

© А.Е. Осадчинский, И.В. Виноградов, С.П. Даренков, 2018
УДК 616.66-001.8+616.69-008.1]-084:616.65-089.87:615.8
DOI 10.21886/2308-6424-2018-6-1-48-54
ISSN 2308-6424

Вакуум индуцированная эрекция – профилактика гипоксии кавернозной ткани у пациентов после радикальной простатэктомии

А.Е. Осадчинский¹, И.В. Виноградов², С.П. Даренков³

¹Департамент здравоохранения города Москвы; Москва, Россия

²ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»; Москва, Россия

³ФГБУ ДПО «ЦГМА»; Москва, Россия

Пациенты, перенесшие радикальную простатэктомию с применением нервосберегающей техники по поводу рака предстательной железы без проведения соответствующей программы пенильной реабилитации в послеоперационном периоде, подвержены риску формирования кавернозного фиброза с возникновением последующей стойкой эректильной дисфункции. С целью минимизации повреждения кавернозной ткани и раннего восстановления эректильной функции во время периода нейропраксии необходимо обеспечение достаточного уровня оксигенации. Роль применения вакуума в пенильной реабилитации для профилактики гипоксии кавернозной ткани до конца не ясна из-за отсутствия данных о газовом составе крови в момент достижения вакуум-индуцированной эрекции. Целью данной работы являлся обзор научных исследований, посвященных изучению вакуум-индуцированной эрекции полового члена на животных или людях, свидетельствующий о высоких результатах за счет увеличения оксигенации кавернозной ткани.

Ключевые слова: гипоксия кавернозной ткани; пенильная реабилитация; вакуум индуцированная эрекция; эректильная дисфункция

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

Поступила в редакцию: 05.02.2018. **Принята к публикации:** 07.03.2018.

Автор для связи: Осадчинский Александр Евгеньевич; тел.: +7 (939) 000-04-07; e-mail: osadchinskiy@gmail.com

Для цитирования: 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. DOI:10.21886/2308-6424-2018-6-1-48-54

Vacuum therapy – prevention of hypoxia of cavernous tissue patients after radical prostatectomy

A.E. Osadchinskii¹, I.V. Vinogradov², S.P. Darenkov³

¹Department of Health of Moscow; Moscow, Russia

²Peoples Friendship University of Russia; Moscow, Russia

³Central State Medical Academy of department of presidential affairs; Moscow, Russia

Patients, after radical prostatectomy with the use of nerve-sparing techniques, without carrying out penile rehabilitation, are at risk of forming cavernous fibrosis with the emergence of subsequent persistent erectile dysfunction. In order to minimize damage to cavernous tissue and early restoration of erectile function during the period of neuropraxia, it is necessary to ensure a sufficient level of oxygenation. The role of applying vacuum in penile rehabilitation for the prevention of hypoxia of cavernous tissue is not fully understood, due to the lack of data on the gaseous composition of the blood at the time of reaching the vacuum of erection.

The purpose of this work was to review the scientific studies devoted to the study of vacuum induced penile erection in animals or humans, which indicates high results due to increased oxygenation of cavernous tissue

Key words: hypoxia of cavernous tissue; penile rehabilitation; vacuum erector device; erectile dysfunction

Disclosure: The study did not have sponsorship. The authors declare no conflict of interest.

Received: 05.02.2018. **Accepted:** 07.03.2018.

For correspondence: Aleksandr E. Osadchinskiy; tel.: +7 (939) 000-04-07; e-mail: osadchinskiy@gmail.com

For citations: Osadchinskiy A.E., Vinogradov I.V., Darenkov S.P. Vacuum therapy – prevention of hypoxia of cavernous tissue, patients after radical prostatectomy. *Herald Urology*. 2018;6(1):48-54. (In Russ.). DOI:10.21886/2308-6424-2018-6-1-48-54

Как правило, гипоксия кавернозной ткани является нормальным физиологическим состоянием в расслабленном половом члене, которая прерывается регулярными ночными эрекциями у мужчин с сохранной эректильной функцией (ЭФ) [1, 2]. Большую часть времени у мужчин в состоянии покоя, в половом члене парциальное напряжение кислорода (PO₂) очень низкое (25–40 мм рт. ст.) [3]. Тем не менее, во время эпизодов ночных эрекций, в среднем, 3-5 раз за ночь с продолжительностью каждого по 30-45 мин в общей сложности 1,5-3 часа [4] PO₂ в кавернозных телах увеличивается (90-100 мм рт. ст.). За счет высокого уровня PO₂ в значительной мере следует повышение уровня оксигенации (SO₂) и веществ, выделяемых под действием высокого давления, таких как простогландин-E₁ (PGE-1) и оксид азота (NO), существенно подавляющих экспрессию трансформирующего фактора роста β1 (TGF-β1) и тем самым предотвращают синтез коллагена и развитие фиброза в гладкомышечных клетках кавернозной ткани [3, 5].

У пациентов, перенесших нервосберегающую радикальную простатэктомию (НС-РПЭ) в течение периода нейрогенного восстановления, эпизоды ночных эрекций отсутствуют, гипоксия ингибирует выработку PGE-1, а нейропраксия - NO. За счёт выработки продукции проапоптотических и профибротических факторов происходит образование последующего кавернозного фиброза с возникновением стойкой эректильной дисфункции (ЭД). С целью минимизации повреждения кавернозной ткани и раннего восстановления ЭФ в послеоперационном периоде необходимо обеспечение достаточной оксигенации в кавернозной ткани [6]. По мнению Nakky T., ранее достижение эрекций у мужчин является важнейшей целью после операций на органах малого таза [7].

Несмотря на рекомендации Европейского общества урологов 2018 г., использование вакуум устройств vacuum erector device (VED) относится к первой линии лечения ЭД, но популярным видом терапии у врачей, особенно амбулаторного звена для пенильной протекции остается назначение препаратов группы ингибиторов фосфодиэстеразы 5 типа [8, 9].

Роль применения вакуума в пенильной реабилитации (ПР) для профилактики гипоксии кавернозной ткани до конца не ясна из-за отсутствия данных о газовом составе крови в момент достижения вакуум индуцированной эрекции (ВИЭ).

Многочисленные исследования, посвященные изучению ВИЭ полового члена, представленные в табл. 1, свидетельствуют о благоприятном эффекте за счет увеличения PO₂ и отсутствия гипоксии кавернозной ткани. Diederichs W. и соавторы на приматах продемонстрировали изменение интракавернозного давления после применения отрицательного давления [10]. При постепенном увеличении перфузии крови к пещеристым телам интракавернозное давление восстановилось до 50 % после 17 сек. и до 100 % после 30-60 сек. Авторы пришли к выводу, что тумесценция, вызванная с помощью VED, является пассивным процессом, которая происходит без релаксации гладкой мускулатуры и выпуска нейромедиаторов. Кроме того, они отметили увеличение интракавернозного давления путём аспирации с частичным использованием констрикторных приспособлений, что соответствовало состоянию после интракавернозной инъекции раствором папаверина. При использовании цветного доплеровского картирования Broderick G. и соавторы, в своем исследовании на людях отметили, что от-

рицательное давление коротечно увеличивает скорость кровотока по центральной кавернозной артерии. С целью поддержания эрекции за счет предотвращения венозного оттока на основание полового члена одевали суживающее кольцо, однако цветная доплерография показала отсутствие артериального притока после его уставки. После применения констрикторного кольца площадь поперечного сечения кавернозных тел удваивалась. В дальнейшем исследовании Donatucci и Lue показали, что при использовании VED отмечается увеличение артериального притока по кавернозным артериям у мужчин с ЭД, васкулогенной формой, лёгкой степени. А при состоянии ВИЭ, вызванной с помощью вакуум констрикторного устройства vacuum constriction device (VCD), отметили низкую скорость тока по сосудам и относительную ишемию. При сравнении ВИЭ с естественной пациенты отмечали изменение цвета, ощущение холода, особенно на головке полового члена, и жаловались на онемение и боль. Эти данные указывают на риск ишемии кавернозной ткани во время использования констрикторных колец для поддержания ВИЭ. Bosshardt R. и соавторы в 1995 г. исследовали 30 мужчин с ЭД, использовавших VCD в течение 6 месяцев. Авторы проводили газовый анализ кавернозной крови до и сразу же после применения VCD, а также повторный анализ через 15 и 30 мин. с использованием сжимающих колец. Среднее значение насыщения крови кислородом в кавернозных телах при ВИЭ сразу же после использования VCD составила 79,2 %, а расчет соотношения артериальной к венозной крови составил 58 % vs. 42 % соответственно. Через 30 минут газовый анализ крови свидетельствовал о гипоксии кавернозной ткани. По этой причине использование констрикторных колец, особенно в программах ПР, считается неэффективным способом. Единственной возможностью для использования VCD для мужчин является достижение полового акта по требованию. Для предотвращения ишемического повреждения кавернозной ткани суживающее кольцо можно использовать не более 30 мин. для проведения полового акта [11]. Radmanabhan P. и соавторы в своей работе с помощью тканевого оксиметра определяли содержание кислорода (SO₂) в кавернозных телах. Группу I составили 27 мужчин с сохранной ЭФ, средний балл анкеты Sexual Health Inventory for Men (SHIM) > 21), группу II – 144 пациента с легкой степенью ЭД, (SHIM < 21). Стоит отметить, что среди всех пациентов 59 мужчин были после нервосберегающей радикальной простатэктомии, 5 из которых вошли в группу I. У пациентов в

группе I в состоянии покоя: SO₂ справа – 45,23 %; слева – 52,50 %, в состоянии эрекции: SO₂ справа – 76,58 %; слева – 80,42 %. В группе II – SO₂ справа 45,04 % vs 53,58 % и слева 50,95 % vs 58,78 %, соответственно. Авторы пришли к выводу, что насыщение SO₂ кавернозной ткани у пациентов с ЭД значительно хуже, чем у мужчин с нормальной ЭФ, вне зависимости от факторов риска [12]. Muller и соавторы в своей работе исследовали применение VED на крысах. Для изучения механизма ВИЭ использовали специальный крысиный VED, который симулировал человеческий. Исследование показало, что ежедневное использование VED на крысах существенно улучшило соотношение интракавернозного давления к среднему артериальному давлению, тем самым снизился уровень фактора индуцируемого гипоксией-1α (HIF-1α), TGF-β1, коллагена, а уровень NO-синтазы увеличился [10]. Yuan J. и соавторы на крысах наблюдали, как половой член становился набухшим, изменяя цвет с красного до темно-красного во время цикла использования вакуума продолжительностью 5 мин. Данные показали, что ВИЭ частично изменяет содержание HIF-1α, вызванного двусторонним повреждением кавернозных нервов [13]. В 2013 г. Lin H. и соавторы, использовали VED при билатеральном повреждении кавернозных нервов на модели с крысами и подтвердили результаты, что ВИЭ была эффективной в предотвращении фиброза, а также в уменьшении размеров полового члена (рис. 1). Авторская группа отметила значительное увеличение среднего SO₂ в кавернозных телах при использовании VED при сравнении полового члена в состоянии покоя, эрекции и в группе контроля 76,53 % vs 88,25 % и 78,93 % соответственно ($p < 0,05$). При анализе газового состава кавернозной крови сразу же после использования VED соотношение артериальной крови к венозной составило 62 % vs 38 % [14].

Welliver R. и соавторы, в своём пилотном исследовании (рис. 2) изучали содержание SO₂ кавернозных тел перед и после использования VED. Авторы исследовали краткосрочные эффекты VED на пенильную оксигенацию и попытались отразить физиологическое обоснование использования VED у мужчин после НС-РПЭ. До операции средний балл (SHIM > 21) на момент проведения исследования (SHIM = 7). Тканевой оксиметр на пациентах фиксировали в пяти точках (бедро, головка и кавернозные тела полового члена), насыщение ткани кислородом измеряли перед использованием VED и сразу после удаления с повторением через 5, 15, 30 и 60 минут. SO₂ головки и кавернозных тел полового

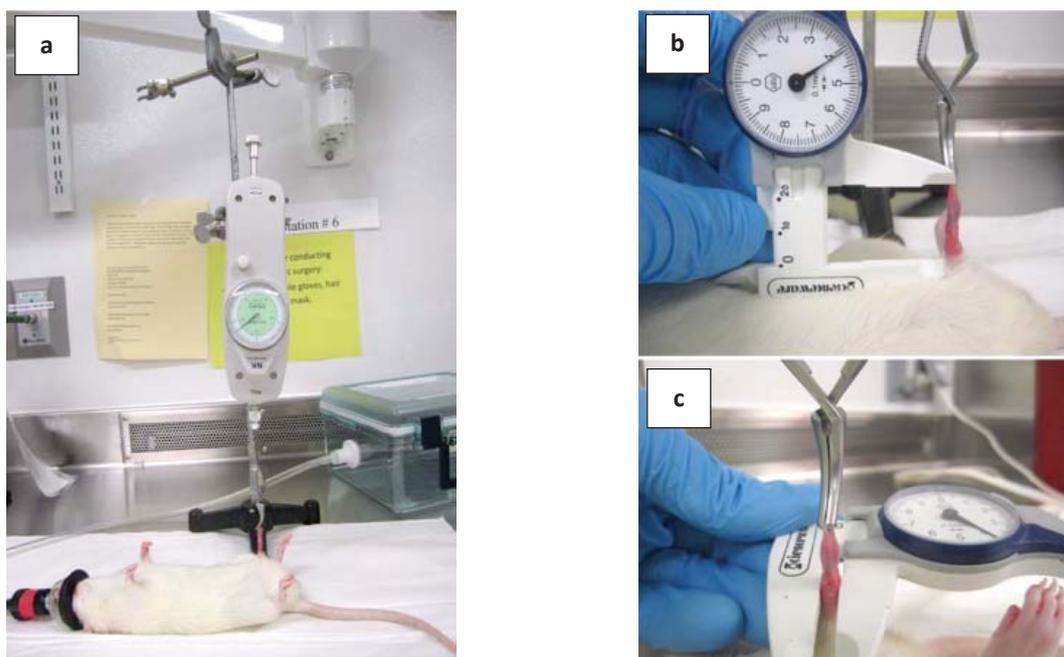


Рисунок 1. Исследование на модели с крысами [14]. а – измерение длины в состоянии натяжения; б – измерение длины полового члена; с – измерение диаметра полового члена.
Figure 1. Study on a model with rats [14]. a – the tension meter was applied to maintain the same tension; b – the vernier caliper was used for the penile length measurement; c – the vernier caliper was used for the penile diameter measurement.

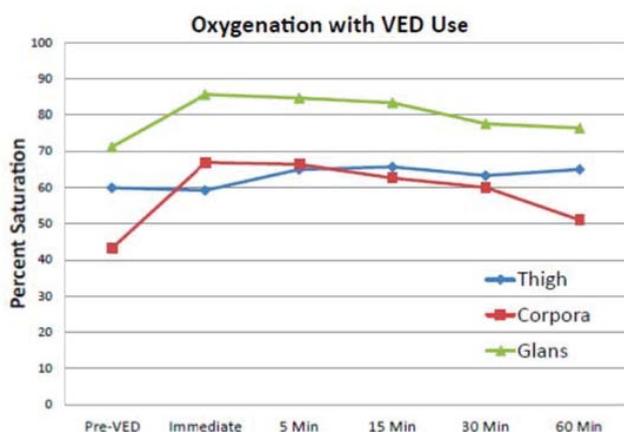


Рисунок 2. Определение оксигенации после использования VED [2]
Figure 2. Tissue oxygenation after application of VED

члена значительно увеличилась (55 %) в сравнении перед использованием VED на всех точках. Эти увеличения были статистически значимыми для полноты исследования по сравнению с исходными значениями, даже через 60 мин. после использования.

В настоящее время вакуумная терапия используется без применения констрикторных ко-

лец, которая ранее была рассмотрена как метод восстановления ЭФ в ПР у пациентов после РПЭ [10], за исключением совершения полового акта по требованию [15]. Однако многие авторы отмечают этот метод крайне неудобным в организации процесса для пациента, непопулярным из-за отсутствия спонтанности и самое главное приводящий к ишемии кавернозной ткани.

Таблица 1. Изменения газового состава кавернозной крови после использования VED
Table 1. Penile hemodynamic and blood oxygen supply changes during vacuum therapy

Первый автор <i>First author</i>	Год <i>Year</i>	Объект исследования <i>Object of study</i>	Метод исследования <i>Method of investigation</i>	Результат <i>Result</i>
Diederichs	1989	Приматы <i>Primates</i>	Интракавернозное давление <i>Intracavernous pressure</i>	Увеличение притока крови за счет создания отрицательного давления <i>Subatmospheric pressure induces an expansion of the penis followed by increased blood inflow</i>
Broderick	1992	Пациенты <i>Patients</i>	Цветная доплерография <i>Color Doppler</i>	Во время VED увеличилась скорость артериального кровотока в кавернозных телах и уменьшалась после использовании констрикторного кольца <i>Vacuum transiently increased cavernous arterial blood flow velocity; arterial inflow was diminished once the constricting band used</i>
Donatucci	1992	Пациенты с ЭД <i>Patients with erectile dysfunction</i>	Цветная доплерография <i>Color Doppler</i>	Постоянное использование VED увеличивает артериальный приток в кавернозные тела <i>Chronic VED usage increases cavernous arterial flow</i>
Bosshardt	1995	Пациенты с ЭД <i>Patients with erectile dysfunction</i>	Rigiscan, Анализ газового состава крови <i>Rigiscan monitor, Blood gas analysis</i>	SO ₂ составила 79,2% при VCD (58% артериальной и 42% венозной), ишемия через 30 мин после использования VCD <i>The average rigidity was >80%; SO₂ of corporal blood was 79.2% (58% arterial and 42% venous) immediately and ischemia after 30 min after VED application</i>
Padmanabhan	2007	Пациенты с ЭД и без ЭД <i>Patients with erectile dysfunction and without</i>	Тканевой оксиметр <i>Oximeter</i>	SO ₂ после использования VED составила 67% <i>SO₂ after using VED was 67%.</i>
Muller	2008	Крысы <i>Rats</i>	Анализ газового состава крови <i>Blood gas analysis</i>	Улучшение ЭФ <i>Improvement of erectile function</i>
Yuan	2009	Крысы <i>Rats</i>	Наблюдение <i>Observation</i>	Половой член становится эрегированным, изменяет цвет от красного до темно-красного, во время цикла использования вакуума продолжительностью 5 мин <i>Penis became engorged, changing color from red to dark red, during a treatment cycle lasting 5 min</i>
Yuan	2010	Крысы с повреждением нервов <i>Rats with bilateral cavernous nerve crush</i>	Иммуногистохимия <i>Immunohistochemistry</i>	VED частично восстанавливает экспрессию HIF-1α вызванную повреждением кавернозных нервов <i>VED therapy partially reversed HIF-1α expression induced by bilateral cavernous nerve crush</i>
Lin	2013	Крысы с повреждением нервов <i>Rats with bilateral cavernous nerve crush</i>	Анализ газового состава крови <i>Blood gas analysis</i>	Значительное увеличение среднего SO ₂ при использовании VED (62% артериальной и 38% венозной) <i>Significant increase in mean SO₂ by VED application compared with the flaccid and traction groups (62% arterial and 38% venous)</i>
Welliver	2014	Пациенты после РПЭ <i>Patients after prostatectomy</i>	Тканевой оксиметр <i>Oximeter</i>	SO ₂ в головке и в кавернозных телах полового члена значительно увеличилась на всех временных точках (0, 5, 15, 30 и 60 мин после VED) по сравнению с исходным уровнем <i>SO₂ for both the glans and corpora significantly increased over baseline (pre-VED use) levels at all time-points (0, 5, 15, 30, and 60 min after VED)</i>

Несмотря на то что в 2006 г. в США управление по контролю за качеством пищевых продуктов и медикаментов (US Food and Drug Administration) одобрила использование VED как прибора для создания и поддержания эрекции путем притока артериальной крови к половому члену в течение периода восстановления ЭФ по-

сле РПЭ, до сих пор не существует ни одного крупного многоцентрового, рандомизированного, контролируемого исследования вакуум-профилактики в качестве ПР [2]. Необходимо дальнейшее изучение VED для обязательного включения в программу пенильной реабилитации у пациентов после РПЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sheng-Qiang Q, Liang G, Qiang W, Jiuhong Y. Vacuum therapy in penile rehabilitation after radical prostatectomy: review of hemodynamic and antihypoxic evidence. *Asian Journal of Andrology*. 2016;18:446-451. doi: 10.4103/1008-682X.159716
2. Welliver R, Mechlin C, Goodwin B, Alukal J, McCullough A. A pilot study to determine penile oxygen saturation before and after vacuum therapy in patients with erectile dysfunction after radical prostatectomy. *J Sex Med*. 2014;11:1071-7. doi:10.1111/jsm.12445
3. Kim N, Vardi Y, Padma-Nathan H, Daley J, Goldstein I, Saenz de Tejada I. Oxygen tension regulates the nitric oxide pathway. Physiological role in penile erection. *J Clin Invest*. 1993;91:437. doi:10.1172/JCI116220
4. Fisher C, Gross J, Zuch J. Cycle of penile erection synchronous with dreaming (REM) sleep: preliminary report. *Arch Gen Psychiatry*. 1965;12:29-45. doi: 10.1001/archpsyc.1965.01720310031005
5. Moreland R. Is there a role of hypoxemia in penile brosis: a viewpoint presented to the Society for the Study of Impotence. *Int J Impot Res*. 1998;10:113-20. doi:10.1038/sj.ijir.3901042
6. Mulhall J, Morgentaler A. Controversies in sexual medicine: penile rehabilitation should become the norm for radical prostatectomy patients. *J Sex Med*. 2007;4:538-43. doi: 10.21037/tau.2016.08.14
7. Hakky T, Baumgarten A, Parker J, Zheng Y, Kongnyuy M, Martinez D, Carrio R. Penile Rehabilitation: The Evolutionary Concept in the Management of Erectile Dysfunction. *Current Urology Reports*. 2014;15(4):393. doi: 10.1007/s11934-014-0393-6
8. Teloken P, Mesquita G, Montorsi F, Mulhall J. Post-radical prostatectomy pharmacological penile rehabilitation: practice patterns among the international society for sexual medicine practitioners. *J Sex Med*. 2009;6:2032-8. doi: 10.1111/j.1743-6109.2009.01269.x
9. Tal R, Teloken P, Mulhall J. Erectile function rehabilitation after radical prostatectomy: practice patterns among AUA members. *J Sex Med*. 2011;8:2370-6. doi: 10.1111/j.1743-6109.2011.02355.x
10. Lin H, Wang G, Wang R. Vacuum erectile device for penile rehabilitation. *J Integr Nephrol Androl*. 2014;1:4-10. doi: 10.4103/2225-1243.137541
11. Bosshardt R, Farwerk R, Sikora R, Sohn M, Jakse G. Objective measurement of the effectiveness, therapeutic success and dynamic mechanisms of the vacuum device. *Brit J Urol*. 1995;75:786-791. doi: 10.1111/j.1464-410X.1995.tb07392.x
12. Padmanabhan P, McCullough A. Penile oxygen saturation in the flaccid and erect penis in men with and without erectile dysfunction. *J Androl*. 2007;28:223-8. doi:10.2164/jandrol.106.001313

REFERENCES

1. Sheng-Qiang Q, Liang G, Qiang W, Jiuhong Y. Vacuum therapy in penile rehabilitation after radical prostatectomy: review of hemodynamic and antihypoxic evidence. *Asian Journal of Andrology*. 2016;18:446-451. doi: 10.4103/1008-682X.159716
2. Welliver R, Mechlin C, Goodwin B, Alukal J, McCullough A. A pilot study to determine penile oxygen saturation before and after vacuum therapy in patients with erectile dysfunction after radical prostatectomy. *J Sex Med*. 2014;11:1071-7. doi:10.1111/jsm.12445
3. Kim N, Vardi Y, Padma-Nathan H, Daley J, Goldstein I, Saenz de Tejada I. Oxygen tension regulates the nitric oxide pathway. Physiological role in penile erection. *J Clin Invest*. 1993;91:437. doi:10.1172/JCI116220
4. Fisher C, Gross J, Zuch J. Cycle of penile erection synchronous with dreaming (REM) sleep: preliminary report. *Arch Gen Psychiatry*. 1965;12:29-45. doi: 10.1001/archpsyc.1965.01720310031005
5. Moreland R. Is there a role of hypoxemia in penile brosis: a viewpoint presented to the Society for the Study of Impotence. *Int J Impot Res*. 1998;10:113-20. doi:10.1038/sj.ijir.3901042
6. Mulhall J, Morgentaler A. Controversies in sexual medicine: penile rehabilitation should become the norm for radical prostatectomy patients. *J Sex Med*. 2007;4:538-43. doi: 10.21037/tau.2016.08.14
7. Hakky T, Baumgarten A, Parker J, Zheng Y, Kongnyuy M, Martinez D, Carrio R. Penile Rehabilitation: The Evolutionary Concept in the Management of Erectile Dysfunction. *Current Urology Reports*. 2014;15(4):393. doi: 10.1007/s11934-014-0393-6
8. Teloken P, Mesquita G, Montorsi F, Mulhall J. Post-radical prostatectomy pharmacological penile rehabilitation: practice patterns among the international society for sexual medicine practitioners. *J Sex Med*. 2009;6:2032-8. doi: 10.1111/j.1743-6109.2009.01269.x
9. Tal R, Teloken P, Mulhall J. Erectile function rehabilitation after radical prostatectomy: practice patterns among AUA members. *J Sex Med*. 2011;8:2370-6. doi: 10.1111/j.1743-6109.2011.02355.x
10. Lin H, Wang G, Wang R. Vacuum erectile device for penile rehabilitation. *J Integr Nephrol Androl*. 2014;1:4-10. doi: 10.4103/2225-1243.137541
11. Bosshardt R, Farwerk R, Sikora R, Sohn M, Jakse G. Objective measurement of the effectiveness, therapeutic success and dynamic mechanisms of the vacuum device. *Brit J Urol*. 1995;75:786-791. doi: 10.1111/j.1464-410X.1995.tb07392.x
12. Padmanabhan P, McCullough A. Penile oxygen saturation in the flaccid and erect penis in men with and without erectile dysfunction. *J Androl*. 2007;28:223-8. doi:10.2164/jandrol.106.001313

13. Yuan J, Lin H, Li P, Zhang R, Luo A, Berardinelli F, Dai Y, Wang R. Molecular mechanisms of vacuum therapy in penile rehabilitation: a novel animal study. *EurUrol.* 2010;58:773-80. doi:10.1016/j.eururo.2010.07.005
14. Lin H, Yang W, Zhang J, Dai Y, Wang R. Penile rehabilitation with a vacuum erectile device in an animal model is related to an antihypoxic mechanism: blood gas evidence. *Asian J Androl.* 2013;15:387. doi:10.1038/aja.2013.18
15. Yuan J, Hoang A, Romero C, Lin H, Dai Y, Wang R. Vacuum therapy in erectile dysfunction-science and clinical evidence. *Int J Impot Res.* 2010;22:211-9. doi:10.1038/ijir.2010.4
13. Yuan J, Lin H, Li P, Zhang R, Luo A, Berardinelli F, Dai Y, Wang R. Molecular mechanisms of vacuum therapy in penile rehabilitation: a novel animal study. *EurUrol.* 2010;58:773-80. doi:10.1016/j.eururo.2010.07.005
14. Lin H, Yang W, Zhang J, Dai Y, Wang R. Penile rehabilitation with a vacuum erectile device in an animal model is related to an antihypoxic mechanism: blood gas evidence. *Asian J Androl.* 2013;15:387. doi:10.1038/aja.2013.18
15. Yuan J, Hoang A, Romero C, Lin H, Dai Y, Wang R. Vacuum therapy in erectile dysfunction-science and clinical evidence. *Int J Impot Res.* 2010;22:211-9. doi:10.1038/ijir.2010.4

Сведения об авторах

Осадчинский Александр Евгеньевич – ведущий специалист Управления организации стационарной медицинской помощи Департамента здравоохранения города Москвы

ORCID iD 0000-0003-2892-5665

e-mail: osadchinskiy@gmail.com

Виноградов Игорь Владимирович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой клинической андрологии ФПКМР ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»

ORCID iD 0000-0001-7469-3952

e-mail: ivvinogradov@mail.ru

Даренков Сергей Петрович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой урологии ФГБУ ДПО «ЦГМА»

ORCID iD 0000-0002-3797-7160

e-mail: darenkov@list.ru

Information about the authors

Aleksandr E. Osadchinskii – Chief specialist of Management of the organization of inpatient medical care of the Department of Health of Moscow

ORCID iD 0000-0003-2892-5665

e-mail: osadchinskiy@gmail.com

Igor V. Vinogradov – DM, Professor, Head of the Department of Clinical Andrology Peoples Friendship University of Russia

ORCID iD 0000-0001-7469-3952

e-mail: ivvinogradov@mail.ru

Sergey P. Darenkov – MD, Professor, Head of the Department of Urology Central State Medical Academy of department of presidential affairs

ORCID iD 0000-0002-3797-7160

e-mail: darenkov@list.ru