

# Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(15)  
2016 г.

## Учредитель

Государственное учреждение  
«Республиканский научно-  
практический центр  
радиационной медицины  
и экологии человека»

## Журнал включен в:

- Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований по медицинской и биологической отраслям науки (31.12.2009, протокол 25/1)
- Перечень журналов и изданий ВАК Минобрнауки РФ (редакция май 2012 г.)

## Журнал зарегистрирован

Министерством информации  
Республики Беларусь,  
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 08.04.16.  
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.  
Гарнитура «Times New Roman».  
Печать цифровая. Тираж 200 экз.  
Усл. печ. л. 25,87. Уч.-изд. л. 14,03.  
Зак. 32.

Издатель ГУ «Республиканский  
научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии  
человека»  
ЛИ № 02330/619 от 3.01.2007 г.  
Продлена до 03.01.2017

Отпечатано в КУП  
«Редакция газеты  
«Гомельская праўда»  
г. Гомель, ул. Полесская, 17а

ISSN 2074-2088

## Главный редактор, председатель редакционной коллегии

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

## Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., зам. гл. редактора), В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Бебяковский (д.м.н., профессор), Н.Г. Власова (д.б.н., доцент, научный редактор), А.В. Величко (к.м.н., доцент), И.В. Веякин (к.б.н.), В.В. Евсеенко (к.п.с.н.), С.В. Зыблева (к.м.н., отв. секретарь), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), А.В. Коротаев (к.м.н.), А.Н. Лызикив (д.м.н., профессор), А.В. Макавич (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), Э.А. Надьров (к.м.н., доцент), И.А. Новикова (д.м.н., профессор), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), Э.А. Повелица (к.м.н.), Ю.И. Рожко (к.м.н., доцент), М.Г. Русаленко (к.м.н.), А.Е. Силин (к.б.н.), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), А.Н. Цуканов (к.м.н.), Н.И. Шевченко (к.б.н.)

## Редакционный совет

В.И. Жарко (министр здравоохранения Республика Беларусь, Минск), А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Д.А. Базыка (д.м.н., профессор, Киев), А.П. Бирюков (д.м.н., профессор, Москва), Е.А. Богдан (Минск), Л.А. Бокерия (д.м.н., академик РАН и РАМН, Москва), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), Ю.Е. Демидчик (д.м.н., член-корреспондент НАН РБ, Минск), М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва), К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Г. Кручинский (д.м.н., Минск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), Д.Л. Пиневиц (Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск), В.Е. Шевчук (к.м.н., Минск), В.Д. Шило (Минск)

## Технический редактор

С.Н. Никонович

## Адрес редакции

246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,  
ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала  
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97  
<http://www.mbp.rcrm.by> e-mail: [mbp@rcrm.by](mailto:mbp@rcrm.by)

© Государственное учреждение  
«Республиканский научно-практический  
центр радиационной медицины и  
экологии человека», 2016

№ 1(15)

2016

# Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

## **Founder**

Republican Research Centre  
for Radiation Medicine  
and Human Ecology

Journal registration  
by the Ministry of information  
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© Republican Research Centre  
for Radiation Medicine  
and Human Ecology

**ISSN 2074-2088**

### **30 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции**

- Е.Л. Богдан, А.В. Рожко**  
30-летний опыт организации и оказания медицинской помощи населению, пострадавшему в результате катастрофы на ЧАЭС 7
- С.С. Алексанин, С.В. Дударенко**  
Отдаленные медицинские последствия аварий на ЧАЭС 15
- Н.Г. Власова**  
Переход от зонирования радиоактивно загрязнённой территории к классификации населённых пунктов по средним годовым эффективным дозам облучения в отдалённом периоде после аварии на ЧАЭС 24
- А.В. Рожко, Э.А. Надыров, И.В. Веялкин, А.Н. Стожаров, Е.Л. Богдан, С.Н. Никонович, О.Ф. Семененко, О.Н. Захарова, Ю.В. Чайкова, А.А. Чешик**  
Медицинские последствия аварии на ЧАЭС в Республике Беларусь: 30 лет спустя 31
- И.К. Романович, Г.Я. Брук, А.Н. Барковский, А.А. Братилова, А.В. Громов**  
Критерии и требования по обеспечению перехода населенных пунктов, отнесенных в результате аварии на Чернобыльской АЭС к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения 43

### **Обзоры и проблемные статьи**

- С.С. Алексанин, Р.Ф. Федорцева, И.Б. Бычкова**  
К проблеме отдаленных последствий действия радиации. Особые клеточные эффекты и соматические последствия облучения в малых дозах 54
- О.П. Логинова, В.В. Клименок**  
Современные методы ранней диагностики рака шейки матки 62

### **30 years after Chernobyl accident**

- E.L. Bogdan, A.V. Rozhko**  
30-years experience of medical care organization and provision to people affected by the Chernobyl accident 7
- S. Aleksanin, S. Dudarenko**  
Remote medical consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant 15
- N.G. Vlasova**  
From zoning radioactive contaminated territories to classification of settlements at an average annual effective doses in remote period after the accident 24
- A.V. Rozhko, E.A. Nadyrov, I.V. Veyalkin, A.N. Stozharov, E.L. Bogdan, S.N. Nikonovich, O.F. Semenenko, O.N. Zakharova, Yu.V. Chaykova, A.A. Cheshik**  
Medical effects of Chernobyl disaster in the Republic of Belarus: 30 years after 31
- I.K. Romanovich, G.Ya. Bruk, A.N. Barkovsky, A.A. Bratilova, A.V. Gromov**  
Criteria and requirements for providing of the conversion of the settlements referred to the territories of radioactive contamination due to the Chernobyl accident to the conditions of the population normal life activity 43

### **Reviews and problem articles**

- S.S. Aleksanin, R.F. Fedortseva, I.B. Bychkovskaya**  
The problem of remote effects of radiation. Special cell effects and somatic consequences of low doses exposure 54
- O.P. Loginova, V.V. Klimenok**  
Modern methods of the early detection of the cervical cancer 62

**С.И. Роговская, Н.Ю. Полонская, А.Ж. Гайдарава, М.И. Манжосова**  
Вторичная профилактика рака шейки матки 70

**S.I. Rogovskaya, N.Yu. Polonskaya, A.Zh. Gaydarova, M.I. Manzhosova**  
Secondary prophylaxis of cervical cancer

### *Медико-биологические проблемы*

### *Medical-biological problems*

**В.С. Аверин, К.Н. Бuzдалкин, Е.В. Копыльцова, Е.К. Нилова, Э.Н. Цуранков**  
Ожидаемые дозы внутреннего облучения жителей некоторых населённых пунктов Гомельской области 77

**V.S. Averin, K.N. Buzdalkin, E.V. Kopyltsova, E.K. Nilova, E.N. Tsurankov**  
<sup>90</sup>Sr ingestion and committed doses in population of Gomel region

**Л. Апончук, Т. Шевчук**  
Особенности центральной гемодинамики и электрической активности сердца у курящих женщин с разным стажем курения 82

**L. S. Aponchuk, T. Ya. Shevchuk**  
Peculiarities of central hemodynamics and electrical activity of the heart in female smokers with different smoking experience

**К.Н. Апсаликов, Т.И. Белихина, Б.Х. Алиев, М.К. Хакимов, Т.Ж. Мулдагалиев**  
Изучение динамики онкологической заболеваемости среди лиц, подвергавшихся прямому облучению в результате испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне, и их потомков 91

**K.N. Apsalikov, T.I. Belihina, B.H. Aliev, M.K. Hakimov, T.Z. Muldagaliev**  
Studying the dynamics of cancer incidence among those exposed to the direct radiation and their descendants, as a result of nuclear weapons tests at the Semipalatinsk test site

**А.А. Братилова**  
Облучение населения Российской Федерации, проживающего на территориях, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС 97

**A.A. Bratilova**  
The exposure of Russian Federation population, living in the territories affected due to the accident on Chernobyl NPP

**Л.А. Горбач**  
Туберкулез среди детского и подросткового населения наиболее пострадавших от Чернобыльской катастрофы районов Могилевской области 106

**L.A. Gorbach**  
Tuberculosis among children and adolescents living in areas of the Mogilev region most affected by the Chernobyl disaster

**В.В. Евсеенко, В.В. Дроздович, Е.В. Остроумова, В.Ф. Миненко, М. Хатч, О.Н. Полянская, А.В. Бреннер, И.В. Веялкин, Э.А. Надьров, Л.С. Старостенко, А.В. Рожко, К. Мабучи**  
Формирование когорты лиц, облученных внутриутробно в Беларуси после аварии на Чернобыльской АЭС 113

**V. Yauseyenko, V. Drozdovitch, E. Ostroumova, V. Minenko, M. Hatch, O. Polyanskaya, A. Brenner, I. Veyalkin, E. Nadyrov, L. Starostenko, A. Rozhko, K. Mabuchi**

Construction of cohort of persons exposed in utero in Belarus following the Chernobyl accident

**В.В. Кляус, Е.В. Николаенко**  
Радиационно-гигиеническое обоснование размера санитарно-защитной зоны вокруг Белорусской АЭС 124

**V.V. Kliaus, A.U. Nikalayenka**  
Radiation-hygienic basement of the size of sanitary-protection zone around Belarusian NPP

**К.М. Литвинчук**  
Радиомодифицирующее влияние  
2-меркаптобензотиазола на клетки *in vitro* 131

**Л.Н. Эвентова, Д.Н. Дроздов, А.Н. Матарас,  
Е.А. Дрозд, Ю.В. Висенберг, Н.Г. Власова**  
Мониторинг доз внутреннего облуче-  
ния населения в отдалённом периоде  
после аварии на ЧАЭС 138

### *Клиническая медицина*

**Т.В. Бобр**  
Факторы риска в развитии диабетиче-  
ской ретинопатии при переводе на ин-  
сулинотерапию 145

**Д.И. Гавриленко, Н.Н. Силивончик,  
Н.И. Шевченко, Ю.И. Ярец**  
Спектр возбудителей основных инфек-  
ционных осложнений у госпитализи-  
рованных пациентов с циррозом печени 150

**С.В. Зыблева, А.В. Величко, З.А. Дундаров,  
С.Л. Зыблев, В.В. Похожай, Т.С. Петренко**  
Нарушения иммунного статуса при  
первичном гиперпаратиреозе 157

**О.Н. Кононова, А.М. Пристром, Э.Н. Пла-  
тошкин, А.В. Коротаев, Е.П. Науменко,  
Н.В. Николаева, О.В. Зотова**  
Структурно-функциональные измене-  
ния сердца у беременных с метаболи-  
ческим синдромом 163

**А.В. Куроедов, Л.Д. Абышева, А.С. Алек-  
сандров, Н.А. Бакунина, А.С. Басинский,  
А.Ю. Брежнев, И.Р. Газизова, А.Б. Гали-  
мова, О.В. Гапонько, В.В. Гарькавенко,  
В.В. Городничий, М.С. Горшкова, А.А. Гу-  
саревич, Д.А. Дорофеев, П.Ч. Завадский,  
О.Г. Зверева, У.Р. Каримов, С.Н. Ланин,  
Дж.Н. Ловпаче, И.А. Лоскутов, Е.В. Молча-  
нова, В.Ю. Огородникова, О.Н. Онуфрий-  
чук, С.Ю. Петров, Ю.И. Рожко, Л.Б. Таш-  
титова, А.С. Хохлова, И.В. Шапошникова,  
А.П. Шахалова**  
Тактика ведения пациентов с первич-  
ной открытоугольной глаукомой на  
практике: варианты медикаментозно-  
го, лазерного и хирургического лечения 170

**K. M. Lytvynchuk**  
Radiomodifying influence 2-merkapto-  
benzotiazole on cells *in vitro*

**L.N. Eventova, D.N. Drozdov, A.N. Mataras,  
E.A. Drozd, Yu.V. Visenberg, N.G. Vlasova**  
The monitoring of internal exposure doses in  
populations in the remote period after the ac-  
cident at the Chernobyl nuclear power plant

### *Clinical medicine*

**T.V. Bobr**  
Risk factors for diabetic retinopathy when  
translated into insulin

**D. Haurylenka, N. Silivontchik, N. Shevchenko,  
Y. Yarets**  
Spectrum of pathogens of major infec-  
tious complications in hospitalized cir-  
rhotic patients

**S. Zybleva, A. Velichko, Z.A. Dundarov, V. Po-  
hojai, S. Zyblev, T.S. Petrenko**  
Immune status disorders with the primary  
hyperparathyroidism

**O.N. Kononova, A.M. Prystrom, E.N. Pla-  
toschkin, A.V. Korotaev, E.P. Naumenko,  
N.V. Nikolaeva, O.V. Zotova**  
Early structural and functional features  
diagnosis of the heart, during pregnancy  
with metabolic syndrome

**A.V. .Kuroyedov, L.D. Abyшева, A.S. Al-  
exandrov, N.A. Bakunina, A.S. Basinsky,  
A.Yu. Brezhnev, I.R. Gazizova, A.B. Galimova,  
O.V. Gapon'ko, V.V. Garkavenko, V.V. Gorod-  
nichy, M.S. Gorshkova, A.A. Gusarevitch,  
D.A. Dorofeev, P.Ch. Zavadsky, M.A. Zakha-  
rova, O.G. Zvereva, U.R. Karimov, S.N. Lanin,  
Dzh.N. Lovpache, I.A. Loskutov, E.V. Molch-  
anova, V.Yu. Ogorodnikova, O.N. Onufriy-  
chuk, S.Yu. Petrov, Yu.I. Rozhko, L.B. Tash-  
titova, A.S. Khohlova, I.V. Shaposhnikova,  
A.P. Shahalova**  
Management of primary open-angle glau-  
coma in practice: variants of medical, la-  
ser and surgical treatment

<b>Э.А. Повелица, В.В. Аничкин</b> Естественные предпосылки возникновения органической эректильной дисфункции	186	<b>E. Povelitsa, V. Anichkin</b> Natural preconditions for development of organic erectile dysfunction	
<b>Е.А. Свистунова, Н.И. Шевченко, М.Г. Русаленко</b> Инфекционные осложнения, сопровождающие трансплантацию почки: проблемы и перспективы	195	<b>E. Svistunova, N. Shevchenko, M. Rusalenko</b> Infectious sequelae accompanying the kidney transplantation: problems and prospects	
<b>Обмен опытом</b>		<b>Experience exchange</b>	
<b>Е.К. Курлянская</b> Предикторы кардиальных событий и неблагоприятных клинических исходов у пациентов с ХСН I-IV ФК тяжести и сопутствующим сахарным диабетом в течение 12 месяцев наблюдения	204	<b>E.K. Kurlianskaya</b> Predictors of cardiac events and adverse clinical outcomes in patients with CHF FC I-IV severity and concomitant diabetes within 12 months of observation	
<b>Е. А. Слепцова, А. А. Гончар</b> Возможности сонографии, сцинтиграфии и магнитно-резонансной томографии в предоперационной диагностике опухолей и опухолеподобных образований парашитовидных желез	209	<b>E. Sleptsova, A. Gonchar</b> Possibility for ultrasonic study, scintigraphy and magnetic resonance tomography in preoperative diagnostics of tumors and tumor-like neoplasms of parathyroid glands	
Правила для авторов	217		

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ

<sup>1</sup>ГУ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека», г. Гомель, Беларусь

<sup>2</sup>УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Беларусь

В статье рассматриваются вопросы актуальности эректильной дисфункции, а также естественные топографо-анатомические предпосылки развития органической эректильной дисфункции у мужчин с учетом особенностей кровоснабжения и иннервации полового члена, а также анатомических особенностей строения кавернозных тел. Нарушение артериального кровообращения полового члена является основной причиной развития органической эректильной дисфункции. Наряду с этим нарушение венозного оттока от полового члена, иннервации и нарушение функции растяжимости кавернозных тел на фоне кавернозного фиброза и утраты эластичности белочной оболочки, также лежит в основе эректильной дисфункции. Приводятся собственные данные хирургической анатомии артериального и венозного русла полового члена. В статье рассматриваются современные методы неинвазивной визуализации анатомических структур полового члена, патологические изменения которых являются причиной развития органической эректильной дисфункции.

**Ключевые слова:** васкулогенная и нейрогенная эректильная дисфункция, артерии, вены, нервы полового члена

### **Введение**

Эректильная дисфункция (ЭД) – это неспособность достижения и поддержания эрекции, достаточной для проведения полноценного полового акта, что ограничивает либо делает невозможным удовлетворительное половое общение [1]. В настоящий момент ЭД страдает более 50% мужчин старше 40 лет. По приблизительным данным в мире число таких мужчин составляет более 150 миллионов, включая приблизительно 20 миллионов европейцев и 30 миллионов американцев. Каждый 10 мужчина старше 21 года в той или иной мере испытывает нарушения эрекции. Полная утрата эрекции наблюдается у 5% мужчин в возрасте 40 лет и 15% в возрасте 70 лет. В 35% случаев у мужчин наблюдается ЭД тяжелой степени. Распространенность ЭД очень велика, однако, учитывая интимность проблемы, данная патология не всегда акцентируется пациентом и носит скрытый характер. Результаты стандартизированных исследований показали, что, например, в возрасте от 40 до 70

лет частота ЭД в Бразилии составляла 15%, Италии – 17%, Японии – 34%. Более того, настоящая патология тесно взаимосвязана с сердечно-сосудистыми заболеваниями и, в первую очередь, с системным атеросклерозом, микроангиопатией на фоне сахарного диабета. Отмечается влияние возраста на распространенность ЭД в популяции мужчин. Так, число впервые возникших случаев ЭД в Европейских странах, составляет 25-30 новых случаев на 1000 жителей в год. Легкой формой ЭД страдают 17,2% мужчин, умеренной 25,2%, тяжелой – 9,6% [1, 2, 3]. Данные о распространенности ЭД в Республике Беларусь и России в настоящий момент в доступной литературе представлены единичными публикациями, которые не отображают всех аспектов данной проблемы. В то же время, результаты исследований показывают, что лишь небольшой процент мужчин с ЭД обращается за медицинской помощью к врачу, а из числа обратившихся лишь некоторые получают адекватное обследование и медицинскую помощь. Такое положение

ние дел во многом объясняется отсутствием так называемой медицинской системы «мужского здоровья», целенаправленной на выявление, диагностику, коррекцию, реабилитацию и, в конечном итоге, укрепление и поддержание мужского здоровья.

По литературным данным летальность статистически значимо выше среди мужчин с низкой сексуальной активностью (менее 1 раза в месяц), по сравнению с мужчинами, имевшими половой контакт 2 раза в неделю и чаще [1]. Основными причинами нарушения эрекции являются психогенные и органические причины. Органические причины, являющиеся предметом исследования и лечения андрологов, связаны с нарушением анатомии полового члена (ПЧ). К ним относятся приобретенные и врожденные заболевания – болезнь Пейрони, эпи – и гипоспадия; васкулогенная патология артериального и венозного генеза – атеросклеротическое поражение пенильных артерий, микроангиопатия, а также нейрогенные – парез и паралич *n.pudendus* вследствие их травматизации, спинальной травмы и нейропатий, связанных с другими причинами. У пациентов с сахарным диабетом ЭД встречается в 36%-57% случаев, вследствие как поражения артериальных сосудов ПЧ, так и урогенитальной нейропатии [1, 4]. Актуальным остается вопрос послеоперационной ЭД у пациентов, оперированных на органах малого таза, включая такие травматичные операции, как трансвезикальная аденомэктомия, радикальная простатэктомия (РПЭ), резекция и экстирпация прямой кишки. Возникновение нейрогенной ЭД у этой категории пациентов обусловлено интраоперационной травматизацией *n. pudendus*, в частности в области пубопростатической связки и боковых поверхностей предстательной железы при выполнении простатэктомии [5]. Техника выполнения РПЭ предполагает лишь визуализацию *n. pudendus ad oculum*, вследствие чего зачастую происходит травматизация последних и, как следствие, развитие послеоперационной ЭД. Интраоперационная нейрофизиологическая верификация указанных *n. pudendus* в настоящий момент при операци-

ях на органах малого таза не производится, в отличие от операций, где нервосберегающие технологии предполагают обязательную интраоперационную нейрофизиологическую верификацию нервов (например, тиреоидэктомия с интраоперационной визуализацией возвратных гортанных нервов с целью профилактики послеоперационного пареза и паралича). Остается актуальным вопрос верификации нейрогенной ЭД у пациентов с урогенитальной нейропатией, а также с травмой спинного мозга.

**Цель исследования:** обобщить информацию об естественных топографо-анатомических особенностях строения ПЧ, подтверждающих их участие в патогенезе органической эректильной дисфункции.

#### **Материал и методы исследования**

В настоящей работе путем анализа и обобщения литературных данных предпринята попытка рассмотрения вопросов, связанных с причинами развития органической ЭД, и их связь с топографо-анатомическими особенностями строения и иннервации ПЧ. В работе использованы авторские интраоперационные иллюстрированные данные кровеносной системы ПЧ, а также его связочного аппарата. Представлена информация об особенностях белочной оболочки кавернозных тел ПЧ и значение ее патологических изменений в возникновении эректильной деформации, в том числе на основании собственных данных, полученных при выполнении ультразвукового исследования ПЧ на аппарате VOLUSON 730 фирмы «GE» и магнитно-резонансной томографии на аппарате General Electric (GE 2015) года у 15 пациентов с органической ЭД. В исследовании участвовали пациенты в возрасте от 50 до 83 лет, конституционально сопоставимые по массе и росту. Нами использовалась на аппарате МРТ тридцатидвухканальная синхронизированная приемная катушка. Мы применяли толщину срезов 1,2-2,4 мм, (межсрезовое пространство -0,6 и -1,2 соответственно, с 50% перекрытием), при размере пикселя 0,9-1,2мм, в режимах

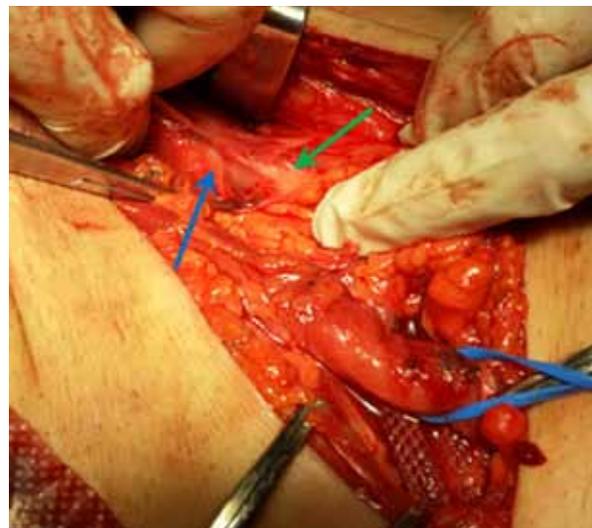
T1 и T2. При построении 2D реконструкции мы получали полноценные изображения в любой плоскости с минимальными искажениями, благодаря практически изотропному вокселю.

### Результаты исследования

Эрекция представляет собой сложный механизм, сочетающий в себе нейрососудистые изменения в кавернозных телах ПЧ, конечным звеном которых является релаксация гладкомышечных элементов артерий, артериол и синусоидов. При сексуальной стимуляции происходит активация парасимпатической нервной системы. Высвобождение нейротрансмиттера (оксид азота) из эндотелия сосудов кавернозных тел приводит к накоплению циклического гуанозинмонофосфата (цГМФ) в кавернозной ткани и расслаблению гладкомышечных клеток стенок приносящих артерий и кавернозных тел. Заполнение артериальной кровью лакун кавернозных тел обуславливает сдавление венул и блокирование оттока крови из ПЧ. После прекращения стимуляции происходит отток крови от ПЧ, в результате чего он принимает свои обычные размеры и форму [1, 4]. Таким образом, эрекция представляет собой сложный многокомпонентный цикл нейрососудистых реакций, происходящих в результате взаимодействия центральной и периферической нервной системы и сосудов ПЧ, включая кавернозные тела, представляющие собой, по сути дела, артерио-венозный шунт с возможностью растяжения за счет свойств белочной оболочки.

**Артериальное кровоснабжение ПЧ.** Известно, что ПЧ в основном кровоснабжается из бассейна внутренней половой артерии (*a. pudenda interna*). Кавернозные тела получают артериальную кровь из глубоких и дорсальных артерий полового члена (*a. dorsalis penis et a. dorsalis penis profunda*). Спонгиозное тело кровоснабжается из уретральных артерий и артерий луковичного тела. Поверхностные анатомические структуры ПЧ (кожа, поверхностная фасция) кровоснабжаются из наружной половой артерии (*a. pudenda*

*externa*) [4, 6, 7, 8]. Глубокая артерия ПЧ (*a. profunda penis*) диаметром 1,74 мм является парным сосудом, проникающим в пещеристые тела в области прикрепления ножек кавернозных тел к седалищной кости и проходит через всю длину кавернозных тел до головки, отдавая на своем пути радиальные ветви, которые образуют артерио-венозные анастомозы, играющие важную роль в механизме возникновения эрекции. Имеется обширная сеть артерио-артериальных анастомозов с ветвями глубокой артерии ПЧ противоположной стороны. *A. dorsalis penis* парный сосуд средним диаметром 2,1 мм. Артерия выходит из малого таза под лонным сочленением, огибает латерально кавернозное тело и располагается сбоку от пращевидной связки ПЧ. Артерия располагается на спинке ПЧ под его глубокой фасцией (рисунок 1). От *a. dorsalis penis* на всем протяжении отходят огибающие артерии, которые проникают в толщу кавернозных тел ПЧ и формируют завитковые артерии, участвующие в быстром кровенаполнении пещеристых тел. В области головки ПЧ *a. dorsalis penis* форми-



**Рисунок 1** – *A. dorsalis penis sinistra* (синяя стрелка), вступающая в сосудисто-нервный пучок по латеральной поверхности левого кавернозного тела. *V. dorsalis penis profunda* (зеленая стрелка) в составе сосудисто-нервного пучка в области корня полового члена после мобилизации пращевидной связки. На держалке семенной канатик

рует артериальную дугу, соединяющую последнюю с ветвями глубокой артерии ПЧ, а также уретральной и луковичной артериями. Таким образом, артериальная система ПЧ представляет собой мощную «каркасную» артериальную сеть, представленную множеством артерио-артериальных и артерио-венозных анастомозов с двух сторон, позволяющих достаточно быстро обеспечивать возникновение эрекции за счет кровенаполнения кавернозных тел [4, 7, 8]. Артериальная сосудистая патология ПЧ является доминирующей в генезе ЭД. Основными методами диагностики артериальной пенильной патологии является ультразвуковое доплерографическое исследование, а также фармакодоплерография с использованием вазоактивных препаратов, которые вводятся интракавернозно для выполнения исследования в состоянии тумесценции. Метод позволяет оценить линейные скоростные показатели кровотока при де- и тумесценции, а также определить индекс резистентности артериальных сосудов ПЧ. Ранее применявшиеся методы артериализации пенильных артерий в различных модификациях с целью коррекции артериального кровотока в настоящий момент не находят широкого применения. В случае хронической артериальной пенильной недостаточности с явлениями тяжелой ЭД основным способом лечения последней является эндофаллопротезирование [9].

**Венозная система ПЧ.** Венозная система ПЧ играет важную роль в развитии и поддержании эрекции. Клиническим проявлением ЭД *венозобусловленного* характера является нормально возникающая, но быстро исчезающая эрекция. Знание и понимание системы венозного оттока ПЧ является важной составляющей в лечении венозной ЭД, поскольку патологический венозный дренаж играет важную роль в патогенезе недостаточного кровенаполнения ПЧ и невозможности достижения адекватной тумесценции. Эффективность хирургического лечения данной формы ЭД вследствие патологического венозного сброса составляет 30-57% [4, 6, 10, 11, 12]. Органоспецифические особенности строения кровеносного русла

ПЧ заключаются в значительном преобладании артериальных сосудов над венозными, большом количестве артерио-венозных соустьев и анастомозов между поверхностной и глубокой венозной системами ПЧ, а также вариативности всей венозной системы ПЧ. [13]. Основными путями венозного оттока ПЧ является *v. dorsalis penis* (поверхностная вена ПЧ) и *v. dorsalis penis profunda* (глубокая вена ПЧ). *V. dorsalis penis* впадает в наружную половую вену *v. pudenda externa*, которая, в свою очередь, анастомозирует с большой подкожной веной бедра *v. saphena magna* (79%). *V. dorsalis penis* имеет на своем пути анастомозы с *v. epigastrica externa* (20%) и, что важно, венами семенного канатика. Описанная особенность архитектоники поверхностной венозной системы ПЧ визуализируется при операциях грыжесечения в пахово-мошоночной области и области корня ПЧ (рисунки 2, 3). Причем *v. dorsalis penis* в наших наблюдениях



**Рисунок 2** – *V. dorsalis penis* (указана стрелкой)



**Рисунок 3** – *v. dorsalis penis sinistra* (указана стрелкой) в области ее слияния с *v. epigastrica externa sinistra* (взята на держалку)

имела до 2-3 анастомозов с венами семенного канатика в области мошонки. Последняя проходила между поверхностной и глубокой фасциями ПЧ и собирала кровь от поверхностной фасции и кожи ПЧ. Располагалась на тыльной поверхности ПЧ, отчетливо визуализировалась на ПЧ в состоянии детумесценции. *V. dorsalis penis* представлена приблизительно в 40 % случаев одним венозным стволом [4]. *V. dorsalis penis profunda* в 85% случаев является непарной веной, расположена на тыльной поверхности ПЧ между кавернозными телами под глубокой фасцией ПЧ, плотно прикреплена к белочной оболочке кавернозных тел и располагается между *a. dorsalis penis* (рисунок 1). *V. dorsalis penis profunda* является основным венозным коллектором ПЧ. Средний диаметр вены составляет 4,5 мм. По ходу вены в нее впадают огибающие вены, которые в свою очередь формируются из прободающих вен кавернозных тел и вен, выходящих из губчатого тела в области уретральной борозды. Огибающие вены в среднем имеют диаметр 1,5 мм и локализуются в средней трети тела и корня ПЧ. Количество этих мелких вен от 4-5 с каждой стороны. *V. dorsalis penis profunda* в области корня ПЧ проникает сквозь толщу пращевидной связки *lig. suspensorium penis* под нижним краем лонных костей и дальше направляется в простатическое венозное сплетение в составе пубопростатической связки в малом тазу. Такая анатомическая особенность расположения *v. dorsalis penis profunda* в толще пращевидной связки под лонным сочленением является важной анатомической особенностью функционального механизма, который выполняет функцию сдерживания оттока венозной крови при эрекции за счет механического прижатия кавернозных тел к лонному сочленению и блокированию венозного оттока. Важной особенностью венозного оттока ПЧ является также связь с мошоночными венами. Кровь от нижней поверхности ПЧ оттекает через мелкие вены в мошоночные вены. Вены от губчатого тела и уретры формируют мощное луковично-губчатое венозное сплетение, в которое впа-

дают и вены от задних отделов кавернозных тел. Луковично-губчатое венозное сплетение впадает в венозное простатическое сплетение малого таза. Вены ПЧ имеют клапаны, которые представлены одним или реже двумя клапанами. Между *v. dorsalis penis profunda* и луковично-губчатым сплетением имеются многочисленные анастомозы. Особая роль в поддержании эрекции принадлежит анастомозам между *v. dorsalis penis profunda*, луковично-губчатым сплетением и системой *v. dorsalis penis*, которая располагается в области венечной бороздки и крайней плоти ПЧ [14]. В случае отсутствия клапанов в указанных венах или их приобретенной несостоятельности, возможен сброс венозной крови в систему большой подкожной вены бедра с вовлечением вен семенного канатика и мошонки. Более того, считается, что барорецепторную функцию в механизме эрекции играет луковично-губчатое венозное сплетение, вены которого, впадая в простатическое венозное сплетение малого таза, проходят через мочеполовую диафрагму. Задержка оттока венозной крови из этого сплетения возникает только при сокращении мышц мочеполовой диафрагмы, иннервация которой, в свою очередь, осуществляется *n. pudendus*. Анатомическими предпосылками развития ЭД венозного генеза является и значительное удлинение ножек кавернозных тел, а также отсутствие глубокой дорсальной вены ПЧ при одновременном расширении поверхностной дорсальной вены, впадающей в *v. saphena magna* и осуществляющей сброс венозной крови от ПЧ [4, 13, 15]. Анатомическими предпосылками ЭД венозного происхождения является и склерозирование кавернозных тел, вследствие ранее перенесенных травм кавернозных тел, а также их фибропластической трансформации (болезнь Пейрони), вследствие постоянной микротравматизации при интракавернозных инъекциях вазоактивных препаратов, а также после перенесенных ранее операций на кавернозных телах [4].

Венозная недостаточность ПЧ зачастую сочетается с варикозом яичковых вен

(сочетание более чем 80% случаев), что может быть проявлением первичной варикозной болезни ПЧ [12]. Таким образом, знание анатомии вен ПЧ и физиологии их функционирования является важной составляющей в выборе метода обследования с целью верификации патологических венозных утечек при ЭД, а также выборе способа их хирургической коррекции. В настоящий момент ультразвуковое доплерографическое исследование в диагностике венозообусловленной ЭД является начальным методом исследования венозного кровотока, позволяющим заподозрить патологию венозной системы ПЧ, оценить состояние вен семенного канатика, а также выявить ультразвуковые признаки нарушения простатического венозного сплетения малого таза, в первую очередь варикозное расширение этих вен. По мнению Курбатова Д.Г., основным методом верификации венозообусловленной ЭД является динамическая фармакокавернозография [16]. Поскольку основным коллектором отведения венозной крови от ПЧ является простатическое венозное сплетение малого таза, то, с патогенетической точки зрения, только блокада венозного кровотока в нем позволяет устранить патологический венозный сброс от ПЧ. Это достигается в полной мере только выполнением эндовазальной эмболизации простатического венозного сплетения через *v. dorsalis penis profunda* или бедренные вены [17].

*Иннервация* ПЧ осуществляется ветвями полового нерва (*n. pudendus*) и тыльным нервом ПЧ (*n. dorsalis penis*). Симпатические нервные волокна идут от предстательного сплетения (*plexus prostaticus*) в составе пещеристых нервов (*nn. cavernosis penis*). Парасимпатическая иннервация ПЧ осуществляется *nn. erigentes*, которые происходят из эректильных центров (*centrum erectionis*), расположенных в боковых рогах спинного мозга на уровне S1-3 крестцового отдела спинного мозга [4, 8]. Указанные нервные структуры распространяются преимущественно по дорсолатеральной поверхности предстатель-

ной железы с двух сторон и выходят из малого таза под лонным сочленением, где затем *n. dorsalis penis* располагается на тыльной поверхности ПЧ рядом с *a. dorsalis penis et v. dorsalis penis profunda*, образуя так называемый сосудисто-нервный пучок ПЧ [4, 5, 8]. Указанные нервные структуры обеспечивают двигательную, чувствительную и вегетативную иннервации ПЧ. Парез, паралич или нейропатия последних, как правило, сопровождается нарушением механизмов эрекции. В этой связи актуальным является вопрос прогрессирующего увеличения мужчин с ЭД после радикальных операций на простате при раке предстательной железы с последующей утратой половой функции вследствие травматизации эректильных нервов. По данным Костина К.К. в 100 % случаев после РПЭ в послеоперационном периоде развивается ЭД [18]. Для профилактики этого осложнения особенно важной является разработка методов и способов верификации нервных структур в процессе выполнения хирургического вмешательства с помощью электронейрофизиологических исследований.

*Белочная оболочка кавернозных тел.* Кавернозные тела представляют собой анатомические структуры, содержащие кавернозную ткань и наружную белочную оболочку. Эректильная деформация ПЧ, возникающая вследствие патологических изменений белочной оболочки, является одной из причин ЭД [19, 20]. Толщина белочной оболочки в норме составляет от 1,6 до 2,6 мм, а толщина межкавернозной перегородки 1,3-2,4 мм [21]. Диаметр кавернозных тел в норме в состоянии эрекции составляет 3,3±0,1 см, а при ЭД – 2,3±0,2 см [9]. По нашим данным, полученным при ультразвуковом исследовании и магнитно-резонансной томографии, параметры кавернозных тел составляли у пациентов с ЭД: длина 107-158 мм; передне-задний размер 17-21,3 мм, поперечный 9-14 мм. Рубцово-склеротическая и фибропластическая трансформация белочной оболочки ПЧ сопровождается увеличением ее тол-

щины и является причиной нарушения ее растяжимости и эластичности. Морфологической основой склеротических изменений белочной оболочки является снижение концентрации эластических волокон по площади менее  $10\text{см}^2/\text{см}^3$ , в результате чего возникают предпосылки для развития ЭД [22, 23]. По нашим данным, полученным при магнитно-резонансной томографии ПЧ у пациентов с органической ЭД, толщина белочной оболочки составляла 2,7-3,2 мм. Точная диагностика патологии белочной оболочки возможна и достигается путем использования ультразвуковых методов исследования и магнитно-резонансной томографии. Полученная информация при исследовании белочной оболочки ПЧ является важной в плане комплексной оценки морфометрических показателей кавернозных тел. Данная информация необходима для выбора способа хирургической коррекции ЭД, когда одновременно могут выполняться операции как корпоропластики с использованием различных графтов, так и эндофаллопротезирования ПЧ.

### **Заключение**

Органическая ЭД имеет довольно широкое распространение в популяции мужчин (более 50% мужчин старше 40 лет имеют проблемы эректильного характера), но в силу интимности вопроса данная патология носит скрытый характер. В настоящий момент имеются определенные трудности диагностики ЭД органического характера, что обусловлено отсутствием комплексного алгоритма определения патологического состояния анатомических структур кровоснабжения и иннервации ПЧ. Поддержание адекватного артериального кровотока кавернозных тел ПЧ консервативными способами возможно лишь при легкой и средней степени тяжести ЭД. В случае тяжелой формы органической ЭД единственным способом сексуальной реабилитации является эндопротезирование кавернозных тел ПЧ. Устранение патологического венозного сброса при васкулогенной

ЭД является патогенетически обоснованным и достаточно эффективным хирургическим методом лечения. Таким образом, существуют важные естественные анатомические особенности строения кавернозных тел, артериального, венозного кровотока и иннервации ПЧ, которые в значительной степени обуславливают возникновение васкулогенной и нейрогенной ЭД. Указанные особенности необходимо учитывать при диагностике и выборе метода хирургической коррекции ЭД.

### **Библиографический список**

1. Эректильная дисфункция: повторение и заметки / А.Л. Верткин [и др.] // Медицинский совет. – 2011. – № 1-2. – С. 30-40.
2. Эректильная дисфункция: лечение и профилактика / А.Л. Верткин [и др.] // Медицинский совет. – 2010. – № 3-4. – С. 38-41.
3. Impotence and its medical and psychosocial correlates: result of the Massachusetts Male Aging Study / H.A. Feldman [et al.] // J.urol. – 1994. – Vol. 151. – P. 54-61.
4. Околокулак, Е.С. Эректильная дисфункция сосудистого генеза / Е.С. Околокулак Гродно; Изд-во Гродненск. Гос.ун-та, 2004. – 96 с.
5. Anatomical study of pelvic nerves in relation to seminal vesicles, prostate and urethral sphincter: immunohistochemical staining, computerized planimetry and three-dimensional reconstruction / R. Ganser // J. Urol. – 2015. – Vol. 193 (4). – С. 1205-1212.
6. Околокулак, Е.С. Хирургическая коррекция васкулогенной импотенции / Е.С. Околокулак, П.М. Ложко, В.П. Кузьмич // В кн.: Сб. материалов междунар. науч.конф. посвящ.40-летию Гродненск. Гос. Мед.ин-та. – Гродно, 1998.
7. Гайворонский, И.В. Вариантная анатомия артериального русла полового члена / И.В. Гайворонский, Р.Г. Мазуренко // Вестник Российской Военно-Медицинской Академии. – 2011. – Т. 36, №4. – С. 117-121.
8. Люлько, А.В. Хирургическая андрология / А.В. Люлько. – Москва; Изд. Медпресс-информ, 2005. – 504 с.

9. Андрология. Мужское здоровье и дисфункция репродуктивной системы. Пер.с англ. / Под редак. Э. Нишлаг, Г. Бере. – М., Изд. ООО Медицинские информационное агентство, 2005. – 554 с.
10. Околокулак, Е.С. Хирургическая анатомия венозного русла полового члена человека / Е.С. Околокулак // *Здравоохранение*. – 1997. – № 10. – С. 21-23.
11. Околокулак, Е.С. Физиологические аспекты эрекции / Е.С. Околокулак // *Медицинские новости*. – 1998. – № 2. – С. 10-12.
12. Корякин, М.В. Лечебная тактика при венозной и корпоровенозной недостаточности полового члена / М.В. Корякин, А.С. Акопян, В.Э. Станкевич // *Альманах клинической медицины*. – 2000. – Т.3. – С. 80-84.
13. Гайворонский, И.В. Вариантная анатомия венозного русла полового члена взрослого человека / И.В. Гайворонский, Р.Г. Мазуренко // *Морфология*. – Т. 141, №1. – С. 47-51.
14. Male circumcision is not associated with an increased prevalence of erectile dysfunction: results of the Cottbus 10, 000- men survey / В. Hoshke [et al.] // *Urologe A*. – 2013. – Vol. 52(4). – P. 562-569
15. Околокулак, Е.С. Хирургическая анатомия венозного русла полового члена человека / Е.С. Околокулак // *Журнал ГГМУ*. – 2003. – № 2. – С. 38-41.
16. Курбатов, Д.Г. Малоинвазивная хирургия мужских половых органов / Д.Г. Курбатов, В.В. Щетинин. – Москва; Изд. Медпрактика-М, 2005, – 92 с.
17. Клестов, К.Б. Рентгенэндоваскулярная окклюзия вен полового члена в лечении эректильной дисфункции / К.Б. Клестов, О.В. Дудин // Тез. IV российского съезда Интервенционных кардиоангиологов России, Москва, 21-23 марта 2011. – С.64.
18. Костин, А.А. Анализ нарушений эректильной функции при различных методах радикального лечения рака предстательной железы / А.А. Костин // *Андрология и генитальная хирургия*. – 2010. – №.3. – С. 63-66.
19. Bivalacqua, T.I. Implications of Nitric Oxide Synthase Isoforms in the Pathophysiology of Peyronies Disease / T.I. Bivalacqua, H.C. Champion, W.J.G. Hellstrom // *Int.J.Impot. Res.* – 2002. – Vol. 14, № 5. – P. 345-352.
20. Kieltry, C.M. Elastic Fibres / C.M. Kieltry, M.J. Sherratt, C.A. Shuttleworth // *J.Cell.Sci.* – 2002. – Vol.115. – P. 2817-2828.
21. Магнитно-резонансная томография полового члена. Нормальная анатомия / Э.Л. Банчик [и др.] // *Вестник рентгенологии и радиологии*. – 2012. – №.5. – С. 40-47.
22. Патоморфология эректильной дисфункции / В.Л. Гервальд [и др.] // *Медицинские науки*. – 2011. – № 1. – С. 483-487.
23. Морфологическое исследование белочной оболочки и кавернозной ткани кавернозных тел полового члена при эректильной дисфункции / В.Ф. Бавильский [и др.] // *Андрология и генитальная хирургия*. – 2010. – №.3. – С. 23-25.

**E. Povelitsa, V. Anichkin**

### **NATURAL PRECONDITIONS FOR DEVELOPMENT OF ORGANIC ERECTILE DYSFUNCTION**

To collect and aggregate information of natural topographic-anatomic penis structure features that confirm their participation in the pathogenesis of organic erectile dysfunction contextually the surgical anatomy and modern literature data.

The in-house author's intraoperative data of venous and arterial system of penis and penis ligamentous apparatus are presented. The medical significance of erectile dysfunction problems, the topographic anatomy of penis venous and arterial system, the penis innervation features, the connection between vasculogenic and neurogenic erectile dysfunction and the vascular constitution of penis and modern diagnostic methods are considered in the literature review.

In addition, the information about the features of tunica albuginea of corpus cavernosum penis and the information about the role of its abnormal changes in the development of erectile deformity are presented.

The penis corpora cavernosum get the arterial blood from deep and dorsal arteries of penis. There is a spacious network of arterial-arterial anastomoses between the mentioned arteries and between the deep arteries branches of opposite side of penis. The dorsal artery of penis forms an arterial arch with the branches of deep arteries, urethral artery and bulbar artery in the area of balanus. It is determined that venous outflow from the penis is carried out with three sources including superficial vein, deep penile vein and bulbospongiosus vein. The venous outflow is carrying out into the prostatic venous plexuses system, and in the femoral vein and long saphenous vein system. It is determined that there are many venous anastomoses between the mentioned venous collectors. There is a connection between the abnormal venous penile leaks and pampinocoele. The innervation of penis is carried out with the pudendal nerve branches and dorsal nerve of penis. The sympathetic nerve fiber prolongs from prostatic plexus composed of cavernous nerves. The erectile nerves carry out the parasympathetic innervation of penis.

The conducted literature analysis of the status of erectile dysfunction problem indicates the significance of this problem. The given information confirms the connection between the topographic-anatomic features of penis constitution and development of organic erectile dysfunction.

**Key words:** *vasculogenic and neurogenic erectile dysfunction, arteries, veins, penis nerves*

*Поступила 03.03.2016*