



## Физиотерапевтические подходы к лечению эректильной дисфункции: общие принципы и оценка эффективности применяемых систем

© Александр А. Андросов<sup>1</sup>, Леонид Л. Чувалов<sup>1</sup>, Марк С. Тараткин<sup>1</sup>,  
Дмитрий О. Королев<sup>1</sup>, Юрий П. Горобец<sup>2, 3</sup>, Леонид М. Рапопорт<sup>1</sup>,  
Дмитрий В. Еникеев<sup>1, 4, 5</sup>, Дмитрий Г. Цариченко<sup>1</sup>, Михаил Э. Еникеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский университет) [Москва, Россия]

<sup>2</sup> Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова [Москва, Россия]

<sup>3</sup> Ногинская областная больница [Ногинск, Россия]

<sup>4</sup> Венский медицинский университет [Вена, Австрия]

<sup>5</sup> Университет здравоохранения им. Карла Ландштейнера — Институт урологии и андрологии [Вена, Австрия]

### Аннотация

Физиотерапия — способ лечения широкого спектра заболеваний различных органов и систем, эффективность и целесообразность которого является предметом больших дискуссий научного сообщества на протяжении последних нескольких десятков лет. В урологии этот метод используется, в том числе при лечении пациентов с эректильной дисфункцией (ЭД), вызванной нарушением трофики тканей наружных половых органов вследствие перенесённой радикальной простатэктомии, атеросклероза, сахарного диабета, болезни Пейрони. Одним из широко распространённых эффективных и перспективных физиотерапевтических методов лечения васкулогенной ЭД является ударно-волновая терапия, основанная на дистанционном действии сфокусированной акустической волны малой интенсивности. Установлено также, что основные эффекты ударных волн, создаваемых прибором, запускают процессы неоангиогенеза и регенерации нервных волокон, замедляют фиброзную перестройку кавернозных тел и снижают симпатическое влияние на кавернозные мышцы. Некоторые системы (например, радиоволновые) в дополнение к вышеперечисленным эффектам оказывают согревающее действие, что ускоряет метаболизм и улучшает регенеративные процессы в тканях. Все применяемые на сегодняшний день ударно-волновые и радиоволновые системы демонстрируют свою эффективность при сопоставлении с sham-контролем, однако в немногочисленных сравнительных исследованиях никакой значимой разницы в эффективности между разными подходами не обнаружено. Клинические рекомендации рассматривают физиотерапию только в качестве альтернативного способа лечения пациентов с васкулогенной ЭД лёгкой степени тяжести, резистентных к пероральной вазоактивной терапии или неприемлющих приём этих препаратов. Тем не менее некоторые исследования позволяют судить об эффективности лечения этим способом пациентов с любой этиологией состояния, при этом результат лечения не зависит от количества курсов лечения, их длительности, количества импульсов за курс и периодичности сеансов терапии. Эти факторы вкуче с некоторыми недостатками оригинальных исследований (например, большой процент выхода пациентов из наблюдения) ставят под сомнение органотропность физиотерапии, вследствие чего требуются дополнительные сравнительные исследования, направленные на определение оптимального режима дозирования и изучение доли влияния органотропного и психологического компонентов физиотерапии на итоговые результаты лечения. Настоящее исследование направлено на обобщение имеющихся на настоящий момент данных, оценивающих результативность существующих видов физиотерапии, сравнение эффективности разных технологий при лечении пациентов с ЭД.

**Ключевые слова:** эректильная дисфункция; физиотерапия; ударно-волновая терапия; радиоволновая терапия

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Вклад авторов:** А.А. Андросов — концепция исследования, разработка дизайна исследования, обзор литературы, сбор данных, анализ данных, написание текста рукописи; Л.Л. Чувалов, М.С. Тараткин, Д.О. Королев, Ю.П. Горобец — концепция исследования, разработка дизайна исследования, научное редактирование; Л.М. Рапопорт, Д.В. Еникеев, Д.Г. Цариченко, М.Э. Еникеев — научное руководство, критический обзор, концепция исследования.

✉ **Корреспондирующий автор:** Леонид Леонидович Чувалов; [chvalovleo386@mail.ru](mailto:chvalovleo386@mail.ru)

**Поступила в редакцию:** 26.03.2023. **Принята к публикации:** 14.06.2023. **Опубликована:** 26.09.2023.

**Для цитирования:** Андросов А.А., Чувалов Л.Л., Тараткин М.С., Королев Д.О., Горобец Ю.П., Рапопорт Л.М., Еникеев Д.В., Цариченко Д.Г., Еникеев М.Э. Физиотерапевтические подходы к лечению эректильной дисфункции: общие принципы и оценка эффективности применяемых систем. *Вестник урологии*. 2023;11(3):87-97. DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-3-87-97.

# Physiotherapeutic approaches for the erectile dysfunction management: basic principles and an efficacy evaluation of the current technologies

© Alexander A. Androsov<sup>1</sup>, Leonid L. Chuvalov<sup>1</sup>, Mark S. Taratkin<sup>1</sup>,  
Dmitry O. Korolev<sup>1</sup>, Yuri P. Gorobets<sup>2,3</sup>, Leonid M. Rapoport<sup>1</sup>,  
Dmitry V. Enikeev<sup>1,4,5</sup>, Dmitry G. Tsarichenko<sup>1</sup>, Mikhail E. Enikeev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) [Moscow, Russian Federation]

<sup>2</sup> Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry [Moscow, Russian Federation]

<sup>3</sup> Noginsk Regional Hospital [Noginsk, Russian Federation]

<sup>4</sup> Medical University of Vienna [Vienna, Austria]

<sup>5</sup> Karl Landsteiner University of Health Sciences — Institute of Urology and Andrology [Vienna, Austria]

## Abstract

Physiotherapy is a treatment method for a wide range of diseases of various organs and systems. Its efficacy and practicability are of the great discussions during the past few decades. In urology, this method is used for treatment of erectile dysfunction (ED) caused by a violation of the trophism of genitalia due to radical prostatectomy, atherosclerosis, diabetes mellitus, Peyronie's disease. Shock wave therapy based on the remote action of a low-intensity focused acoustic wave is one of the widely used effective physiotherapeutic methods for the treatment of vasculogenic ED. The main effects of shock waves are neoangiogenesis, nerve fibers regeneration, deceleration of the cavernous fibrosis and reduction of the sympathetic outflow. Some technologies (e.g. radio waves) in addition to those effects also warm the tissues, what accelerates metabolism and improves regenerative processes. All shockwave and radiowave technologies have already demonstrated their efficacy compared with sham control. However, in the few comparative studies, no significant difference was found in efficacy between different technologies. Clinical guidelines consider physiotherapy only as an alternative treatment for patients with mild vasculogenic ED who are refractory or unresponsive to oral vasoactive therapy. Nevertheless, some studies make it possible to judge the efficacy of physiotherapy for treatment of patients with either etiology of the ED. The result of the ED treatment does not depend on the number of treatment courses, their duration, the number of pulses per course and the periodicity of therapy sessions. Also, the original studies have some major shortcomings (i.e. a large percentage of patients dropping out of follow-up). These factors cast doubt on the organotropism of physiotherapy. So, additional comparative studies are required to determine the optimal dosing regimen and to explore the influence of physiotherapy organotropic and psychological components on the results of the treatment. The study aimed to summarize the currently available data evaluating the efficacy of different physiotherapeutic technologies, to compare the efficacy of different technologies for ED treatment.

**Keywords:** erectile dysfunction; physical therapy modalities; radiowave therapy; low-intensity extracorporeal shock wave therapy

**Financing.** The study was not sponsored. **Conflict of interest.** The authors declare no conflicts of interest. **Authors' contribution:** A.A. Androsov — study concept, study design development, literature review, data acquisition, data analysis, drafting the manuscript; L.L. Chuvalov, M.S. Taratkin, D.O. Korolev, Y.P. Gorobets — study concept, study design development, scientific editing; L.M. Rapoport, D.V. Enikeev, D.G. Tsarichenko, M.E. Enikeev — supervision, critical review, study concept.

✉ **Corresponding author:** Leonid L. Chuvalov; chuvalovleo386@mail.ru

**Received:** 03/26/2023. **Accepted:** 06/14/2023. **Published:** 09/26/2023.

**For citation:** Androsov A.A., Chuvalov L.L., Taratkin M.S., Korolev D.O., Gorobets Y.P., Rapoport L.M., Enikeev D.V., Tsarichenko D.G., Enikeev M.E. Physiotherapeutic approaches for the erectile dysfunction management: basic principles and an efficacy evaluation of the current technologies. *Urology Herald*. 2023;11(3):87-97. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-3-87-97.

## Введение

Эректильная дисфункция (ЭД) — это продолжающаяся более 3 месяцев неспособность достижения или поддержания эрекции, достаточной для проведения полового акта [1, 2]. Это расстройство негативно влияет на физическое и психосоциальное здоровье мужчин, а также оказывает значитель-

ное влияние на качество их жизни [3]. ЭД является многофакторным заболеванием; в зависимости от преобладающих причин развития выделяют психогенную, органическую (нейрогенную, эндокринную, васкулогенную, лекарственно-индуцированную и другие) и смешанную ЭД. Васкулогенная ЭД является самым распространённым ви-

дом органической ЭД; встречается в 40% случаев у пациентов, в анамнезе которых сердечно-сосудистые заболевания (по данным крупного эпидемиологического исследования Massachusetts Male Aging Study (MMAS)) [4].

Лечение эректильной дисфункции может проводиться как консервативно, так и хирургически. Основным принципом консервативного ведения пациентов в зависимости от этиологии заболевания является их лечение и коррекция метаболических расстройств у пациентов с органической ЭД и психотерапия у пациентов с психогенной ЭД. Модификация образа жизни пациентов (отказ от употребления алкоголя, прекращение курения и наличие ежедневных умеренных физических нагрузок) способствует не только лечению заболеваний, вызывающих ЭД, но и увеличению эффективности лечебных мероприятий при ЭД [5].

Согласно клиническим рекомендациям Российского общества урологов (РОУ) и European Association of Urology (EAU) / Европейской ассоциации урологов (EAU), первой линией консервативной терапии ЭД являются ингибиторы фосфодиэстеразы 5 типа [1, 2]. Однако не для всех пациентов подходит такое лечение: кто-то из пациентов оказывается резистентным к таблетированным препаратам, а часть пациентов (по причине развития побочных эффектов) от приёма препаратов воздерживается [6]. Лечение пациентов с васкулогенной эректильной дисфункцией представляет особые трудности по причине нарушения кровоснабжения половых органов, поэтому они нуждаются не только в улучшении притока крови к половым органам, но и в улучшении микроциркуляции в целом, чего не всегда удаётся достичь только с помощью медикаментозной терапии [7]. При этом многие пациенты категорически против хирургического вмешательства по поводу этого состояния, вследствие чего в последние годы нарастает интерес к физиотерапевтическим и малоинвазивным методам лечения эректильной дисфункции [8].

**Цель исследования.** Обобщить имеющиеся на настоящий момент данных, оценивающих результативность существующих видов физиотерапии, сравнение эффективности разных технологий при лечении пациентов с ЭД.

## Материалы и методы

Проведён систематический поиск литературы в базах данных PubMed/Medline, Scopus, РИНЦ по ключевым словам: «эректильная дисфункция», «низкоэнергетическая ударно-волновая терапия», «электромагнитный», «электрогидравлический», «пьезоэлектрический», «радиоволновая электротерапия», «erectile dysfunction», «low-intensity shockwave therapy», «Li-ESWT», «electromagnetic», «electrohydraulic», «piezoelectric», «radiowave electrotherapy». После детальной проверки достоверности источников, исключения дубликатов статей, клинических случаев и тезисов конференций в финальную версию обзора непосредственно для цитирования отобраны 34 публикации.

## Результаты

**Общие принципы физиотерапии ЭД.** Физиотерапевтические приборы реализуют своё влияние на органы малого таза через генерацию высокоскоростных импульсов — ударных волн или радиоволн. В зависимости от способа преобразования электроэнергии в механическую (энергию ударных волн) выделяют электрогидравлические, электромагнитные и пьезоэлектрические аппараты [9]. Более современной технологией являются радиоволновые системы, которые (в отличие от ударно-волновых генераторов) оказывают на ткани не только вибрационное воздействие, но и электро-термическое (согревающее) [10]. Основными зонами воздействия во время проведения сеансов ударно-волновой терапии являются кавернозные тела, в том числе ножки полового члена.

К основным механизмам терапевтического воздействия физиотерапевтических методов при лечении эректильной функции пациентов относятся следующие [11]:

1) стимуляция неоангиогенеза путём повышения экспрессии эндотелиального фактора роста и увеличения количества эндотелиальных клеток-предшественников [12, 13];

2) регенерация нервных волокон в пещеристых телах, дорсальных артериях и кавернозных нервах, активация пролиферации шванновских клеток [14, 15];

3) предотвращение фиброзной перестройки кавернозных тел путём ингибирования сигнального пути трансформиру-

щего фактора роста- $\beta 1$  [14];

4) снижение симпатического воздействия на кавернозные мышцы, приводящее к улучшению их кровоснабжения и облегчающее релаксацию и индукцию эрекции [16].

**Физиотерапия посредством электромагнитных аппаратов.** Принцип действия электромагнитных генераторов: электрическая энергия используется для создания магнитного поля, в датчике аппарата жидкость возмущается приложением напряжения к металлическим мембранам, которое вызывает резкое их движение, что ведёт к возникновению ударной волны и её распространению, таким образом оказывая терапевтическое воздействие [9].

В клинических исследованиях электромагнитные аппараты подтверждают свою эффективность. J. Vinay et al. (2021) в своей работе сравнили влияние курса физиотерапии посредством электромагнитного аппарата RENOVA ("DirexGroup GmbH", Wiesbaden, Germany) и имитации курса лечения, выполненной с помощью идентичного по внешнему виду, массе и звучанию муляжа терапевтического датчика (sham-контроль), на эректильную функцию пациентов [17]. Пациенты рандомизированы в группу исследования и контрольную группу в соотношении 1 : 1. Курс лечения — 4 недели (по 1 сеансу в неделю), наблюдение за пациентами в течение 6 месяцев после последнего сеанса терапии. Значимых различий в эректильной функции пациентов, измеренной по международному индексу эректильной функции (МИЭФ-5) и по шкале твёрдости эрекции (ШТЭ), на этапе включения их в исследование и через 1 месяц после завершения терапии не получено. Однако, начиная с 3 месяцев после лечения, различия между группами по МИЭФ-5 существенны: у пациентов в исследуемой группе этот показатель увеличился в среднем на 3,5 балла относительно исходного уровня, а у пациентов в контрольной группе — уменьшился на 0,5 ( $p = 0,004$ ). Через 6 месяцев после окончания лечения 52,5% пациентов в экспериментальной группе имели более 2 баллов по шкале ШТЭ, в то время как в контрольной группе количество таких пациентов — 27,8% ( $p = 0,028$ ); по итогам исследования 40% пациентов в экспериментальной группе и 13,9% в контрольной

группе удовлетворены результатами лечения ( $p = 0,011$ ).

При использовании того же прибора в работе W. Baccaglini et al. (2019) получены схожие результаты [18]. Авторами изучено влияние физиотерапии на степень восстановления эректильной функции после радикальной простатэктомии у пациентов, параллельно принимающих ингибиторы фосфодиэстеразы 5 типа. В течение 16 недель после операции, во время которых пациенты в экспериментальной группе проходили восьминедельный курс физиотерапевтического лечения и принимали пероральные вазоактивные препараты, пациенты в контрольной группе получали только медикаментозное лечение. В конце периода наблюдения разница между экспериментальной и контрольной группами составила 2 балла по шкале МИЭФ-5 (12,0 и 10,0 соответственно;  $p = 0,06$ ), что само по себе не является статистически значимым отличием, однако ковариационный анализ подтверждает значимость вклада физиотерапии в итоговый результат ( $[F(1,74) = 4,366; p = 0,04]$  (контрольная группа:  $10,3 \pm 0,8$ ; экспериментальная:  $12,7 \pm 0,8$ ;  $\Delta = 2,4$ ; 95% CI: 0,1 – 4,6;  $p = 0,04$ )).

Для определения оптимальной периодичности сеансов физиотерапии P. Patel et al. (2020) провели исследование, в котором сравнили результаты лечения пациентов, проходивших сеансы терапии на протяжении одной рабочей недели (всего 5 сеансов) — группа А, и тех, кто лечился на протяжении двух недель подряд по три сеанса в неделю (всего 6 сеансов), — группа В [19]. Авторы использовали электромагнитный аппарат MoreNova ("Hikkonu Eu Ltd. of DirexGroup GmbH", Ramat HaSharon, Israel); итоговый курс лечения в обеих группах составил одинаковое количество импульсов. Через 6 месяцев после окончания лечения средний прирост показателя МИЭФ-5 составил по 2,7 балла в обеих группах, ШТЭ — по 0,6 и 0,5 в группах А и В соответственно; никаких значимых различий между группами не выявлено.

**Физиотерапия посредством электрогидравлических аппаратов.** Принцип действия электрогидравлических аппаратов: между погруженными в жидкость электродами возникает электрический разряд, который vaporизирует жидкость на поверхности электродов. При схлопывании



образовавшихся пузырьков газа и формируются ударные волны [9]. Во время сеанса лечения используются четыре зоны воздействия — пещеристое тело справа и слева, включая левую и правую ножку полового члена.

Одним из первых клинических исследований по тематике лечения пациентов с эректильной дисфункцией посредством электрогидравлической физиотерапии является работа Y. Vardi et al. (2012) [20]. Пациенты в экспериментальной группе проходили лечение на аппарате Omnispec ED1000 ("Medispec Ltd.", Yehud, Israel), лечение состояло из 2 трёхнедельных курсов по 2 сеанса в неделю, разделённых трёхнедельным перерывом; в контрольной группе процедура выполнялась посредством sham-электрода. Оценка эффективности лечения проводилась через 1 месяц после последнего сеанса терапии. По итогам исследования средняя прибавка показателя МИЭФ-5 в экспериментальной группе составила 6,7 баллов, а в группе контроля — 3,0 балла ( $p = 0,0322$ ), при этом прибавка в 5 и более баллов отмечена у 65% и 20% пациентов в экспериментальной и контрольной группах соответственно ( $p = 0,0001$ ). Также авторами оценено изменение скорости кровотока в артериях полового члена: в экспериментальной группе средний прирост показателей объёмной скорости в покое и максимальной объёмной скорости составили 4,6 мл/мин. и 8,2 мл/мин. соответственно, в то время как в контрольной группе существенного изменения значений не отмечено — 0,2 и 0,1 мл/мин. соответственно,  $p < 0,0001$ ). До начала лечения 28 (70%) мужчин в экспериментальной группе имели  $\leq 2$  баллов ШТЭ, то после лечения их осталось 9 (22,5%), в то же время в контрольной группе показатель ШТЭ у всех мужчин остался неизменным относительно исходного уровня.

V.S. Srini et al. (2015) изучены отдалённые результаты лечения посредством электрогидравлической импульсной энергии [21]. Авторы определили, что средний прирост МИЭФ-5 в экспериментальной группе через 1, 3, 6, 9 и 12 месяцев после лечения составил 12,5, 12,0, 10,7, 9,6 и 8,7 баллов соответственно. В контрольной группе изменение показателя через 1 месяц составило 1,4 балла; дальнейшее наблюдение за контрольной группой протоколом исследо-

вания не предусматривалось. Дополнительно авторы оценили изменения в структуре значений ШТЭ у пациентов в экспериментальной группе: если до начала лечения 37% пациентов имели 1 балл по ШТЭ и 63% имели 2 балла, то через 1 месяц после лечения 2 балла по ШТЭ отмечали у себя 10% пациентов, 3 балла — 42%, 4 балла — 48% пациентов.

**Физиотерапия посредством пьезоэлектрических аппаратов.** Принцип действия пьезоэлектрических аппаратов: керамические элементы в виде сферических конструкций пребывают погружёнными в резонирующую среду; при подаче напряжения керамические элементы расширяются, генерируя ударные волны [9].

Изучением эффективности пьезоэлектрической терапии занималась группа во главе с G.L. Fojecki (2017, 2018) [22, 23]. В их исследовании пациенты проходили по 2 курса терапии продолжительностью по 5 недель с 4-недельным перерывом между курсами на аппарате Piezowave ("Richard Wolf GmbH", Knittlingen, Germany). Пациенты в контрольной группе на протяжении первого курса терапии проходили лечение на sham-оборудовании, а второй курс — на том же оборудовании, что и пациенты в экспериментальной группе. Авторы сделали это для увеличения объёма выборки в рамках исследования второй фазы. Таким образом, каждый пациент в экспериментальной группе получил по 10 сеансов терапии, а в контрольной группе — по 5. Результаты лечения оценивались после первого курса терапии, а также через 6 и 12 месяцев после лечения. По завершении первого курса терапии прирост относительно исходного уровня показателя МИЭФ-5 составил 1,5 балла в контрольной группе и 2,2 балла — в экспериментальной, а по завершении второго курса — по 1,1 и 0,9 балла в контрольной и экспериментальной группах соответственно. На отдалённых сроках прирост МИЭФ-5 относительно исходного уровня в экспериментальной группе составил 2,6 и 1,9 баллов на 6 и 12 месяцев наблюдения соответственно; в контрольной группе — 4,8 и 3,1 балла при тех же сроках. Также авторы сообщили, что через 12 месяцев после лечения повышение значения ШТЭ отмечено у 34% в контрольной группе и 24% пациентов в экспериментальной. В этом исследовании авторы не обнаружили раз-

личий в отдалённых результатах у пациентов, прошедших два курса физиотерапии (экспериментальная группа) и один курс (контрольная группа).

Н.М. Adeldaeim et al. (2021) также оценивали отдалённые результаты лечения посредством пьезоэлектрической физиотерапии [24]. До начала лечения средний показатель МИЭФ-5 в единственной группе пациентов составлял 11,8 (5 – 20). Через 6 месяцев после лечения 220 (51,8%) пациентов были удовлетворены своей половой жизнью (показатель МИЭФ-5 — 22 – 25 баллов); через 30 месяцев у 168 (76,3%) из них эректильная функция оставалась на том же уровне. В качестве факторов, значимо влияющих на эффективность физиотерапевтического лечения, авторы назвали возраст, сахарный диабет, артериальная гипертензия, курение, ожирение, гиперлипидемия и исходное значение МИЭФ-5.

**Радиоволновая электротерапия — новый метод физиотерапии.** Принцип работы радиоволновых аппаратов основывается на технологии монополярной или биполярной генерации электрических импульсов с радиочастотой 400 – 450 кГц. Высокая частота оказывает не только вибрационное воздействие на ткани (как при работе ударно-волновых генераторов), но и электротермическое — ткани разогреваются под действием высокочастотной микроволновой энергии. Это ускоряет протекающий в органах малого таза метаболизм и потенцирует регенерационные процессы, запускаемые баллистическим вибрационным воздействием [25]. Системы радиоволновой терапии изначально разработаны для других областей медицины, в первую очередь для спортивной и регенеративной медицины. Однако сейчас появляются исследования по применению этого метода при лечении пациентов с эректильной дисфункцией.

В пилотном исследовании Л.Л. Чувалова и соавт. (2022) проведено сравнение результатов терапии у пациентов, лечившихся посредством монополярной радиоволновой электротерапии с частотой 448 кГц (экспериментальная группа), и пациентов, проходивших лечение с использованием sham-режима [26]. Зоной воздействия активного электрода в данном исследовании являлось: кавернозные тело (справа

и слева) и ножки полового члена. Полный курс лечения — 9 недель, на протяжении которых каждый пациент проходит по 12 сеансов физиотерапии. Оценка эффективности лечения проведена непосредственно по окончании терапии. Средний прирост показателя МИЭФ-5 в экспериментальной группе составил 7 баллов (с 13 до 20), в то время как в контрольной группе это значение остаётся без изменений (16,5) ( $p = 0,017$ ). SEP увеличен с 2 до 4 баллов в экспериментальной группе и без изменений — в контрольной группе ( $p = 0,004$ ). Shramek увеличена на 1 и 0 баллов соответственно в группах ( $p = 0,011$ ). Помимо этого, у пациентов в экспериментальной группе отмечено существенное улучшение кровообращения в пенильных артериях: пиковая систолическая скорость (ПСС) кровотока увеличилась в среднем на 6 см/сек. в правой кавернозной артерии (ПКА) ( $p = 0,079$ ), ПСС в левой кавернозной артерии (ЛКА) — на 8,7 см/сек. ( $p = 0,040$ ), конечная диастолическая скорость (КДС) в ПКА — на 3 см/сек. ( $p = 0,001$ ), КДС в ЛКА — на 2,6 см/сек. ( $p = 0,001$ ), индекс резистентности (ИР) в ПКА повысился с  $0,82 \pm 0,09$  до  $0,89 \pm 0,08$  ( $p = 0,001$ ), ИР в ЛКА снизился — с  $0,90 \pm 0,06$  до  $0,84 \pm 0,09$ , ( $p = 0,001$ ). В то же время значимого изменения показателей гемодинамики в контрольной группе не отмечено. Благодаря лечению среднее время детумесценции у пациентов в экспериментальной группе увеличилось с 65 до 120 минут ( $p = 0,009$ ), а среднее время ответа на алпростадил сократилось с 15 до 10 минут ( $p < 0,001$ ). С помощью корреляционного анализа факт проведения радиоволновой электротерапии определён как единственный, влияющий на результат лечения ( $r = 0,730$ ,  $p < 0,001$ ).

Во втором существующем на настоящий момент исследовании по лечению пациентов с ЭД посредством применения радиоволновой терапии J. Gruenwald et al. (2023) получили схожие результаты [27]. Авторы использовали радиоволновую систему Vertica (“Ohhmed Medical Ltd.”, Tiberias, Israel), способную генерировать импульсы с частотой 1 МГц. Курс лечения длился 2 месяца, за это время каждый пациент проходил по 12 сеансов терапии. Результаты лечения оценивались через 1 месяц после последнего сеанса. Контрольная группа протоколом исследова-

ния не предусматривалась. По окончании лечения у пациентов отмечалось существенное повышение среднего значения МИЭФ-5 (с  $16,8 \pm 3,1$  до  $24,4 \pm 4,4$ ,  $p < 0,01$ ) и ШТЭ (с  $2,2 \pm 0,8$  до  $3,2 \pm 0,5$ ,  $p < 0,01$ ), при этом по результатам лечения показатель МИЭФ-5 пришёл к нормальному значению ( $> 25$  баллов) у 50% пациентов, также отмечено восстановление спонтанных утренних эрекций у 43% пациентов. По итогам минимальное клинически значимое улучшение эректильной функции (4 балла по МИЭФ-5 [28]) отмечалось у 89% пациентов, при этом выраженность лечебного эффекта не зависела от возраста пациентов ( $p = 0,69$ ), исходной эректильной функции ( $p = 0,84$ ) или приёма ингибиторов фосфодиэстеразы 5 типа ( $p = 0,12$ ).

На момент обзора литературы имеется только две работы, описывающие эффекты радиоволновой электротерапии у пациентов с эректильной дисфункцией; также нет других работ, оценивающих ранние и отдалённые результаты терапии или сравнивающие метод радиоволновой электротерапии с ударно-волновыми методиками.

**Сравнение эффективности разных типов генераторов ударных волн.** Следующий этап изучения влияния физиотерапии на эректильную функцию пациентов — сравнение эффективности разных видов генераторов энергии.

В работе S.S. Wu et al. (2020) проведено сравнение результатов лечения посредством электромагнитного и электрогидравлического аппаратов, работающих на идентичных настройках [29]. Через 6 недель после лечения прирост показателя МИЭФ-5 у пациентов, проходивших лечение посредством электромагнитного прибора, составило 6,8 баллов, а у проходивших лечение посредством электрогидравлического аппарата — 6,2 балла; значимое клиническое улучшение (прирост  $\geq 2$  баллов) в этих группах — у 75% и 54% пациентов соответственно. Никаких значимых различий в выраженности эффектов лечения между группами не отмечено, результаты терапии в двух группах абсолютно сопоставимы ( $p = 0,42$ ).

J. Ghahhari et al. (2022) также проведено сравнение этих способов лечения [30]. Средний прирост МИЭФ-5 в обеих группах 5,49 баллов, ШТЭ — 1,18 ( $p < 0,0001$ ). Никаких значимых различий между группа-

ми в исследовании не установлено. Кроме того, результаты регрессионного анализа показывают отсутствие взаимосвязи между эффективностью лечения и видом генератора ударных волн.

### Обсуждение

Как следует из результатов сравнительных исследований, эффективность ударно-волновой электротерапии не зависит от вида генератора импульсов: электромагнитные, электрогидравлические и пьезоэлектрические системы показывают схожие краткосрочные и отдалённые результаты. Также не обнаружено взаимосвязи между эффективностью лечения и видом распространения импульсов: и сфокусированные, и рассеянные (радиальные) аппараты демонстрируют аналогичное действие на состояние пациентов [29, 30]. С учётом отсутствия влияния на эффективность лечения таких факторов, как количество курсов терапии [22], их длительность [17, 18], количество импульсов за курс, периодичность сеансов [19], не слишком высокое качество большинства работ по тематике (в контролируемых исследованиях из наблюдения обычно выходят до 15 – 40% пациентов [20, 21]), можно говорить об отсутствии абсолютной органотропности физиотерапевтических методов воздействия, что косвенно подтверждается отсутствием тропности эффекта физиотерапии в отношении исключительно васкулогенной ЭД (патофизиологически обосновано) и улучшением показателей эректильной функции у пациентов вне зависимости от этиологии заболевания [30].

Тем не менее результаты множества РКИ с sham-контролем и недавних мета-анализов [31, 32] указывают на эффективность физиотерапевтических методов при лечении пациентов с ЭД. Низкоэнергетическая ударно-волновая терапия (обобщённое понятие, включающее электромагнитные, электрогидравлические и пьезоэлектрические аппараты) рекомендована РОУ и ЕАУ в качестве альтернативного способа лечения пациентов с васкулогенной ЭД лёгкой степени тяжести [1, 2]. Поскольку физиотерапевтическое лечение пациентов с васкулогенной эректильной дисфункцией высокоэффективно, необходима дальнейшая разработка новых физиотерапевтических аппаратов с соответствующими



оптимальными режимами, эффективными и для других видов ЭД. Особый интерес представляет возможность применения физиотерапии для профилактики ЭД после радикальной простатэктомии, поскольку трофический эффект низкоэнергетической ударно-волновой терапии реализуется через нормализации микроциркуляции в органах малого таза, следует предполагать, что она может применяться в составе программы пенильной реабилитации после радикальной простатэктомии для профилактики кавернозного фиброза наряду с вакуум-индуцированной эрекцией, ингибиторами фосфодиэстеразы 5 типа и инъекциями препаратов простагландина [33, 34]. Однако для этого необходимы дальнейшие исследования по определению оптимальных схем дозирования ударно-волновой или радиоволновой нагрузки.

## Заключение

Физиотерапия посредством ударно-волновой или радиоволновой электро-терапии — эффективный способ лечения васкулогенной эректильной дисфункции вне зависимости от вида применяемых источников энергии.

На основании анализа опубликованных результатов проведённых клинических исследований по применению ударно-волновой и радиоволновой терапии в лечении пациентов с васкулогенной ЭД, можно сделать вывод о необходимости и перспективности дальнейших разработок новых физиотерапевтических аппаратов на основе описанных методик с подбором (на основании исследований) соответствующих оптимальных режимов воздействия при лечении пациентов с ЭД.

## Список литературы | References

1. Salonia A, Bettocchi C, Capogrosso P, Carvalho J, Corona G, Hatzichristodoulou G, Jones TH, Kadioglu A, Martinez-Salamanca JI, Minhas S, Serefoglu EC, Verze P. Sexual and Reproductive Health. EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress Milan 2023. ISBN 978-94-92671-19-6
2. Чалый М.Е., Ахвледиани Н.Д., Харчилава Р.Р. Российские клинические рекомендации. Эректильная дисфункция. Урология. 2017;2 (supplement):20-29. Chalyi M.E., Akhvediani N.D., Kharchilava R.R. Russian clinical guidelines. Erectile dysfunction. Urologiia. 2017;2 (supplement):20-29. (In Russian). DOI: 10.18565/urol.2017.2-supplement.20-29
3. Пушкарь Д.Ю., Куликов А.Г., Касян Г.Р., Куприянов Ю.А., Ромих В.В., Захарченко А.В., Воронина Д.Д., Ярустовская О.В., Зайцева Т.Н. Экстракорпоральная магнитная стимуляция нервно-мышечного аппарата тазового дна в урологической практике. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2019;18(4):264-276. Pushkar D.Y., Kulikov A.G., Kasyan G.R., Kupriyanov Y.A., Romikh V.V., Zakharchenko A.V., Voronina D.D., Yarustovskaya O.V., Zaytseva T.N. Extracorporeal magnetic stimulation of the pelvic floor neuromuscular system in urological practice. Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation. 2019;18(4):264-276. (In Russian). DOI: 10.17816/1681-3456-2019-18-4-264-276
4. Feldman HA, Goldstein I, Hatzichristou DG, Krane RJ, McKinlay JB. Impotence and its medical and psychosocial correlates: results of the Massachusetts Male Aging Study. J Urol. 1994;151(1):54-61. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)34871-1
5. 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. Arch Intern Med. 2011;171(20):1797-803. DOI: 10.1001/archinternmed.2011.440
6. Ventimiglia E, Capogrosso P, Montorsi F, Salonia A. The safety of phosphodiesterase type 5 inhibitors for erectile dysfunction. Expert Opin Drug Saf. 2016;15(2):141-52. DOI: 10.1517/14740338.2016.1131818
7. Ефремов Е.А., Касатонova Е.В., Мельник Я.И. Применение силденафила цитрата при эректильной дисфункции различной этиологии. Урология. 2015;(2):117-121. Efremov E.A., Kasatonova E.V., Melnik J.I. Use of sildenafil citrate for treatment of erectile dysfunction of various etiology. Urologiia. 2015;(2):117-121. (In Russian). eLIBRARY ID: 23608528; EDN: TWQGPB
8. Чувалов Л.Л., Королёв Д.О., Горобец Ю.П., Фиев Д.Н., Лумпов И.С., Иванян Г.И., Штеренгарц С.Н., Фокин И.В., Еникеев М.Э., Олефир Ю.В. Современные технологии и новые тенденции в консервативном лечении эректильной дисфункции. Вопросы урологии и андрологии. 2021;9(1):27-34. Chuvalov L.L., Korolev D.O., Gorobets Yu.P., Fiev D.N., Lumpov I.S., Ivanyan G.A., Shterengarts S.N., Fokin I.V., Enikeev M.E., Olefir Yu.V. Modern technologies and new trends in conservative treatment of erectile dysfunction. Vopr. urol. androl. (Urology and Andrology). 2021;9(1):27-34. (In Russian). DOI: 10.20953/2307-6631-2021-1-27-34
9. Katz JE, Clavijo RI, Rizk P, Ramasamy R. The Basic Physics of Waves, Soundwaves, and Shockwaves for Erectile Dysfunction. Sex Med Rev. 2020;8(1):100-105. DOI: 10.1016/j.sxmr.2019.09.004
10. van der Lugt C, Romero C, Ancona D, Al-Zarouni M, Perera J, Trelles MA. A multicenter study of cellulite treatment with a variable emission radio frequency system. Dermatol Ther. 2009;22(1):74-84. DOI: 10.1111/j.1529-8019.2008.01218.x
11. Porst H. Review of the Current Status of Low Intensity Extracorporeal Shockwave Therapy (Li-ESWT) in Erectile Dysfunction (ED), Peyronie's Disease (PD), and Sexual Rehabilitation After Radical Prostatectomy With Special Focus



- on Technical Aspects of the Different Marketed ESWT Devices Including Personal Experiences in 350 Patients. *Sex Med Rev.* 2021;9(1):93-122. DOI: 10.1016/j.sxmr.2020.01.006
12. Qiu X, Lin G, Xin Z, Ferretti L, Zhang H, Lue TF, Lin CS. Effects of low-energy shockwave therapy on the erectile function and tissue of a diabetic rat model. *J Sex Med.* 2013;10(3):738-46. DOI: 10.1111/jsm.12024
13. Li H, Matheu MP, Sun F, Wang L, Sanford MT, Ning H, Banie L, Lee YC, Xin Z, Guo Y, Lin G, Lue TF. Low-energy Shock Wave Therapy Ameliorates Erectile Dysfunction in a Pelvic Neurovascular Injuries Rat Model. *J Sex Med.* 2016;13(1):22-32. Erratum in: *J Sex Med.* 2016;13(4):732. PMID: 26755082. DOI: 10.1016/j.jsxm.2015.11.008
14. Sokolakis I, Dimitriadis F, Teo P, Hatzichristodoulou G, Hatzichristou D, Giuliano F. The Basic Science Behind Low-Intensity Extracorporeal Shockwave Therapy for Erectile Dysfunction: A Systematic Scoping Review of Pre-Clinical Studies. *J Sex Med.* 2019;16(2):168-194. DOI: 10.1016/j.jsxm.2018.12.016
15. Wang B, Ning H, Reed-Maldonado AB, Zhou J, Ruan Y, Zhou T, Wang HS, Oh BS, Banie L, Lin G, Lue TF. Low-Intensity Extracorporeal Shock Wave Therapy Enhances Brain-Derived Neurotrophic Factor Expression through PERK/ATF4 Signaling Pathway. *Int J Mol Sci.* 2017;18(2):433. DOI: 10.3390/ijms18020433
16. Sokolakis I, Dimitriadis F, Psalla D, Karakioulakis G, Kalyvianakis D, Hatzichristou D. Effects of low-intensity shock wave therapy (LiST) on the erectile tissue of naturally aged rats. *Int J Impot Res.* 2019;31(3):162-169. DOI: 10.1038/s41443-018-0064-0
17. Vinay J, Moreno D, Rajmil O, Ruiz-Castañe E, Sanchez-Curbelo J. Penile low intensity shock wave treatment for PDE5I refractory erectile dysfunction: a randomized double-blind sham-controlled clinical trial. *World J Urol.* 2021;39(6):2217-2222. DOI: 10.1007/s00345-020-03373-y
18. Baccaglioni W, Pazeto CL, Corrêa Barros EA, Timóteo F, Monteiro L, Saad Rached RY, Navas A, Glina S. The Role of the Low-Intensity Extracorporeal Shockwave Therapy on Penile Rehabilitation After Radical Prostatectomy: A Randomized Clinical Trial. *J Sex Med.* 2020;17(4):688-694. DOI: 10.1016/j.jsxm.2019.12.024
19. Patel P, Katz J, Lokeshwar SD, Molina M, Reis IM, Clavijo R, Ramasamy R. Phase II Randomized, Clinical Trial Evaluating 2 Schedules of Low-Intensity Shockwave Therapy for the Treatment of Erectile Dysfunction. *Sex Med.* 2020;8(2):214-222. DOI: 10.1016/j.esxm.2020.01.010
20. Vardi Y, Appel B, Kilchevsky A, Gruenwald I. Does low intensity extracorporeal shock wave therapy have a physiological effect on erectile function? Short-term results of a randomized, double-blind, sham controlled study. *J Urol.* 2012;187(5):1769-75. DOI: 10.1016/j.juro.2011.12.117
21. Srini VS, Reddy RK, Shultz T, Denes B. Low intensity extracorporeal shockwave therapy for erectile dysfunction: a study in an Indian population. *Can J Urol.* 2015;22(1):7614-22. PMID: 25694008.
22. Fojecki GL, Tiessen S, Osther PJS. Effect of Linear Low-Intensity Extracorporeal Shockwave Therapy for Erectile Dysfunction-12-Month Follow-Up of a Randomized, Double-Blinded, Sham-Controlled Study. *Sex Med.* 2018;6(1):1-7. DOI: 10.1016/j.esxm.2017.09.002
23. Fojecki GL, Tiessen S, Osther PJ. Effect of Low-Energy Linear Shockwave Therapy on Erectile Dysfunction-A Double-Blinded, Sham-Controlled, Randomized Clinical Trial. *J Sex Med.* 2017;14(1):106-112. DOI: 10.1016/j.jsxm.2016.11.307
24. Adeldaeim HM, Abouyoussef T, Gebaly OE, Assem A, Wahab MMA, Rashad H, Sakr M, Zahran AR. Prognostic Indicators for Successful Low-intensity Extracorporeal Shock Wave Therapy Treatment of Erectile Dysfunction. *Urology.* 2021;149:133-139. DOI: 10.1016/j.urology.2020.12.019
25. Hernández-Bule ML, Martínez-Botas J, Trillo MÁ, Paíno CL, Úbeda A. Antiadipogenic effects of subthermal electric stimulation at 448 kHz on differentiating human mesenchymal stem cells. *Mol Med Rep.* 2016;13(5):3895-903. DOI: 10.3892/mmr.2016.5032
26. Чувалов Л.Л., Королев Д.О., Азильгареева К.Р., Тараткин М.С., Олефир Ю.В., Фиев Д.Н., Лумпов И.С., Горобец Ю.П., Еникеев Д.В., Рапопорт Л.М., Еникеев М.Э. Радиоволновая электротерапия с радиочастотой 448 кГц в лечении пациентов с органической эректильной дисфункцией: проспективное рандомизированное простое слепое Sham-контролируемое исследование в параллельных группах. *Урология.* 2022;(2):54-58. Chuvalov L.L., Korolev D.O., Azilgareeva C.R., Taratkin M.S., Olefir Y.V., Fiev D.N., Lumpov I.S., Gorobets Y.P., Enikeev D.V., Rapoport L.M., Enikeev M.E. Radio wave electrotherapy with a radiofrequency of 448 khz for the treatment of patients with organic erectile dysfunction: a prospective, randomized, blind, Sham-controlled, parallel-group study. *Urologia.* 2022;(2):54-58. (In Russian). DOI: 10.18565/urology.2022.2.54-58
27. Gruenwald I, Appel B, Shechter A, Greenstein A. Radiofrequency energy in the treatment of erectile dysfunction-a novel cohort pilot study on safety, applicability, and short-term efficacy. *Int J Impot Res.* 2023 Aug 17. Epub ahead of print. PMID: 37592175. DOI: 10.1038/s41443-023-00733-1
28. Rosen RC, Allen KR, Ni X, Araujo AB. Minimal clinically important differences in the erectile function domain of the International Index of Erectile Function scale. *Eur Urol.* 2011;60(5):1010-6. DOI: 10.1016/j.eururo.2011.07.053
29. Wu SS, Ericson KJ, Shoskes DA. Retrospective comparison of focused shockwave therapy and radial wave therapy for men with erectile dysfunction. *Transl Androl Urol.* 2020;9(5):2122-2128. DOI: 10.21037/tau-20-911
30. Ghahhari J, De Nunzio C, Lombardo R, Ferrari R, Gatti L, Ghidini N, Piazza RC, Faieta A, Cindolo L. Shockwave Therapy for Erectile Dysfunction: Which Gives the Best Results? A Retrospective National, Multi-Institutional Comparative Study of Different Shockwave Technologies. *Surg Technol Int.* 2022;40:213-218. DOI: 10.52198/22.STI.40.UR1556
31. Yao H, Wang X, Liu H, Sun F, Tang G, Bao X, Wu J, Zhou Z, Ma J. Systematic Review and Meta-Analysis of 16 Randomized Controlled Trials of Clinical Outcomes of Low-Intensity Extracorporeal Shock Wave Therapy in Treating Erectile Dysfunction. *Am J Mens Health.* 2022;16(2):15579883221087532. DOI: 10.1177/15579883221087532
32. Rho BY, Kim SH, Ryu JK, Kang DH, Kim JW, Chung DY. Efficacy of Low-Intensity Extracorporeal Shock Wave Treat-

- ment in Erectile Dysfunction Following Radical Prostatectomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Clin Med. 2022;11(10):2775.  
DOI: 10.3390/jcm11102775
33. Осадчинский А.Е., Виноградов И.В., Даренков С.П. Вакуум индуцированная эрекция – профилактика гипоксии кавернозной ткани у пациентов после радикальной простатэктомии. Вестник урологии. 2018;6(1):48-54. Osadchinskii A.E., Vinogradov I.V., Darenkov S.P. Vacuum therapy – prevention of hypoxia of cavernous tissue patients after radical prostatectomy. Urology Herald. 2018;6(1):48-54. (In Russian).  
DOI: 10.21886/2308-6424-2018-6-1-48-54
34. Карнаух П.А., Яйцев С.В., Важенин А.В., Золотых М.А., Перетрухин А.А. Профилактика и лечение эректильной дисфункции у пациентов после радикальной нервосберегающей простатэктомии. Вестник урологии. 2015;4(4):50-64. Karnaukh P.A., Jaitcev S.V., Vazhenin A.V., Zolotykh M.A., Peretruhin A.A. Prevention and treatment of erectile dysfunction in patients after radical nervesparing prostatectomy. Urology Herald. 2015;4(4):50-64. (In Russian).  
DOI: 10.21886/2308-6424-2015-0-4-50-64

### Сведения об авторах

**Александр Александрович Андросов** — студент Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)  
Москва, Россия  
<https://orcid.org/0000-0001-8811-8844>  
[alexander.a.androsov@gmail.com](mailto:alexander.a.androsov@gmail.com)

**Леонид Леонидович Чувалов** — врач-уролог лечебно-диагностического отделения № 4, ассистент Института урологии и репродуктивного здоровья человека ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)  
Москва, Россия  
<https://orcid.org/0009-0005-5842-0782>  
[chuvalovleo386@mail.ru](mailto:chuvalovleo386@mail.ru)

**Марк Сергеевич Тараткин** — врач-уролог; научный сотрудник Института урологии и репродуктивного здоровья человека ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)  
Москва, Россия  
<https://orcid.org/0000-0003-4369-173X>  
[marktaratkin@gmail.com](mailto:marktaratkin@gmail.com)

**Дмитрий Олегович Королев** — канд. мед. наук; врач-уролог урологического отделения № 2, старший научный сотрудник, ассистент Института урологии и репродуктивного здоровья человека ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)  
Москва, Россия  
<https://orcid.org/0000-0001-8861-8187>  
[korolevdmityo@gmail.com](mailto:korolevdmityo@gmail.com)

**Юрий Павлович Горобец** — аспирант кафедры урологии ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России; врач-уролог поликлиники № 1 ГБУЗ МО «Ногинская ОБ»  
Москва, Россия  
<https://orcid.org/0009-0007-9621-7253>  
[gorobets9@yandex.ru](mailto:gorobets9@yandex.ru)

**Леонид Михайлович Рапопорт** — д-р мед. наук, профессор; директор клиники урологии Института урологии и репродуктивного здоровья человека ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)  
Москва, Россия  
<https://orcid.org/0000-0001-7787-1240>  
[urologystatement9@yandex.ru](mailto:urologystatement9@yandex.ru)

### Information about the authors

**Alexander A. Androsov** — Student, Sklifosovsky Institute for Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)  
Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0001-8811-8844>  
[alexander.a.androsov@gmail.com](mailto:alexander.a.androsov@gmail.com)

**Oleg P. Petrov** — M.D.; Urologist, Medical and Diagnostic Division No. 4; Assist. of Institute for Urology and Reproductive Health, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)  
Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0009-0005-5842-0782>  
[chuvalovleo386@mail.ru](mailto:chuvalovleo386@mail.ru)

**Mark S. Taratkin** — M.D.; Urologist, Researcher, Institute for Urology and Reproductive Health, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)  
Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0003-4369-173X>  
[marktaratkin@gmail.com](mailto:marktaratkin@gmail.com)

**Dmitry O. Korolev** — M.D., Cand.Sc.(Med); Urologist, Urological Division No. 2, Senior Researcher, Assistant, Institute for Urology and Reproductive Health, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)  
Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0001-8861-8187>  
[korolevdmityo@gmail.com](mailto:korolevdmityo@gmail.com)

**Yuri P. Gorobets** — M.D.; Postgrad. Student, Department of Urology, Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; Urologist, Outpatient Unit, Noginsk Regional Hospital  
Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0009-0007-9621-7253>  
[gorobets9@yandex.ru](mailto:gorobets9@yandex.ru)

**Leonid M. Rapoport** — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof.; Headmaster, Urology Clinic of Institute for Urology and Reproductive Health, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)  
Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0001-7787-1240>  
[urologystatement9@yandex.ru](mailto:urologystatement9@yandex.ru)

**Дмитрий Викторович Еникеев** — д-р мед. наук, профессор; профессор Института урологии и репродуктивного здоровья человека ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)

*Москва, Россия*

Доцент кафедры урологии Венского медицинского университета; доцент института урологии и андрологии им. Карла Ландштайнера

*Вена, Австрия*

<https://orcid.org/0000-0001-7169-2209>

[dvenikeev@gmail.com](mailto:dvenikeev@gmail.com)

**Дмитрий Георгиевич Цариченко** — д-р мед. наук, профессор; врач-уролог урологического отделения № 1 Института урологии и репродуктивного здоровья человека ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)

*Москва, Россия*

<https://orcid.org/0000-0002-3608-8759>

[urologystatement9@yandex.by](mailto:urologystatement9@yandex.by)

**Михаил Эликович Еникеев** — д-р мед. наук, профессор; заведующий урологическим отделением № 2 Института урологии и репродуктивного здоровья человека ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)

*Москва, Россия*

<https://orcid.org/0000-0002-3007-1315>

[urologystatement9@yandex.kz](mailto:urologystatement9@yandex.kz)

**Dmitry V. Enikeev** — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof.; Prof., Institute for Urology and Reproductive Health, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

*Moscow, Russian Federation*

Adjunct Prof., Dept. of Urology and Comprehensive Cancer Centre, Medical University of Vienna | MedUni Vienna; Adjunct Prof., Karl Landsteiner Institute of Urology and Andrology

*Vienna, Austria*

<https://orcid.org/0000-0001-7169-2209>

[dvenikeev@gmail.com](mailto:dvenikeev@gmail.com)

**Dmitry G. Tsarichenko** — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof.; Urologist, Urological Division No. 1, Institute for Urology and Reproductive Health, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

*Moscow, Russian Federation*

<https://orcid.org/0000-0002-3608-8759>

[urologystatement9@yandex.by](mailto:urologystatement9@yandex.by)

**Mikhail E. Enikeev** — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof.; Head, Urological Division No. 2, Institute for Urology and Reproductive Health, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

*Moscow, Russian Federation*

<https://orcid.org/0000-0002-3007-1315>

[urologystatement9@yandex.kz](mailto:urologystatement9@yandex.kz)