулин В.В., Сизыкин Д.В., Шангичев А.В., Глухов В.П. Опыт 2500 имплантаций полуригидных пенильных протезов при эректильной дисфункции. *Вестник урологии*. 2013;(2):27–29. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2013-0-2-27-29>
49. Scott FB, Bradley WE, Timm GW. Management of erectile impotence. Use of implantable inflatable prosthesis. *Urology*. 1973;2(1):80–82. [https://doi.org/10.1016/0090-4295\(73\)90224-0](https://doi.org/10.1016/0090-4295(73)90224-0)
50. Trost LW, Baum N, Hellstrom WJ. Managing the difficult penile prosthesis patient. *The Journal of Sexual Medicine*. 2013;10(4):893–906. <https://doi.org/10.1111/jsm.12115>
51. Кызласов П.С., Мартов А.Г., Кажера А.А., Асфандияров Ф.Р. История и развитие фаллопротезирования. *Астраханский медицинский журнал*. 2016;11(4):18–24. eLIBRARY ID: 28768390.
52. Seeman NC. At the crossroads of chemistry, biology, and materials: structural DNA nanotechnology. *Chemistry & Biology*. 2003;10:1151–1159. <https://doi.org/10.1016/j.chembiol.2003.12.002>
53. Ковалев В.А., Королева С.В., Данович В.М., Абдулхамидов А.Н. Реваскуляризация полового члена. *Андрология и генитальная хирургия*. 2008;4:12–15. eLIBRARY ID: 12041444.
54. Данович В.М. *Отдаленные результаты и осложнения после реваскуляризации полового члена*: Автореферат. дисс. ... канд. мед. наук. Москва; 2010. Доступно по: <https://www.disscat.com/content/otdalennye-rezultaty-i-oslozhneniya-posle-revaskulyarizatsii-polovogo-chlena> Ссылка активна на 26.03.2020.
55. Кызласов П.С., Абдулхамидов А.Н. Реваскуляризация полового члена – современный подход. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2014;3:66–68. eLIBRARY ID: 22593069.
56. Reece JC, Dangerfield DC, Coombs CJ. End-to-side Somatic-to-autonomic Nerve Grafting to Restore Erectile Function and Improve Quality of Life After Radical Prostatectomy. *European Urology*. 2019; 76(2):189–196. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.03.036>
57. Курбатов Д.Г., Лепетухин А.Е., Дубский С.А., Ситкин И.И. Новая технология в хирургии патологического венозного дренажа кавернозных тел. *Андрология и генитальная хирургия*. 2013;14(1):15–21. <https://doi.org/10.17650/2070-9781-2013-1-15-21>
58. Капто А.А., Колединский А.Г. Эмболизация вен простатического сплетения в лечении веногенной эректильной дисфункции (клинические случаи). *Экспериментальная и клиническая урология*. 2019;(1):90–94. <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2019-11-1-90-94>
59. Kaptov D.G., Lepetukhin A.E., Dubskiy S.A., Sitkin I.I. New technology in surgery abnormal venous drainage of the corpora cavernosa. *Andrology and Genital Surgery*. 2013;14(1):15–21. (In Russ.). <https://doi.org/10.17650/2070-9781-2013-1-15-21>
58. Kapto A.A., Kolensky A.G. Embolization of the veins of the prostatic plexus in the treatment of venogenic erectile dysfunction (clinical cases). *Experimental and clinical urology*. 2019;(1):90–94. (In Russ.). <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2019-11-1-90-94>
59. Kapto A.A., Kurbatov D.G., Sitkin I.I., Dokshokov G.R. The first hybrid operation of x-ray endovascular occlusion of the veins of the prostatic plexus, angioplasty and stenting of the left common iliac vein with erectile dysfunction. *Sbornik trudov VI Rossiyskogo kongressa po endourologii i novym tekhn*

59. Капто А.А., Курбатов Д.Г., Ситкин И.И., Докшочков Г.Р. Первая гибридная операция рентгенэндоваскулярной окклюзии вен простатического сплетения, ангиопластики и стентирования левой общей подвздошной вены при эректильной дисфункции. *Сборник трудов VI Российского конгресса по эндоурологии и новым технологиям с международным участием*. 2018:75–76.
60. Повелица Э.А., Быстренков А.В., Подгайский В.Н., Пархоменко О.В., Доста Н.И., Шестерня А.М. Эндоваскулярная и двухэтапная комбинированная реваскуляризация полового члена при артериогенной эректильной дисфункции. *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия медицинских наук*. 2019;16(1):77–87. <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2019-16-1-77-87>
61. Vardi Y, Appel B, Jacob G, Massarwi O, Gruenwald I. Can low-intensity extracorporeal shockwave therapy improve erectile function? A 6-month follow-up pilot study in patients with organic erectile dysfunction. *European Urology*. 2010;58(2):243–248. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2010.04>
62. Kitrey ND, Gruenwald I, Appel B, Shechter A, Massarwa O, Vardi Y. Penile Low Intensity Shock Wave Treatment is Able to Shift PDE5i Nonresponders to Responders: A Double-Blind, Sham Controlled Study. *Journal of Urology*. 2016;195(5):1550–1555. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2015.12.049>
63. Kitrey ND, Vardi Y, Appel B, Shechter A, Massarwi O, Abu-Ghanem Y, Gruenwald I. Low Intensity Shock Wave Treatment for Erectile Dysfunction-How Long Does the Effect Last? *Journal of Urology*. 2018;200(1):167–170. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2018.02.070>
64. Bahk JY, Jung JH, Han H, Min SK, Lee YS. Treatment of diabetic impotence with umbilical cord blood stem cell intracavernosal transplant: preliminary report of 7 cases. *Experimental and Clinical Transplantation*. 2010;8(2):150–160. PMID: 20565373.
65. Haahr MK, Jensen CH, Toyserkani NM, Andersen DC, Damkier P, Sørensen JA, Lund L, Sheikh SP. Safety and Potential Effect of a Single Intracavernous Injection of Autologous Adipose-Derived Regenerative Cells in Patients with Erectile Dysfunction Following Radical Prostatectomy: An Open-Label Phase I Clinical Trial. *EBioMedicine*. 2016;5:204–210. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.01.024>
66. Qiu X, Villalta J, Ferretti L, Fandel TM, Albersen M, Lin G, Dai Y, Lue TF, Lin CS. Effects of intravenous injection of adipose-derived stem cells in a rat model of radiation therapy-induced erectile dysfunction. *The Journal of Sexual Medicine*. 2012;9(7):1834–1841. <https://doi.org/10.1111/j.1743-6109.2012.02753.x>
67. Al Demour S, Jafar H, Adwan S, AlSharif A, Alhawari H, Alrabadi A, Zayed A, Jaradat A, Awidi A. Safety and Potential Therapeutic Effect of Two Intracavernous Autologous Bone Marrow Derived Mesenchymal Stem Cells injections in Diabetic Patients with Erectile Dysfunction: An Open Label Phase I Clinical Trial. *Urologia Internationalis*. 2018;101(3):358–365. <https://doi.org/10.1159/000492120>
68. Zhu GQ, Jeon SH, Bae WJ, Choi SW, Jeong HC, Kim KS, Kim SJ, Cho HJ, Ha US, Hong SH, Lee JY, Kwon EB, Kim SW. Efficient Promotion of Autophagy and Angiogenesis Using Mesenchymal Stem Cell Therapy Enhanced by the Low-Energy Shock Waves in the Treatment of Erectile Dysfunction. *Stem Cells International*. 2018;2018:1302672. <https://doi.org/10.1155/2018/1302672>
69. Wu YN, Wu CC, Sheu MT, Chen KC, Ho HO, Chiang HS. Optimization of platelet-rich plasma and its effects on the recovery of erectile function after bilateral cavernous nerve injury in a rat model. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2016;10(10):E294–304. <https://doi.org/10.1002/term.1806>
70. Matz EL, Pearlman AM, Terlecki RP. Safety and feasibility of platelet rich fibrin matrix injections for treatment *nologiyam s mezhdunarodnym uchastiem =Proceedings of the VI Russian Congress on Endourology and New Technologies with international participation*. 2018:75–76. (In Russ.).
60. Povelitsa E.A., Bystrenkov A.V., Podgaysky V.N., Parhomenko O.V., Dosta N.I., Shesternja A.M. Endovascular and two-stage combined penile revascularization in arteriogenic erectile dysfunction. *Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Belarusi. Seriya meditsinskikh nauk =News of the National Academy of Sciences of Belarus. A series of medical sciences*. 2019;16(1):77–87. (In Russ.). <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2019-16-1-77-87>
61. Vardi Y, Appel B, Jacob G, Massarwi O, Gruenwald I. Can low-intensity extracorporeal shockwave therapy improve erectile function? A 6-month follow-up pilot study in patients with organic erectile dysfunction. *European Urology*. 2010;58(2):243–248. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2010.04>
62. Kitrey ND, Gruenwald I, Appel B, Shechter A, Massarwa O, Vardi Y. Penile Low Intensity Shock Wave Treatment is Able to Shift PDE5i Nonresponders to Responders: A Double-Blind, Sham Controlled Study. *Journal of Urology*. 2016;195(5):1550–1555. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2015.12.049>
63. Kitrey ND, Vardi Y, Appel B, Shechter A, Massarwi O, Abu-Ghanem Y, Gruenwald I. Low Intensity Shock Wave Treatment for Erectile Dysfunction-How Long Does the Effect Last? *Journal of Urology*. 2018;200(1):167–170. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2018.02.070>
64. Bahk JY, Jung JH, Han H, Min SK, Lee YS. Treatment of diabetic impotence with umbilical cord blood stem cell intracavernosal transplant: preliminary report of 7 cases. *Experimental and Clinical Transplantation*. 2010;8(2):150–160. PMID: 20565373.
65. Haahr MK, Jensen CH, Toyserkani NM, Andersen DC, Damkier P, Sørensen JA, Lund L, Sheikh SP. Safety and Potential Effect of a Single Intracavernous Injection of Autologous Adipose-Derived Regenerative Cells in Patients with Erectile Dysfunction Following Radical Prostatectomy: An Open-Label Phase I Clinical Trial. *EBioMedicine*. 2016;5:204–210. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.01.024>
66. Qiu X, Villalta J, Ferretti L, Fandel TM, Albersen M, Lin G, Dai Y, Lue TF, Lin CS. Effects of intravenous injection of adipose-derived stem cells in a rat model of radiation therapy-induced erectile dysfunction. *The Journal of Sexual Medicine*. 2012;9(7):1834–1841. <https://doi.org/10.1111/j.1743-6109.2012.02753.x>
67. Al Demour S, Jafar H, Adwan S, AlSharif A, Alhawari H, Alrabadi A, Zayed A, Jaradat A, Awidi A. Safety and Potential Therapeutic Effect of Two Intracavernous Autologous Bone Marrow Derived Mesenchymal Stem Cells injections in Diabetic Patients with Erectile Dysfunction: An Open Label Phase I Clinical Trial. *Urologia Internationalis*. 2018;101(3):358–365. <https://doi.org/10.1159/000492120>
68. Zhu GQ, Jeon SH, Bae WJ, Choi SW, Jeong HC, Kim KS, Kim SJ, Cho HJ, Ha US, Hong SH, Lee JY, Kwon EB, Kim SW. Efficient Promotion of Autophagy and Angiogenesis Using Mesenchymal Stem Cell Therapy Enhanced by the Low-Energy Shock Waves in the Treatment of Erectile Dysfunction. *Stem Cells International*. 2018;2018:1302672. <https://doi.org/10.1155/2018/1302672>
69. Wu YN, Wu CC, Sheu MT, Chen KC, Ho HO, Chiang HS. Optimization of platelet-rich plasma and its effects on the recovery of erectile function after bilateral cavernous nerve injury in a rat model. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2016;10(10):E294–304. <https://doi.org/10.1002/term.1806>
70. Matz EL, Pearlman AM, Terlecki RP. Safety and feasibility of platelet rich fibrin matrix injections for treatment

70. Matz EL, Pearlman AM, Terlecki RP. Safety and feasibility of platelet rich fibrin matrix injections for treatment of common urologic conditions. *Investigative and Clinical Urology*. 2018; 59(1):61–65. <https://doi.org/10.4111/icu.2018.59.1.61>
71. Tatem A, Kovac JR. External penile prosthesis as a novel approach to the treatment of erectile dysfunction. *Translational Andrology and Urology*. 2017;6(5):795–796. <https://doi.org/10.21037/tau.2017.11.01>
72. Gray RE, Klotz LH. Restoring sexual function in prostate cancer patients: an innovative approach. *Can J Urol*. 2004;11(3):2285–2289. PMID: 15287995.
- of common urologic conditions. *Investigative and Clinical Urology*. 2018; 59(1):61–65. <https://doi.org/10.4111/icu.2018.59.1.61>
71. Tatem A, Kovac JR. External penile prosthesis as a novel approach to the treatment of erectile dysfunction. *Translational Andrology and Urology*. 2017;6(5):795–796. <https://doi.org/10.21037/tau.2017.11.01>
72. Gray RE, Klotz LH. Restoring sexual function in prostate cancer patients: an innovative approach. *Can J Urol*. 2004;11(3):2285–2289. PMID: 15287995.

Сведения об авторах

Сергей Валерьевич Попов – д.м.н.; профессор кафедры урологии ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, главный врач СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки»
ORCID iD 0000-0003-2767-7153
e-mail: doc.popov@gmail.com

Игорь Николаевич Орлов – к.м.н.; заведующий урологическим отделением №1 Городского центра эндоскопической урологии и новых технологий СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки», ассистент кафедры урологии ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова
ORCID iD 0000-0001-5566-9789
e-mail: doc.orlov@gmail.com

Евгений Александрович Гринь – врач уролог-андролог отделения урологии №1 Городского центра эндоскопической урологии и новых технологий СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки»
ORCID iD 0000-0002-8685-6525
e-mail: sv.lukaendouro@gmail.com

Сергей Михайлович Малевич – врач-уролог отделения урологии №1 Городского центра эндоскопической урологии и новых технологий СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки»
ORCID iD 0000-0002-9175-2261
e-mail: malevichsm@gmail.com

Александр Михайлович Гулько – врач уролог-андролог отделения урологии №1 Городского центра эндоскопической урологии и новых технологий СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки»
ORCID iD 0000-0003-4847-9519
e-mail: agoolko@mail.ru

Тимур Марленович Топузов – к.м.н.; врач-уролог отделения урологии №1 Городского центра эндоскопической урологии и новых технологий СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки»
ORCID iD 0000-0002-5040-5546
e-mail: ttopuzov@gmail.com

Павел Сергеевич Кызласов – д.м.н.; заведующий отделением, руководитель Центра урологии и андрологии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России
ORCID iD 0000-0003-1050-6198
e-mail: dr.kyzlasov@mail.com

Эдуард Анатольевич Повелица – к.м.н.; врач-уролог ГУ РНПЦ радиационной медицины и экологии человека
ORCID iD 0000-0003-4390-5590
e-mail: povelitsaed@gmail.com

Information about the authors

Sergey V. Popov – M.D., Dr.Sc. (M); Prof., Dept. of Urology, Kirov Military Medical Academy; Chief Medical Officer, St. Luke Clinical Hospital
ORCID iD 0000-0003-2767-7153
e-mail: doc.popov@gmail.com

Igor N. Orlov – M.D., Cand.Sc. (M); Head, Urology Division №1, City Centre of Endoscopic Urology and New Technologies, St. Luke Clinical Hospital; Assist. of Prof., Dept. of Urology, Mechnikov North-Western State Medical University
ORCID iD 0000-0001-5566-9789
e-mail: doc.orlov@gmail.com

Yevgeny A. Grin' – M.D.; Urologist and Andrologist, Urology Division №1, City Centre of Endoscopic Urology and New Technologies, St. Luke Clinical Hospital
ORCID iD 0000-0002-8685-6525
e-mail: sv.lukaendouro@gmail.com

Sergey M. Malevich – M.D.; Urologist, Urology Division №1, City Centre of Endoscopic Urology and New Technologies, St. Luke Clinical Hospital
ORCID iD 0000-0002-9175-2261
e-mail: malevichsm@gmail.com

Alexander M. Gul'ko – M.D.; Urologist, Urology Division №1, City Centre of Endoscopic Urology and New Technologies, St. Luke Clinical Hospital
ORCID iD 0000-0003-4847-9519
e-mail: agoolko@mail.ru

Timur M. Topuzov – M.D., Cand.Sc. (M); Urologist, Urology Division №1, City Centre of Endoscopic Urology and New Technologies, St. Luke Clinical Hospital
ORCID iD 0000-0002-5040-5546
e-mail: ttopuzov@gmail.com

Pavel S. Kyzlasov – M.D., Dr.Sc. (M); Head, Urology and Andrology Center, Russian Federation State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center
ORCID iD 0000-0003-1050-6198
e-mail: dr.kyzlasov@mail.com

Eduard A. Povelitsa – M.D., Cand.Sc. (M); Urologist, Republican Scientific and Practical Center of Radiation Medicine and Human Ecology
ORCID iD 0000-0003-4390-5590,
e-mail: povelitsaed@gmail.com