



АНАТОМИЯ СОСУДИСТО-НЕРВНОГО ПУЧКА И МЕТОДЫ ЕЕ СОХРАНЕНИЯ ПРИ НЕРВОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ПРОСТАТЭКТОМИИ

Г.С.Геворгян¹, А.А.Костин^{1,2}, Н.В.Воробьев², К.М.Нюшко², А.Г.Мурадян^{1,2}, И.А.Тараки¹, Ю.В.Самсонов²

1. ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6
2. Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А.Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 125284, Российская Федерация, г. Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 3

Резюме

Обеспечение высокого качества жизни мужчины после выполнения радикальной простатэктомии по поводу рака предстательной железы (РПЖ) в настоящее время является одной из актуальных проблем урологии и андрологии. Невросберегающая радикальная простатэктомия является одной из высокотехнологичных операций в урологии, и задача хирурга состоит не только в удалении опухоли предстательной железы, но и в обеспечении высокого качества жизни пациента. О важности и актуальности данной проблемы свидетельствует тот факт, что именно ей посвящено большинство вопросов, возникающих у больных в беседе с хирургом еще до хирургического вмешательства.

Национальный институт здравоохранения США показывает, что прирост заболеваемости РПЖ ежегодно составляет около 9,5%, а локализованная форма стала встречаться у более молодых мужчин. В связи с этим перед хирургом стоит задача не только излечить пациента от злокачественного образования, но и сохранить эректильную функцию и показатели континенции, тем самым улучшить качество жизни.

На современном этапе диагностические методы дают возможность значительно чаще обнаруживать ранний рак предстательной железы, благодаря чему выявление и лечение таких пациентов стало более доступным и позволяет применить данную операцию. Однако для сохранения сосудисто-нервного пучка обязательным является знание анатомических особенностей данной зоны.

За последние несколько десятилетий проведены анатомические исследования, которые описали нейроанатомию предстательной железы и прилегающей ткани. В этой статье кратко изложены последние результаты исследований нейроанатомических исследований, некоторые из которых противоречат установленному консенсусу в отношении анатомии таза.

Ключевые слова:

рак предстательной железы, сосудисто-нервный пучок, невосберегающая радикальная простатэктомия, РПЖ

Оформление ссылки для цитирования статьи

Геворгян Г.С., Костин А.А., Воробьев Н.В., Нюшко К.М., Мурадян А.Г., Тараки И.А., Самсонов Ю.В. Анатомия сосудисто-нервного пучка и методы ее сохранения при невосберегающей простатэктомии. Исследования и практика в медицине. 2018; 5(3): 53-66. DOI: 10.17709/2409-2231-2018-5-3-5

Для корреспонденции

Геворгян Грант Суренович, аспирант кафедры урологии, онкологии и радиологии ФПК МР ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» на базе отделения онкоурологии Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А.Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6
E-mail: gevorgyan.grant@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8264-9871>

Информация о финансировании. Финансирование данной работы не проводилось.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 25.05.2018 г., принята к печати 31.08.2018 г.

REVIEW

DOI: 10.17709/2409-2231-2018-5-3-5

ANATOMY OF THE NEUROVASCULAR BUNDLE AND METHODS OF ITS PRESERVATION WITH NERVE-SPARING PROSTATECTOMY

H.S.Gevorgyan¹, A.A.Kostin^{1,2}, N.V.Vorobyev², K.M.Nyushko², A.G.Muradyan^{1,2}, I.A.Taraki¹, Y.V.Samsonov²

1 RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya str., Moscow 117198, Russian Federation

2 P.Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Radiology Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation, 3, 2nd Botkinskiy proezd, Moscow, 125284, Russian Federation

Abstract

Providing a high quality of life for a man after performing radical prostatectomy for prostate cancer is currently one of the topical problems of urology and andrology. Nervous-protective radical prostatectomy is one of the high-tech operations in urology and the surgeon's task is not only to remove the tumor of the prostate gland, but also to ensure a high quality of life for the patient. The importance and urgency of this problem is evidenced by the fact that most of the issues that arise in patients in conversation with a surgeon before surgical intervention are devoted to it.

The National Institute of Health of the USA shows that the incidence of prostate cancer is about 9.5% per year, and the localized form began to occur in younger men. In this regard, the surgeon faces the task not only to cure the patient of malignant education, but also to maintain the erectile function and the continent's indicators, thereby improving the quality of life.

At the present stage, diagnostic methods make it possible to detect early prostate cancer much more often, so that the identification and treatment of such patients become more accessible and allows the use of this operation. However, for the preservation of the neurovascular bundle, it is mandatory to know the anatomical features of this zone.

Over the past few decades, anatomical studies have been conducted that described the neuroanatomy of the prostate and the adjacent tissue. This article summarizes the latest results of studies of neuroanatomical studies, some of which contradict the established consensus on pelvic anatomy.

Keywords:

prostate cancer, neurovascular bundle, nerve-sparing radical prostatectomy, PC

For citation

Gevorgyan H.S., Kostin A.A., Vorobyev N.V., Nyushko K.M., Muradyan A.G., Taraki I.A., Samsonov Y.V. Anatomy of the neurovascular bundle and methods of its preservation with nerve-sparing prostatectomy. Research'n Practical Medicine Journal (Issled. prakt. med.). 2018; 5(3): 53-66. (In Russian). DOI: 10.17709/2409-2231-2018-5-3-5

For correspondence

Hrant S. Gevorgyan, postgraduate student of the department of urology, oncology and radiology of FPC MD RUDN University on the base of the department of oncology, P.A.Hertsen Moscow Oncology Research Center – Branch of the National Medical Radiology Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation

Address: 6 Miklukho-Maklaya str., Moscow 117198, Russian Federation

E-mail: gevorgyan.grant@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8264-9871>

Information about funding. No funding of this work has been held.

Conflict of interest. Authors report no conflict of interest.

The article was received 25.05.2018, accepted for publication 31.08.2018

Обеспечение высокого качества жизни мужчины после выполнения радикальной простатэктомии по поводу рака предстательной железы (РПЖ) в настоящее время является одной из актуальных проблем урологии и андрологии. Важнейшую роль в ее решении играет сохранение сексуальной функции, в частности предупреждение эректильной дисфункции (ЭД). О важности и актуальности данной проблемы свидетельствует тот факт, что именно ей посвящено большинство вопросов, возникающих у больных в беседе с хирургом еще до операции. ЭД отмечается у 44–75% мужчин после радикальной простатэктомии [1]. Для решения данной проблемы используется нервосберегающая радикальная простатэктомия (НСПЭ), позволяющая сохранить окружающие предстательную железу сосудисто-нервные пучки (СНП). РПЖ находится на втором месте по встречаемости среди всех онкологических заболеваний у мужчин, так, в 2012 г. выявлено около 1,1 млн случаев, что составляет 15% всех онкологических заболеваний [2]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в 2014 г. в России выявлено 26 885 случаев РПЖ, в США – 233 159 [3]. За последнее десятилетие отмечается увеличение выявляемости локализованных форм РПЖ в связи с более расширенным использованием простатического специфического антигена (ПСА), пальцевого ректального исследования предстательной железы и ультразвукового исследования (УЗИ) [4]. Национальный институт здравоохранения США показывает, что прирост заболеваемости РПЖ ежегодно составляет около 9,5%, а локализованная форма стала встречаться у более молодых мужчин [5]. В связи с этим перед хирургом стоит задача не только излечить пациента от злокачественного образования, но и сохранить эректильную функцию и показатели континенции, тем самым улучшить качество жизни [6–8]. За последние несколько десятилетий проведены анатомические исследования, которые описали нейроанатомию предстательной железы и прилегающей ткани. В этой статье кратко изложены последние результаты исследований нейроанатомических исследований, некоторые из которых противоречат установленному консенсусу в отношении анатомии таза.

Нейроанатомия предстательной железы

В 1982 г. Уолш и Донкер [9] описали точный ход вегетативных нервов, иннервирующих кавернозные тела, отходящих из тазового нервного сплетения. Они находятся на боковых поверхностях прямой кишки, ближе к основанию семенных пузырьков, далее идут по дорсолатеральной поверхности предстательной железы, непосредственно примы-

кая к истинной капсуле предстательной железы, между слоем простатической и боковой тазовой фасций. Нервы кавернозных тел идут между предстательной железой и прямой кишкой по дорсолатеральной поверхности мембранозной части уретры, где они пересекают мочеполовую диафрагму. На уровне предстательной железы от СНП к последней отходят немногочисленные нервные пучки, которые пересекаются во время хирургического вмешательства и удаляются вместе с препаратом. При этом они не играют никакой роли в дальнейшем сохранении потенции [10]. Это открытие привело к более подробному изучению нейроанатомии и возможных хирургических методов сохранения СНП и эректильной функции. Однако в настоящий момент продолжаются дебаты по поводу точности нахождения СНП и корректности его сохранения как анатомической структуры (рис. 1).

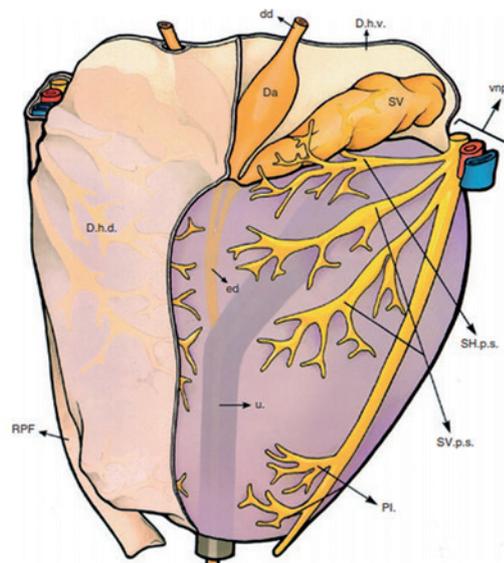


Рис. 1. Анатомическое строение дорзальной поверхности предстательной железы, сосудисто-нервных пучков и фасциального комплекса [11].

RPF – перипростатическая фасция Ретциуса; SV – семенные пузырьки; PI – нижняя ножка; Dhd – фасция Денонвилле, дорзальная поверхность; Dhv – фасция Денонвилле, вентральная поверхность; dd – семявыносящий проток; Da – ампула семявыносящего протока; SHps – горизонтальная ветвь верхней ножки нервного пучка; SVps – вертикальная ветвь верхней ножки нервного пучка; vnp – сосудисто-нервный пучок; ed – семявыбрасывающий проток; u – уретра.

Fig. 1. Anatomical structure of the dorsal surface of the prostate gland, neurovascular bundles and the fascial complex [11]. RPF – periprostatic fascia of Retzius; SV – seminal vesicles; PI – lower leg; Dhd – fascia of Denonville, dorsal surface; Dhv – fascia of Denonville, ventral surface; dd – the vas deferens; Da – ampulla of the vas deferens; SHps – horizontal branch of the upper leg of the nerve bundle; SVps – vertical branch of the upper leg of the nerve bundle; vnp is a neurovascular bundle; ed – the ejaculatory duct; u – urethra.

Связь СНП и кавернозных сосудов с фасцией Денонвилле впервые опроверг в 1998 г. Kourambas и соавт. [12], а в 2004 г. Costello и соавт. [13] описали связь между СНП предстательной железы с семенными пузырьками. Были выявлены три функциональных компонента СНП: первый – задний и заднебоковые нервы, которые лежат в фасции Денонвилле и переходят в параректальную фасцию, иннервируя прямую кишку. Второй компонент – это латеральный СНП, иннервирующий мышцу, поднимающую прямую кишку. Третий компонент, первоначально описанный Уолш и Донкер в 1982 г. [9], лежит вдоль заднебоковой поверхности предстательной железы. В связи с довольно сложной анатомической структурой всех трех компонентов осложняется и сама хирургическая техника выполнения нервосберегающей простатэктомии. A.Takenaka и соавт. [14] показали, что ветви гипогастральных и чревных нервов соединяются на нескольких уровнях, формируя сетчатоподобную структуру без образования нервного пучка. В работе Lunasek и соавт. [15] говорится, что кавернозные нервы проходят вдоль предстательной железы и смещаются кпереди, рассеиваясь вдоль простатической капсулы по типу «занавеси». Исходя из вышесказанного, была предложена методика «вскрытие занавеса»: выделение нервного пучка с более вентральным иссечением капсулы. Кроме того, Menon и соавт. [16] описали методику для максимального сохранения большого количества нервных пучков, проходящих через боковую фасцию предстательной железы. Техника названа «вуаль Афродиты» [17–19].

Распределение парапростатических нервов

Анатомические исследования показывают различные уровни прохождения перипростатических нервов как в дорсолатеральном, так и в вентролатеральном направлениях [20–23]. Eichelberg и соавт. [20] доказали, что, несмотря на то, что в большинстве случаев СНП имеют заднебоковое расположение, есть случаи (22–29%), когда СНП находится по передней поверхности капсулы предстательной железы. Проведя морфологический анализ 95 образцов после радикальной простатэктомии, Lee и соавт. [23] выявили 20–23% случаев, когда СНП лежал на передней поверхности предстательной железы. Кроме того, в половине случаев нервы были в виде пучка, а в остальных случаях сетчатобразно распространялись по поверхности предстательной железы.

С помощью компьютеризированной планиметрии Ganzer и соавт. [21, 22] описали ход парапростатических и капсульных СНП на послеоперационных препаратах после радикальной простатэктомии.

Самая частая зона, где встречался СНП, выпала на заднебоковой участок предстательной железы: 84%, 75% и 74,5% у основания, в середине и у верхушки соответственно, однако эти показатели изменчивы. В около 40% случаев зона СНП выявлена по переднебоковой поверхности предстательной железы, а в 46% случаев – по задней поверхности. Однако большей проблемой является выявление той зоны СНП, которая отвечает за эректильную функцию. Kaiho и соавт. [24] с помощью электрофизиологического тестирования доказали участие парапростатических СНП в возникновении эрекции. При стимуляции СНП наибольшая амплитуда кавернозного давления образуется на 5 ч условного циферблата, однако амплитуду давления также выявили между 1-м и 5-м часами условного циферблата нижнебоковых участков предстательной железы у всех пациентов.

Несмотря на доказанное существование переднебоковых парапростатических нервов, их подробное изучение важно для понимания патофизиологии и возможности их функционирования. Alsaïd и соавт. [25] показали расположение и тип нервных волокон. СНП берет начало от нижнего поджелудочного сплетения и обеспечивает холинергическую, адренергическую и сенсорную иннервацию семенных сосудов, семявыносящих протоков, предстательной железы и наружного сфинктера уретры. Однако в своем исследовании Costello и соавт. [26] обнаружили, что функционально значимые парасимпатические нервные волокна составляют наименьшую часть нервов, расположенных на переднелатеральной поверхности предстательной железы. Ganzer и соавт. [27] в 2012 г., используя иммуногистохимическую дифференцировку между проэректильными парасимпатическими и симпатическими нервными волокнами, подтвердили, что парасимпатические нервы рассеяны у основания предстательной железы и в основном имеют заднебоковой ход у верхушки. Следовательно, теряет смысл высокое переднее иссечение фасции предстательной железы с целью сохранения СНП, проходящих по передней поверхности фасции.

Анатомические особенности внутритазовых фасций

Эндопельвикальная фасция является продолжением тазовой фасции и имеет два листка: висцеральный и париетальный. Простатическая фасция, или висцеральный листок, покрывает тазовые органы, в том числе мочевой пузырь, семенные пузырьки, предстательную железу и прямую кишку. Париетальный листок покрывает мышцу, поднимающую задний проход. Из висцерального

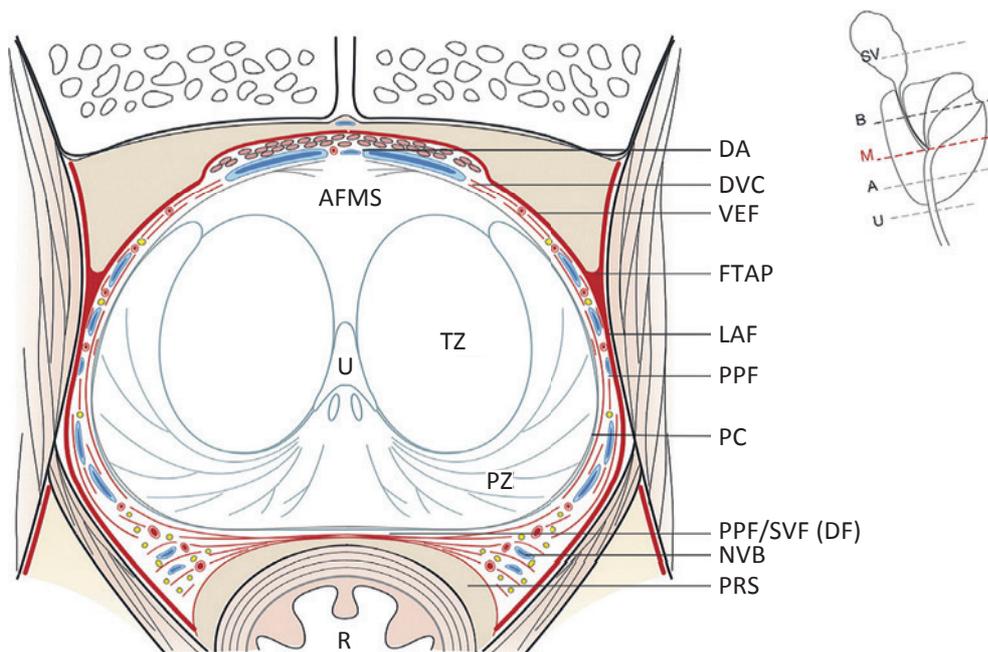


Рис. 2. Аксиальное сечение предстательной железы [33].

A – апекс; AFMS – передняя фибромышечная строма; B – мочевого пузыря; DA – передняя стенка детрузора; DF – фасция Денонвиллье; DVC – дорсальный сосудистый комплекс; FTAP – фасциальные сухожилия таза; LAF – фасция мышцы, поднимающей задний проход; M – средняя часть простаты; NVB – сосудисто-нервный пучок; PC – псевдокапсула; PPF – перипростатическая фасция; PPF/SVF – задняя простатическая фасция/фасция семенных пузырьков; PRS – периректальное пространство; PZ – периферическая зона; R – прямая кишка; SV – семенные пузырьки; TZ – транзитная зона; U – уретра; VEF – висцеральная внутритазовая фасция.

Fig. 2. Axial section of prostatic and periprostatic fascia at midprostate [33].

A – apex; AFMS – anterior fibromuscular stroma; B – bladder; DA – detrusor apron; DF – Denonvilliers fascia; DVC – dorsal vascular complex; FTAP – fascial tendinous arch of pelvis; LAF – levator ani fascia; M – midprostate; NVB – neurovascular bundle; PC – pseudocapsule; PPF – periprostatic fascia; PPF/SVF – posterior prostatic fascia/seminal vesical fascia; PRS – perirectal space; PZ – peripheral zone; R – rectum; SV – seminal vesicle; TZ – transition zone; U – urethra; VEF – visceral endopelvic fascia.

и париетального листков образуется сухожильная дуга таза. Также формируются лобково-пузырные и лобково-простатические связки [28, 29]. Простатическая фасция, или перипростатическая фасция, включает в себя все фасции, находящиеся снаружи от псевдокапсулы предстательной железы. В соответствии с локализацией простатическая фасция делится на переднюю, латеральную и заднюю фасции. Передняя фасция покрывает переднюю часть простаты, детрузорный фартук, дорсальный сосудистый комплекс [30]. Между простатической фасцией и капсулой предстательной железы образуется интрафасциальная плоскость. Фасция мышцы, поднимающей задний проход, находится снаружи от простатической фасции и является границей для межфасциальной плоскости. Фасцию мышцы, поднимающей задний проход, и простатическую фасцию хирург видит как перипростатическую фасцию [31]. Задняя поверхность предстательной железы и семенные пузырьки плотно покрыты сплошным слоем задней простатической фасции, которая

называется брюшинно-промежностной, или фасцией Денонвиллье (Denonvillier) [32]. Полное понимание и представление фасциальных слоев предстательной железы имеет определяющее значение для выполнения нервосберегающей простатэктомии (рис. 2).

Методики сохранения СНП

Было предложено несколько методов для оптимизации сохранения эректильной функции на основе описанных выше анатомических принципов: интерфасциальная, интрафасциальная, экстрафасциальная диссекции (рис. 3).

При интерфасциальной диссекции СНП выделяется латеральнее простатической фасции по передне-латеральным и задне-латеральным сторонам предстательной железы. Далее диссекция продолжается медиальнее СНП на 5 и 7 ч или 2 и 10 ч условного циферблата предстательной железы в осевом срезе [34, 35]. Однако при выполнении данной методики, в зависимости от анатомических особенностей, есть

вероятность частичного повреждения СНП. Основываясь на опыте, полученном при интерфасциальном выделении СНП, Stolzenburg и соавт. [36, 37] отметили важность глубины диссекции для сохранения СНП. В этом случае диссекция выполняется в плоскости над капсулой простаты, медиальнее простатической фасции в области заднелатеральной и переднелатеральной сторон предстательной железы и впереди от фасции Денонвиллье. Tewari и соавт. рассмотрели анатомию СНП после проведения роботизированной простатэктомии. Они сгруппировали нейронные структуры, отвечающие за эректильную функцию, в проксимальную сосудисто-нервную пластину (ПСНП), преобладающий СНП и вспомогательные нервные пучки (ВНП). ПСНП проводит и передает эректогенные нервные импульсы и расположена латеральнее шейки мочевого пузыря, семенных пузырьков и ветвей нижних везикальных сосудов. СНП – это классический пучок, несущий импульсы к кавернозным телам, а ВНП предполагаются как вспомогательные нервные окончания вокруг предстательной железы, которые могут служить путями дополнительных импульсов для эрекции [38].

Tewari и Srivastva описывают СНП скорее как большую разветвленную сеть нервных волокон, нежели отдельную структуру. В случае стандартной нервосберегающей простатэктомии в большинстве случаев сохраняется только основной СНП, а проксимальные и задние нервные окончания удаляются вместе с препаратом. В случае роботизированной хирургии есть возможность сохранить также эти нервные структуры, что приводит к улучшению результатов эректильной функции и континенции, без ухудшения онкологических результатов [39, 40].

Menon и соавт. [17, 18] была внедрена новая техника выделения предстательной железы с сохранением фасций по задней, заднелатеральной, передней поверхностям, что приводит к максимальному сохранению сосудисто-нервных пучков. Техника была названа «покров Афродиты», или «супервейл». С данной техникой у 94% пациентов отмечен полноценный половой акт спустя 6–18 мес после нервосберегающей простатэктомии. В работе Tewari и соавт. [41] при помощи методики «супервейл» примерно у 93% пациентов восстановилась эректильная функция, при этом частота встречаемости положительного края составила 10,5%.

Интрафасциальная диссекция проходит на границе псевдокапсулы предстательной железы, сохраняя при этом перипростатическую фасцию. Данная методика позволяет полностью сохранить СНП, однако увеличивает риск положительного края в случае экстракапсулярного роста опухоли. Экстра-

фасциальная диссекция выполняется латеральнее фасции мышцы, поднимающей задний проход, и позади перипростатической фасции. В этом случае СНП будет частично удален или травмирован. Такая диссекция имеет более радикальные результаты и считается онкологически более безопасной, однако несет с собой вероятность полной ЭД [42, 43].

В 2012 г. Montosi и соавт. [44] была предложена альтернативная терминология рассечения плоскостей с целью нервосбережения. Так, интра-, интер- и экстрафасциальная диссекции были заменены на полное, частичное и минимальное нервосбережение (рис. 3с). Tewari и соавт. предложили систему классификации, основанную на четырех классах диссекции [39]. Границами диссекции были приняты вены на боковых поверхностях предстательной железы как сосудистые ориентиры для определения плоскостей рассечения. По системе классификации нервосбережения от 1 до 4 за 1 было принято максимальное нервосбережение, за 4 – отсутствие нервосбережения. Диссекция между перипростатическими венами и псевдокапсулой предстательной железы считается 1-м классом. В случаях когда граница диссекции проходит только по венам, это 2-й класс. Если диссекция выполняется с большим захватом перипростатической клетчатки над венами – 3-й класс, а экстрафасциальная диссекция уже приравнена к 4 классу (рис. 3d).

Спорным остается вопрос о связи между сохранением СНП и качеством удержания мочи. Choi и соавт. [45] в своей работе показали, что на 4-й месяц после двусторонней нервосберегающей простатэктомии удержание мочи у пациентов лучше по сравнению с радикальной простатэктомией (47% против 27%), однако через 12 мес функциональные результаты практически не отличаются. Аналогичные результаты получены в исследовании Ko и соавт. [46], где на 3-й месяц после НСРП удержание мочи в исследуемой группе лучше по сравнению с группой радикальной простатэктомии. Немаловажную роль в удержании мочи также имеет состояние сосудов малого таза. В работе Montorsi и соавт. [47] показана связь между ЭД и системным заболеванием сосудов малого таза, что имеет прямое воздействие на состояние внешнего сфинктера мочевого пузыря. Gandaglia и соавт. [48] установили, что необходимо учитывать предоперационную эректильную функцию как фактор влияния на качество удержания мочи. В данном исследовании приняли участие 752 пациента с разной степенью ЭД. Через год после хирургического вмешательства у 78% пациентов с нормальной эректильной функцией отмечено полное удержание, а у пациентов с разной степенью ЭД полное удержание наблюдалось 70%.

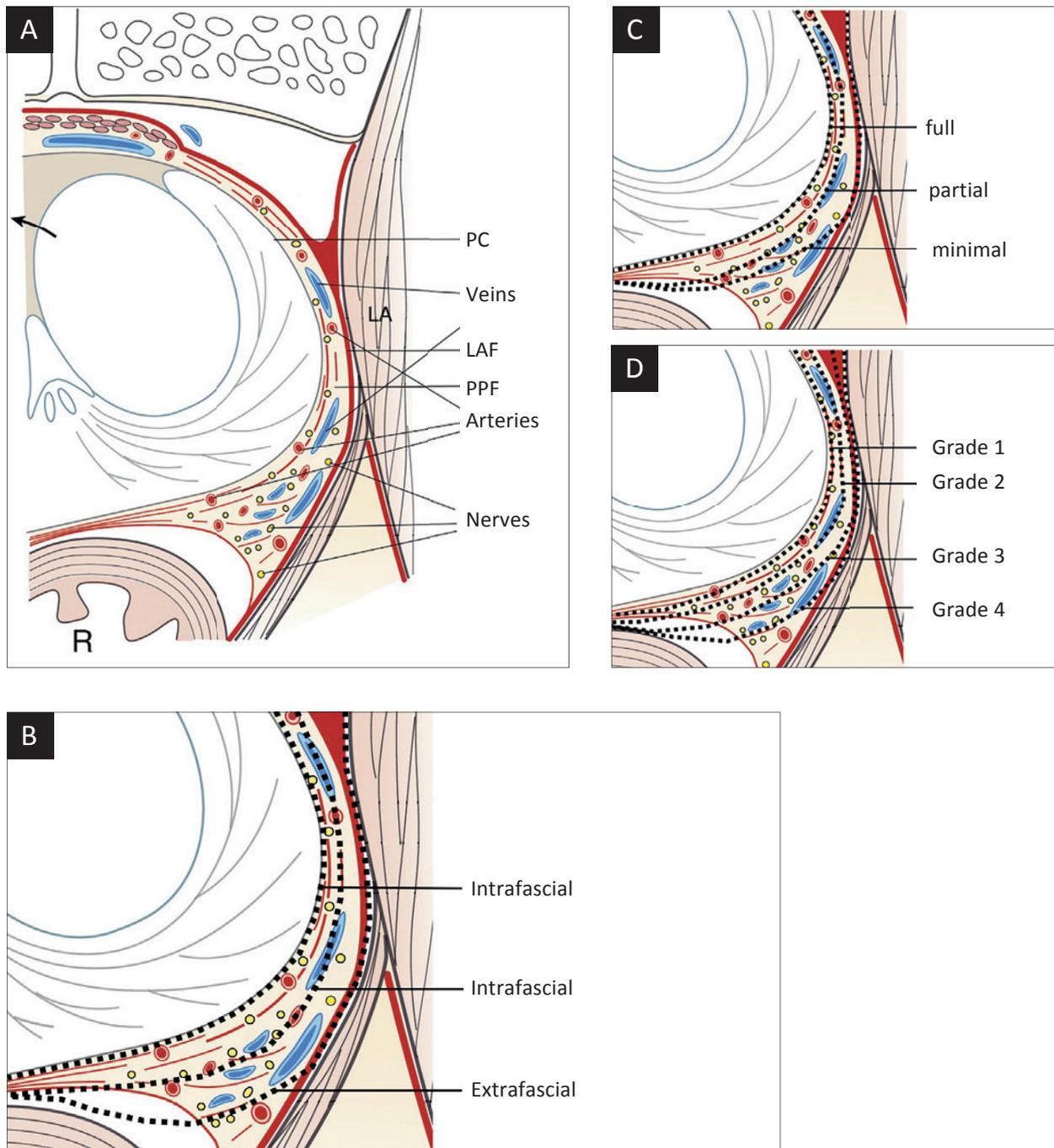


Рис. 3. А – обзор осевого сечения предстательной железы и перипростатической фасции в срединном срезе (простата повернута против часовой стрелки); В – увеличенное осевое сечение с тремя плоскостями диссекции: внутрифасциальное, межфасциальное и экстрафасциальное; С – увеличенное осевое сечение с тремя плоскостями диссекции: полное, частичное и минимальное нервосбережение; D – уровни нервосбережения: 1-й, 2-й, 3-й, 4-й. LA – мышца, поднимающая задний проход; LAF – фасция мышцы, поднимающей задний проход; PC – псевдокапсула предстательной железы; PPF – перипростатическая фасция; R – прямая кишка [33].

Fig. 3. A – Overview of the axial section of the prostate gland and periprostatic fascia in the median section (prostate rotated counter-clockwise); B – Increased axial section with three planes of dissection: intrafascial, interfascial and extrafascial; C – Increased axial section with three dissection planes: complete, partial and minimal nerve-sparing; D – levels of nerve-sparing: 1st, 2nd, 3rd, 4th. LA – levator ani muscle; LAF – levator ani fascia; PC – pseudocapsule of prostate; PPF – periprostatic fascia; R – rectum [33].

Собственный опыт

В отделении онкоурологии МНИОИ им. П.А.Герцена – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России с 2016 г. при выполнении нервосберегающей простатэктомии начато использование водоструйной диссекции при выполнении НСРП. Водоструйная технология вначале была использована в хирургии печени [49], сердечно-сосудистой хирургии [50], а также в нейрохирургии [51]. При использовании водоструйного диссектора на операциях печени уменьшаются количество кровопотери и травматизация паренхимы по сравнению с ультразвуковым скальпелем и диссекцией тупым путем [52, 53]. При использовании водоструйного диссектора кинетическая энергия воды передается на поверхность ткани, делая в ней разрез [54]. Рассечение тканей с помощью струи воды имеет несколько преимуществ над обычными инструментами. Одним из них является селективное удаление ткани с сохранением сосудов, имеющих разные тканевые параметры прочности. Так, водоструйный диссектор дает возможность рассечения тканей с сохранением сосудов, диаметр которых составляет 100–200 мкм [55, 56]. Еще одним заметным преимуществом является то, что он помогает избежать термического повреждения окружающей паренхимы, которое при применении электрического скальпеля, электромагнитных, ультразвуковых и лазерных приборов было бы неизбежно [57, 58]. С июля 2016 г. по январь 2018 г. выполнено 35 нервосберегающих простатэктомий с использованием водоструйного диссектора, из них у 30 пациентов СНП сохранен с двух сторон, в 5 случаях – с одной

стороны. У всех пациентов в предоперационном периоде верифицирован локализованный рак предстательной железы I, II стадии (сT1c-T2b), низкого риска прогрессирования. Во всех случаях сумма баллов по Глисон до операции составила 6 (3 + 3). Среднее значение ПСА до лечения – $7,2 \pm 1,0$ нг/мл. Возраст пациентов варьировал от 52 до 65 лет. Медиана времени наблюдения составила 6 ± 3 мес. Эректильную функцию оценивали с помощью Международного индекса эректильной функции (МИЭФ-15), средний балл до операции составил $27 \pm 1,5$. При плановом морфологическом исследовании категория T распределилась следующим образом: 28% ($n = 10$) – pT2a, 20% ($n = 7$) – pT2b, 42,8% ($n = 15$) – pT2c, 8,2% ($n = 3$) – pT3a. Сумма баллов по Глисон в 71,5% ($n = 25$) составила 6 (3 + 3), а в 28,5% ($n = 10$) – 7 (3 + 4) баллов. Положительный хирургический край был отмечен только у 6% пациентов. Во всех остальных случаях хирургические вмешательства выполнены радикально (R0) (рис. 4). Интраоперационная кровопотеря во всех случаях была минимальной (в среднем 200 мл), медиана времени операции составила 120 ± 20 мин. У всех пациентов проанализирована эректильная функция, континенция мочи через 3, 6, 12 мес после хирургического вмешательства. Эректильная функция восстановилась у 26 (75%) пациентов. Средний балл МИЭФ-15 составил 23. Через 3 мес после хирургического лечения полное удержание мочи наблюдалось у 33 (95%) пациентов, неудержания мочи не отмечалось. Также проводился опрос пациентов по международным шкалам: IPSS, средний показатель которой составил 4 ± 1 ; возрастных

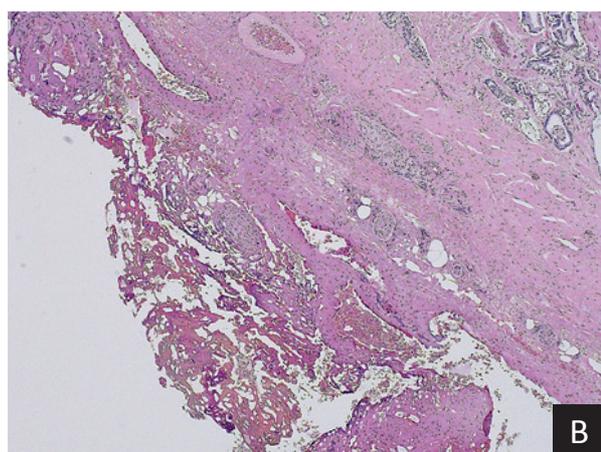
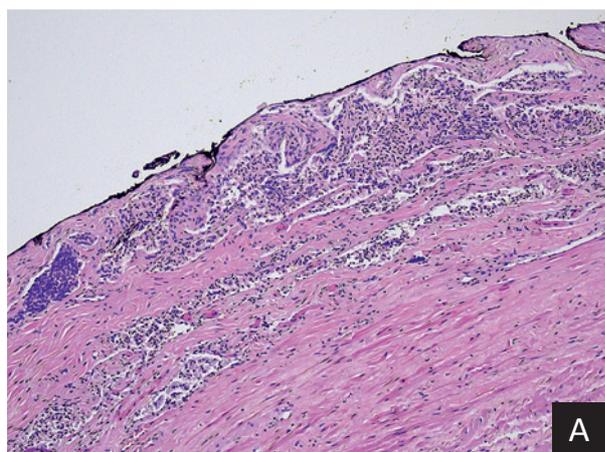


Рис. 4. А – край резекции по псевдокапсуле предстательной железы водоструйным диссектором; В – край резекции по псевдокапсуле предстательной железы при классической нервосберегающей простатэктомии.

Fig. 4. A – the edge of the resection of the pseudo-capsule of the prostate gland by a water-jet dissector; B – the edge of a pseudocapsule resection of the prostate of classical nerve-sparing prostatectomy.

симптомов у мужчин (AMS), по данным которой отмечено отсутствие или наличие слабовыраженных симптомов; госпитальной шкале тревоги и депрессии (HADS), по данным которой субклинических и клинических показателей тревоги и депрессии ни у одного пациента не выявлено. Таким образом, наш опыт показывает, что применение водоструйного диссектора для нервосберегающей простатэктомии уменьшает кровопотерю, продолжительность хирургического вмешательства, а также показывает лучшие результаты в сохранении эректильной функции, удержания мочи и психоэмоционального состояния пациента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время активное изучение анатомии окружающих тканей предстательной железы позволяет улучшать как онкологические, так и функцио-

нальные результаты хирургических вмешательств. Основываясь на детальной анатомии, онкологическом процессе и хирургических навыках, сохранение СНП носит персонализированный характер и зависит от множества факторов. Также активно развиваются многочисленные методы визуализации тканей предстательной железы, такие как многофотонная микроскопия для визуализации тканей в реальном времени, оптическая когерентная томография и флуоресцентные пептиды [59, 60]. Эти технологии, а также точные знания о нейроанатомии предстательной железы выявляют направление нервов и очагов нервного ветвления, которые незаметны в процессе выполнения хирургического вмешательства. Однако данная сфера требует дальнейших исследований для развития и внедрения вышеперечисленных методов в повседневную клиническую практику для улучшения онкологических и функциональных отдаленных результатов

Список литературы

1. Мазо Е.Б., Гусейнов М.М. Эректильная дисфункция после радикальной простатэктомии у больных раком предстательной железы: возможности лечения. Фарматека. 2006;15.
2. Ferlay J, Soerjomataram I, Dikshit R, Eser S, Mathers C, Rebelo M, et al. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int J Cancer*. 2015 Mar 1;136(5):E359-86. DOI: 10.1002/ijc.29210
3. Всемирная организация здравоохранения, 2014. Доступно по: <http://www.who.gov/ru/>
4. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2014 году. М., 2016. Доступно по: http://www.oncology.ru/service/statistics/malignant_tumors/2014.pdf
5. Edwards BK, Noone AM, Mariotto AB, Simard EP, Boscoe FP, Henley SJ, Annual Report to the Nation on the status of cancer, 1975 2010, featuring prevalence of comorbidity and impact on survival among persons with lung, colorectal, breast, or prostate cancer. *Cancer*. 2014 May 1;120(9):1290-314. DOI: 10.1002/cncr.28509
6. Asimakopoulos AD, Miano R, Di Lorenzo N, Spera E, Vespasiani G, Mugnier C. Laparoscopic versus robot-assisted bilateral nerve-sparing radical prostatectomy: comparison of pentafecta rates for a single surgeon. *Surg Endosc*. 2013 Nov;27(11):4297-304. DOI: 10.1007/s00464-013-3046-9.
7. Berge V, Berg RE, Hoff JR, Wessel N, Diep LM, Karlsen SJ, Eri LM. A prospective study of transition from laparoscopic to robot-assisted radical prostatectomy: quality of life outcomes after 36-month follow-up. *Urology*. 2013 Apr;81(4):781-6. DOI: 10.1016/j.urology.2013.01.017.
8. Porpiglia F, Morra I, Lucci Chiarissi M, Manfredi M, Mele F, Grande S, Randomised controlled trial comparing laparoscopic and robot-assisted radical prostatectomy. *Eur Urol*. 2013 Apr;63(4):606-14. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.07.007
9. Walsh PC, Donker PJ. Impotence following radical prostatectomy: insight into etiology and prevention. *J Urol*. 1982 Sep;128(3):492-7.
10. Gillitzer R, Thüroff JW. Technical advances in radical retro-pubic prostatectomy techniques for avoiding complications. Part II: vesico-urethral anastomosis and nerve-sparing prostatectomy. *BJU Int*. 2003 Jul;92(2):178-84.
11. Joan C, et al. Atlas of multiparametric prostate MRI : with PI-RADS approach and anatomic-MRI-pathological correlation. Edited by Vilanova JC. Springer Nature, 2017. 156 p.
12. Kourambas J, Angus DG, Hosking P, Chou ST. A histological study of Denonvilliers' fascia and its relationship to the neurovascular bundle. *Br J Urol*. 1998 Sep;82(3):408-10.
13. Costello AJ, Brooks M, Cole OJ. Anatomical studies of the neurovascular bundle and cavernosal nerves. *BJU Int*. 2004 Nov;94(7):1071-6. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2004.05106.x
14. Takenaka A, Murakami G, Soga H, Han SH, Arai Y, Fujisawa M. Anatomical analysis of the neurovascular bundle supplying penile cavernous tissue to ensure a reliable nerve graft after radical prostatectomy. *J Urol*. 2004 Sep;172(3):1032-5. DOI: 10.1097/01.ju.0000135648.33110.df
15. Lunacek A, Schwentner C, Fritsch H, Bartsch G, Strasser H. Anatomical radical retro-pubic prostatectomy: 'curtain dissection' of the neurovascular bundle. *BJU Int*. 2005 Jun;95(9):1226-31. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2005.05510.x

16. Menon M, Hemal AK; VIP Team. Vattikuti Institute prostatectomy: a technique of robotic radical prostatectomy: experience in more than 1000 cases. *J Endourol.* 2004 Sep;18(7):611-9; discussion 619. DOI: 10.1089/end.2004.18.611
17. Menon M, Shrivastava A, Bhandari M, Satyanarayana R, Siva S, Agarwal PK. Vattikuti Institute prostatectomy: technical modifications in 2009. *Eur Urol.* 2009 Jul;56(1):89-96. DOI: 10.1016/j.eururo.2009.04.032
18. Menon M, Kaul S, Bhandari A, Shrivastava A, Tewari A, Hemal A. Potency following robotic radical prostatectomy: a questionnaire based analysis of outcomes after conventional nerve sparing and prostatic fascia sparing techniques. *J Urol.* 2005 Dec;174(6):2291-6; discussion 2296. DOI: 10.1097/01.ju.0000181825.54480.eb
19. Montorsi F, Salonia A, Suardi N, Gallina A, Zanni G, Briganti A, et al. Improving the preservation of the urethral sphincter and neurovascular bundles during open radical retropubic prostatectomy. *Eur Urol.* 2005 Dec;48(6):938-45. DOI: 10.1016/j.eururo.2005.09.004
20. Eichelberg C, Erbersdobler A, Michl U, Schlomm T, Salomon G, Graefen M, et al. Nerve distribution along the prostatic capsule. *Eur Urol.* 2007 Jan;51(1):105-10; discussion 110-1. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.05.038
21. Ganzer R, Blana A, Gaumann A, Stolzenburg JU, Rabenalt R, Bach T, et al. Topographical anatomy of periprostatic and capsular nerves: quantification and computerised planimetry. *Eur Urol.* 2008 Aug;54(2):353-60. DOI: 10.1016/j.eururo.2008.04.018.
22. Ganzer R, Blana A, Stolzenburg JU, Rabenalt R, Fritsche HM, Wieland WF, et al. Nerve quantification and computerized planimetry to evaluate periprostatic nerve distribution-does size matter? *Urology.* 2009 Aug;74(2):398-403. DOI: 10.1016/j.urolgy.2008.12.076
23. Lee SB, Hong SK, Choe G, Lee SE. Periprostatic distribution of nerves in specimens from non-nerve-sparing radical retropubic prostatectomy. *Urology.* 2008 Oct;72(4):878-81. DOI: 10.1016/j.urolgy.2008.05.038
24. Kaiho Y, Nakagawa H, Saito H, Ito A, Ishidoya S, Saito S, et al. Nerves at the ventral prostatic capsule contribute to erectile function: initial electrophysiological assessment in humans. *Eur Urol.* 2009 Jan;55(1):148-54. DOI: 10.1016/j.eururo.2008.09.022.
25. Alsaïd B, Karam I, Bessedé T, Abdlsamad I, Uhl JF, Delmas V, et al. Tridimensional computer-assisted anatomic dissection of posterolateral prostatic neurovascular bundles. *Eur Urol.* 2010 Aug;58(2):281-7. DOI: 10.1016/j.eururo.2010.04.002.
26. Costello AJ, Dowdle BW, Namdarian B, Pedersen J, Murphy DG. Immunohistochemical study of the cavernous nerves in the periprostatic region. *BJU Int.* 2011 Apr;107(8):1210-5. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2010.09711.x
27. Ganzer R, Stolzenburg JU, Wieland WF, Brundl J. Anatomic study of periprostatic nerve distribution: immunohistochemical differentiation of parasympathetic and sympathetic nerve fibres. *Eur Urol.* 2012 Dec;62(6):1150-6. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.03.039
28. Takenaka A, Hara R, Soga H, Murakami G, Fujisawa M. A novel technique for approaching the endopelvic fascia in retro-pubic radical prostatectomy, based on an anatomical study of fixed and fresh cadavers. *BJU Int.* 2005 Apr;95(6):766-71. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2005.05397.x
29. Myers RP. Practical surgical anatomy for radical prostatectomy. *Urol Clin North Am.* 2001 Aug;28(3):473-90.
30. Walz J, Burnett AL, Costello AJ, Eastham JA, Graefen M, Guillonnet B, et al. A critical analysis of the current knowledge of surgical anatomy related to optimization of cancer control and preservation of continence and erection in candidates for radical prostatectomy. *Eur Urol.* 2010 Feb;57(2):179-92. DOI: 10.1016/j.eururo.2009.11.009.
31. Nielsen ME, Schaeffer EM, Marschke P, Walsh PC. High anterior release of the levator fascia improves sexual function following open radical retropubic prostatectomy. *J Urol.* 2008 Dec;180(6):2557-64; discussion 2564. DOI: 10.1016/j.juro.2008.08.047.
32. Villers A, McNeal JE, Freiha FS, Boccon-Gibod L, Stamey TA. Invasion of Denonvilliers' fascia in radical prostatectomy specimens. *J Urol.* 1993 Apr;149(4):793-8.
33. Walz J, Epstein JI, Ganzer R, Graefen M, Guazzoni G, Kaouk J, et al. A Critical Analysis of the Current Knowledge of Surgical Anatomy of the Prostate Related to Optimisation of Cancer Control and Preservation of Continence and Erection in Candidates for Radical Prostatectomy: An Update. *Eur Urol.* 2016 Aug;70(2):301-11. DOI: 10.1016/j.eururo.2016.01.026.
34. Zorn KC, Gofrit ON, Orvieto MA, Mikhail AA, Zagaja GP, Shalhav AL. Robotic-assisted laparoscopic prostatectomy: functional and pathologic outcomes with interfascial nerve preservation. *Eur Urol.* 2007 Mar;51(3):755-62; discussion 763. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.10.019
35. Barré C. Open radical retropubic prostatectomy. *Eur Urol.* 2007 Jul;52(1):71-80. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.11.057
36. Stolzenburg JU, Rabenalt R, Tannapfel A, Liatsikos EN. Intrafascial nerve-sparing endoscopic extraperitoneal radical prostatectomy. *Urology.* 2006 Jan;67(1):17-21. DOI: 10.1016/j.urolgy.2005.09.052
37. Stolzenburg JU, Rabenalt R, Do M, Schwalenberg T, Winkler M, Dietel A, et al. Intrafascial nerve-sparing endoscopic extraperitoneal radical prostatectomy. *Eur Urol.* 2008 May;53(5):931-40. DOI: 10.1016/j.eururo.2007.11.047
38. Tewari A, Takenaka A, Mtui E, Horninger W, Peschel R, Bartsch G, et al. The proximal neurovascular plate and the tri-zonal neural architecture around the prostate gland: importance in the athermal robotic technique of nerve-sparing prostatectomy. *BJU Int.* 2006 Aug;98(2):314-23. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2006.06266.x
39. Tewari AK, Srivastava A, Huang MW, Robinson BD, Shevchuk MM, Durand M, et al. Anatomical grades of nerve sparing: a risk-stratified approach to neural-hammock sparing during robot-assisted radical prostatectomy (RARP). *BJU Int.* 2011 Sep;108(6 Pt 2):984-92. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2011.10565.x.
40. Srivastava A, Chopra S, Pham A, Sooriakumaran P, Durand M, Chughtai B, et al. Effect of a risk-stratified grade of nerve-sparing technique on early return of continence after robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Eur Urol.* 2013 Mar;63(3):438-44. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.07.009.

41. Tewari AK, Ali A, Metgud S, Theckumparampil N, Srivastava A, Khani F, et al. Functional outcomes following robotic prostatectomy using athermal, traction free risk-stratified grades of nerve sparing. *World J Urol.* 2013 Jun;31(3):471-80. DOI: 10.1007/s00345-012-1018-7
42. Myers RP, Villers A. Anatomic considerations in radical prostatectomy. In: Kirby RS, Partin AW, Feneley M, Kellogg Parsons J, editors. *Prostate cancer; principles and practice.* Abingdon: Taylor and Francis; 2006. pp. 701-13.
43. Walsh PC, Partin AW. Anatomic radical retropubic prostatectomy. In: Wein WJ, Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, Peters CA, editors. *Campbell-Walsh urology.* ed. 9. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2006. p. 2956-78.
44. Montorsi F, Wilson TG, Rosen RC, Ahlering TE, Artibani W, Carroll PR, et al. Best practices in robot-assisted radical prostatectomy: recommendations of the Pasadena Consensus Panel. *Eur Urol.* 2012 Sep;62(3):368-81. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.05.057.
45. Choi WW, Freire MP, Soukup JR, Yin L, Lipsitz SR, Carvas F, et al. Nerve-sparing technique and urinary control after robot-assisted laparoscopic prostatectomy. *World J Urol.* 2011 Feb;29(1):21-7. DOI: 10.1007/s00345-010-0601-z.
46. Ko YH, Coelho RF, Chauhan S, Sivaraman A, Schatloff O, Cheon J, et al. Factors affecting return of continence 3 months after robot-assisted radical prostatectomy: analysis from a large, prospective data by a single surgeon. *J Urol.* 2012 Jan;187(1):190-4. DOI: 10.1016/j.juro.2011.09.037
47. Montorsi P, Ravagnani PM, Galli S, Salonia A, Briganti A, Werba JP, et al. Association between erectile dysfunction and coronary artery disease: Matching the right target with the right test in the right patient. *Eur Urol.* 2006 Oct;50(4):721-31. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.07.015
48. Gandaglia G, Suardi N, Gallina A, Capitanio U, Abdollah F, Salonia A, et al. Preoperative erectile function represents a significant predictor of postoperative urinary continence recovery in patients treated with bilateral nerve sparing radical prostatectomy. *J Urol.* 2012 Feb;187(2):569-74. DOI: 10.1016/j.juro.2011.10.034
49. Papachristou DN, Barters R. Resection of the liver with a water jet. *Br J Surg.* 1982 Feb;69(2):93-4.
50. Aroussi AA, Sami IM, Leguerrier A, Verhoye JP. The blower: a useful tool to complete thrombectomy of the mechanical prosthetic valve. *Ann Thorac Surg.* 2006 May;81(5):1911-2. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2005.02.070
51. Terzis AJ, Nowak G, Rentzsch O, Arnold H, Diebold J, Baretton G. A new system for cutting brain tissue preserving vessels: water jet cutting. *Br J Neurosurg.* 1989;3:361-6.
52. Izumi R, Yabushita K, Shimizu K, Yagi M, Yamaguchi A, Konishi K, Nagakawa T, Miyazaki I. Hepatic resection using a water jet dissector. *Surg Today.* 1993;23:31-5.
53. Rau HG, Duessel AP, Wurzbacher S. The use of water-jet dissection in open and laparoscopic liver resection. *HPB (Oxford).* 2008;10(4):275-80. DOI: 10.1080/13651820802167706.
54. Oertel J, Gaab MR, Knapp A, Essig H, Warzok R, Piek J. Water jet dissection in neurosurgery: experimental results in the porcine cadaveric brain. *Neurosurgery.* 2003 Jan;52(1):153-9.
55. Nakagawa A, Hirano T, Jokura H, Uenohara H, Ohki T, Hashimoto T, et al. Pulsed holmium: yttrium-aluminum-garnet laser-induced liquid jet as a novel dissection device in neuroendoscopic surgery. *J Neurosurg.* 2004 Jul;101(1):145-50. DOI: 10.3171/jns.2004.101.1.0145
56. Ohki T, Nakagawa A, Hirano T, Hashimoto T, Menezes V, Jokura H, et al. Experimental application of pulsed Ho: YAG laser-induced liquid jet as a novel rigid neuroendoscopic dissection device. *Lasers Surg Med.* 2004;34(3):227-34. DOI: 10.1002/lsm.20021
57. Oertel J, Gaab MR, Schiller T, Schroeder HW, Warzok R, Piek J. Towards waterjet dissection in neurosurgery: experimental in vivo results with two different nozzle types. *Acta Neurochir (Wien).* 2004 Jul;146(7):713-20. DOI: 10.1007/s00701-004-0265-9
58. Schurr MO, Wehrmann M, Kunert W, Melzer A, Lirici MM, Trapp R, et al. Histologic effects of different technologies for dissection in endoscopic surgery: Nd: YAG laser, high frequency and water-jet. *Endosc Surg Allied Technol.* 1994; 2: 195-201
59. Rais-Bahrami S, Levinson AW, Fried NM, Lagoda GA, Hristov A, Chuang Y, et al. Optical coherence tomography of cavernous nerves: a step toward real-time intraoperative imaging during nerve-sparing radical prostatectomy. *Urology.* 2008 Jul;72(1):198-204. DOI: 10.1016/j.urology.2007.11.084
60. Whitney MA, Crisp JL, Nguyen LT, Friedman B, Gross LA, Steinbach P, et al. Fluorescent peptides highlight peripheral nerves during surgery in mice. *Nat Biotechnol.* 2011 Apr;29(4):352-6. DOI: 10.1038/nbt.1764

References

- Mazo EB, Guseinov MM. Erektiv'naya disfunktsiya posle radikal'noi prostatektomii u bol'nykh rakom predstatel'noi zhelezy: vozmozhnosti lecheniya. *Pharmateca.* 2006;15. (In Russian).
- Ferlay J, Soerjomataram I, Dikshit R, Eser S, Mathers C, Rebelo M, et al. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int J Cancer.* 2015 Mar 1;136(5):E359-86. DOI: 10.1002/ijc.29210
- World Health Organization, 2014 Available at: <http://www.who.org/ru/>
- Kaprin AD, Starinskii VV, Petrova GV. Malignant neoplasms in Russia in 2014. Moscow, 2016. Available at: http://www.oncology.ru/service/statistics/malignant_tumors/2014.pdf (In Russian).
- Edwards BK, Noone AM, Mariotto AB, Simard EP, Boscoe FP, Hensley SJ, Annual Report to the Nation on the status of cancer, 1975-2010, featuring prevalence of comorbidity and impact on survival among persons with lung, colorectal, breast, or prostate cancer. *Cancer.* 2014 May 1;120(9):1290-314. DOI: 10.1002/cncr.28509

6. Asimakopoulos AD, Miano R, Di Lorenzo N, Spera E, Vespasiani G, Mugnier C. Laparoscopic versus robot-assisted bilateral nerve-sparing radical prostatectomy: comparison of pentapecta rates for a single surgeon. *Surg Endosc.* 2013 Nov;27(11):4297-304. DOI: 10.1007/s00464-013-3046-9.
7. Berge V, Berg RE, Hoff JR, Wessel N, Diep LM, Karlsen SJ, Eri LM. A prospective study of transition from laparoscopic to robot-assisted radical prostatectomy: quality of life outcomes after 36-month follow-up. *Urology.* 2013 Apr;81(4):781-6. DOI: 10.1016/j.urology.2013.01.017.
8. Porpiglia F, Morra I, Lucci Chiarissi M, Manfredi M, Mele F, Grande S. Randomised controlled trial comparing laparoscopic and robot-assisted radical prostatectomy. *Eur Urol.* 2013 Apr;63(4):606-14. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.07.007
9. Walsh PC, Donker PJ. Impotence following radical prostatectomy: insight into etiology and prevention. *J Urol.* 1982 Sep;128(3):492-7.
10. Gillitzer R, Thüroff JW. Technical advances in radical retropubic prostatectomy techniques for avoiding complications. Part II: vesico-urethral anastomosis and nerve-sparing prostatectomy. *BJU Int.* 2003 Jul;92(2):178-84.
11. Joan C, et al. Atlas of multiparametric prostate MRI : with PI-RADS approach and anatomic-MRI-pathological correlation. Edited by Vilanova JC. Springer Nature, 2017. 156 p.
12. Kourambas J, Angus DG, Hosking P, Chou ST. A histological study of Denonvilliers' fascia and its relationship to the neurovascular bundle. *Br J Urol.* 1998 Sep;82(3):408-10.
13. Costello AJ, Brooks M, Cole OJ. Anatomical studies of the neurovascular bundle and cavernosal nerves. *BJU Int.* 2004 Nov;94(7):1071-6. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2004.05106.x
14. Takenaka A, Murakami G, Soga H, Han SH, Arai Y, Fujisawa M. Anatomical analysis of the neurovascular bundle supplying penile cavernous tissue to ensure a reliable nerve graft after radical prostatectomy. *J Urol.* 2004 Sep;172(3):1032-5. DOI: 10.1097/01.ju.0000135648.33110.df
15. Lunacek A, Schwentner C, Fritsch H, Bartsch G, Strasser H. Anatomical radical retropubic prostatectomy: 'curtain dissection' of the neurovascular bundle. *BJU Int.* 2005 Jun;95(9):1226-31. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2005.05510.x
16. Menon M, Hemal AK; VIP Team. Vattikuti Institute prostatectomy: a technique of robotic radical prostatectomy: experience in more than 1000 cases. *J Endourol.* 2004 Sep;18(7):611-9; discussion 619. DOI: 10.1089/end.2004.18.611
17. Menon M, Shrivastava A, Bhandari M, Satyanarayana R, Siva S, Agarwal PK. Vattikuti Institute prostatectomy: technical modifications in 2009. *Eur Urol.* 2009 Jul;56(1):89-96. DOI: 10.1016/j.eururo.2009.04.032
18. Menon M, Kaul S, Bhandari A, Shrivastava A, Tewari A, Hemal A. Potency following robotic radical prostatectomy: a questionnaire based analysis of outcomes after conventional nerve sparing and prostatic fascia sparing techniques. *J Urol.* 2005 Dec;174(6):2291-6, discussion 2296. DOI: 10.1097/01.ju.0000181825.54480.eb
19. Montorsi F, Salonia A, Suardi N, Gallina A, Zanni G, Briganti A, et al. Improving the preservation of the urethral sphincter and neurovascular bundles during open radical retropubic prostatectomy. *Eur Urol.* 2005 Dec;48(6):938-45. DOI: 10.1016/j.eururo.2005.09.004
20. Eichelberg C, Erbersdobler A, Michl U, Schlomm T, Salomon G, Graefen M, et al. Nerve distribution along the prostatic capsule. *Eur Urol.* 2007 Jan;51(1):105-10; discussion 110-1. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.05.038
21. Ganzer R, Blana A, Gaumann A, Stolzenburg JU, Rabenalt R, Bach T, et al. Topographical anatomy of periprostatic and capsular nerves: quantification and computerised planimetry. *Eur Urol.* 2008 Aug;54(2):353-60. DOI: 10.1016/j.eururo.2008.04.018.
22. Ganzer R, Blana A, Stolzenburg JU, Rabenalt R, Fritsche HM, Wieland WF, et al. Nerve quantification and computerized planimetry to evaluate periprostatic nerve distribution-does size matter? *Urology.* 2009 Aug;74(2):398-403. DOI: 10.1016/j.urology.2008.12.076
23. Lee SB, Hong SK, Choe G, Lee SE. Periprostatic distribution of nerves in specimens from non-nerve-sparing radical retropubic prostatectomy. *Urology.* 2008 Oct;72(4):878-81. DOI: 10.1016/j.urology.2008.05.038
24. Kaiho Y, Nakagawa H, Saito H, Ito A, Ishidoya S, Saito S, et al. Nerves at the ventral prostatic capsule contribute to erectile function: initial electrophysiological assessment in humans. *Eur Urol.* 2009 Jan;55(1):148-54. DOI: 10.1016/j.eururo.2008.09.022.
25. Alsaïd B, Karam I, Bessedé T, Abdlsamad I, Uhl JF, Delmas V, et al. Tridimensional computer-assisted anatomic dissection of posterolateral prostatic neurovascular bundles. *Eur Urol.* 2010 Aug;58(2):281-7. DOI: 10.1016/j.eururo.2010.04.002.
26. Costello AJ, Dowdle BW, Namdarian B, Pedersen J, Murphy DG. Immunohistochemical study of the cavernous nerves in the periprostatic region. *BJU Int.* 2011 Apr;107(8):1210-5. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2010.09711.x
27. Ganzer R, Stolzenburg JU, Wieland WF, Brundl J. Anatomic study of periprostatic nerve distribution: immunohistochemical differentiation of parasympathetic and sympathetic nerve fibres. *Eur Urol.* 2012 Dec;62(6):1150-6. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.03.039
28. Takenaka A, Hara R, Soga H, Murakami G, Fujisawa M. A novel technique for approaching the endopelvic fascia in retropubic radical prostatectomy, based on an anatomical study of fixed and fresh cadavers. *BJU Int.* 2005 Apr;95(6):766-71. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2005.05397.x
29. Myers RP. Practical surgical anatomy for radical prostatectomy. *Urol Clin North Am.* 2001 Aug;28(3):473-90.
30. Walz J, Burnett AL, Costello AJ, Eastham JA, Graefen M, Guillonneau B, et al. A critical analysis of the current knowledge of surgical anatomy related to optimization of cancer control and preservation of continence and erection in candidates for radical prostatectomy. *Eur Urol.* 2010 Feb;57(2):179-92. DOI: 10.1016/j.eururo.2009.11.009.
31. Nielsen ME, Schaeffer EM, Marschke P, Walsh PC. High anterior release of the levator fascia improves sexual function following open radical retropubic prostatectomy. *J Urol.* 2008 Dec;180(6):2557-64; discussion 2564. DOI: 10.1016/j.juro.2008.08.047.

32. Villers A, McNeal JE, Freiha FS, Boccon-Gibod L, Stamey TA. Invasion of Denonvilliers' fascia in radical prostatectomy specimens. *J Urol.* 1993 Apr;149(4):793-8.
33. Walz J, Epstein JI, Ganzer R, Graefen M, Guazzoni G, Kaouk J, et al. A Critical Analysis of the Current Knowledge of Surgical Anatomy of the Prostate Related to Optimisation of Cancer Control and Preservation of Continence and Erection in Candidates for Radical Prostatectomy: An Update. *Eur Urol.* 2016 Aug;70(2):301-11. DOI: 10.1016/j.eururo.2016.01.026.
34. Zorn KC, Gofrit ON, Orvieto MA, Mikhail AA, Zagaja GP, Shalhav AL. Robotic-assisted laparoscopic prostatectomy: functional and pathologic outcomes with interfascial nerve preservation. *Eur Urol.* 2007 Mar;51(3):755-62; discussion 763. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.10.019
35. Barré C. Open radical retropubic prostatectomy. *Eur Urol.* 2007 Jul;52(1):71-80. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.11.057
36. Stolzenburg JU, Rabenalt R, Tannapfel A, Liatsikos EN. Intrafascial nerve-sparing endoscopic extraperitoneal radical prostatectomy. *Urology.* 2006 Jan;67(1):17-21. DOI: 10.1016/j.urolgy.2005.09.052
37. Stolzenburg JU, Rabenalt R, Do M, Schwalenberg T, Winkler M, Dietel A, et al. Intrafascial nerve-sparing endoscopic extraperitoneal radical prostatectomy. *Eur Urol.* 2008 May;53(5):931-40. DOI: 10.1016/j.eururo.2007.11.047
38. Tewari A, Takenaka A, Mtui E, Horninger W, Peschel R, Bartsch G, et al. The proximal neurovascular plate and the tri-zonal neural architecture around the prostate gland: importance in the athermal robotic technique of nerve-sparing prostatectomy. *BJU Int.* 2006 Aug;98(2):314-23. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2006.06266.x
39. Tewari AK, Srivastava A, Huang MW, Robinson BD, Shevchuk MM, Durand M, et al. Anatomical grades of nerve sparing: a risk-stratified approach to neural-hammock sparing during robot-assisted radical prostatectomy (RARP). *BJU Int.* 2011 Sep;108(6 Pt 2):984-92. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2011.10565.x.
40. Srivastava A, Chopra S, Pham A, Sooriakumaran P, Durand M, Chughtai B, et al. Effect of a risk-stratified grade of nerve-sparing technique on early return of continence after robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Eur Urol.* 2013 Mar;63(3):438-44. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.07.009.
41. Tewari AK, Ali A, Metgud S, Theckumparampil N, Srivastava A, Khani F, et al. Functional outcomes following robotic prostatectomy using athermal, traction free risk-stratified grades of nerve sparing. *World J Urol.* 2013 Jun;31(3):471-80. DOI: 10.1007/s00345-012-1018-7
42. Myers RP, Villers A. Anatomic considerations in radical prostatectomy. In: Kirby RS, Partin AW, Feneley M, Kellogg Parsons J, editors. *Prostate cancer; principles and practice.* Abingdon: Taylor and Francis; 2006. pp. 701-13.
43. Walsh PC, Partin AW. Anatomic radical retropubic prostatectomy. In: Wein WJ, Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, Peters CA, editors. *Campbell-Walsh urology.* ed. 9. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2006. p. 2956-78.
44. Montorsi F, Wilson TG, Rosen RC, Ahlering TE, Artibani W, Carroll PR, et al. Best practices in robotassisted radical prostatectomy: recommendations of the Pasadena Consensus Panel. *Eur Urol.* 2012 Sep;62(3):368-81. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.05.057.
45. Choi WW, Freire MP, Soukup JR, Yin L, Lipsitz SR, Carvas F, et al. Nerve-sparing technique and urinary control after robot-assisted laparoscopic prostatectomy. *World J Urol.* 2011 Feb;29(1):21-7. DOI: 10.1007/s00345-010-0601-z.
46. Ko YH, Coelho RF, Chauhan S, Sivaraman A, Schatloff O, Cheon J, et al. Factors affecting return of continence 3 months after robot-assisted radical prostatectomy: analysis from a large, prospective data by a single surgeon. *J Urol.* 2012 Jan;187(1):190-4. DOI: 10.1016/j.juro.2011.09.037
47. Montorsi P, Ravagnani PM, Galli S, Salonia A, Briganti A, Werba JP, et al. Association between erectile dysfunction and coronary artery disease: Matching the right target with the right test in the right patient. *Eur Urol.* 2006 Oct;50(4):721-31. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.07.015
48. Gandaglia G, Suardi N, Gallina A, Capitanio U, Abdollah F, Salonia A, et al. Preoperative erectile function represents a significant predictor of postoperative urinary continence recovery in patients treated with bilateral nerve sparing radical prostatectomy. *J Urol.* 2012 Feb;187(2):569-74. DOI: 10.1016/j.juro.2011.10.034
49. Papachristou DN, Barters R. Resection of the liver with a water jet. *Br J Surg.* 1982 Feb;69(2):93-4.
50. Aroussi AA, Sami IM, Leguerrier A, Verhoye JP. The blower: a useful tool to complete thrombectomy of the mechanical prosthetic valve. *Ann Thorac Surg.* 2006 May;81(5):1911-2. DOI: 10.1016/j.athoracsurg.2005.02.070
51. Terzis AJ, Nowak G, Rentzsch O, Arnold H, Diebold J, Baretton G. A new system for cutting brain tissue preserving vessels: water jet cutting. *Br J Neurosurg.* 1989;3:361-6.
52. Izumi R, Yabushita K, Shimizu K, Yagi M, Yamaguchi A, Konishi K, Nagakawa T, Miyazaki I. Hepatic resection using a water jet dissector. *Surg Today.* 1993;23:31-5.
53. Rau HG, Duessel AP, Wurzbacher S. The use of water-jet dissection in open and laparoscopic liver resection. *HPB (Oxford).* 2008;10(4):275-80. DOI: 10.1080/13651820802167706.
54. Oertel J, Gaab MR, Knapp A, Essig H, Warzok R, Piek J. Water jet dissection in neurosurgery: experimental results in the porcine cadaveric brain. *Neurosurgery.* 2003 Jan;52(1):153-9.
55. Nakagawa A, Hirano T, Jokura H, Uenohara H, Ohki T, Hashimoto T, et al. Pulsed holmium: yttrium-aluminum-garnet laser-induced liquid jet as a novel dissection device in neuroendoscopic surgery. *J Neurosurg.* 2004 Jul;101(1):145-50. DOI: 10.3171/jns.2004.101.1.0145
56. Ohki T, Nakagawa A, Hirano T, Hashimoto T, Menezes V, Jokura H, et al. Experimental application of pulsed Ho: YAG laser-induced liquid jet as a novel rigid neuroendoscopic dissection device. *Lasers Surg Med.* 2004;34(3):227-34. DOI: 10.1002/lsm.20021
57. Oertel J, Gaab MR, Schiller T, Schroeder HW, Warzok R, Piek J. Towards waterjet dissection in neurosurgery: experimental in vivo results with two different nozzle types. *Acta Neurochir (Wien).*

2004 Jul;146(7):713-20. DOI: 10.1007/s00701-004-0265-9

58. Schurr MO, Wehrmann M, Kunert W, Melzer A, Lirici MM, Trapp R, et al. Histologic effects of different technologies for dissection in endoscopic surgery: Nd: YAG laser, high frequency and water-jet. *Endosc Surg Allied Technol.* 1994; 2: 195-201

59. Rais-Bahrami S, Levinson AW, Fried NM, Lagoda GA, Hristov A, Chuang Y, et al. Optical coherence tomography of cav-

ernous nerves: a step toward real-time intraoperative imaging during nerve-sparing radical prostatectomy. *Urology.* 2008 Jul;72(1):198-204. DOI: 10.1016/j.urology.2007.11.084

60. Whitney MA, Crisp JL, Nguyen LT, Friedman B, Gross LA, Steinbach P, et al. Fluorescent peptides highlight peripheral nerves during surgery in mice. *Nat Biotechnol.* 2011 Apr;29(4):352-6. DOI: 10.1038/nbt.1764

Информация об авторах:

Геворгян Грант Суменович, аспирант кафедры урологии, онкологии и радиологии ФПК МР ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов» на базе отделения онкоурологии Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А.Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8264-9871>

Костин Андрей Александрович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой урологии, онкологии и радиологии ФПК МР ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов», первый заместитель генерального директора ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0792-6012>

Воробьев Николай Владимирович, к.м.н., руководитель отделения онкоурологии Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А.Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Нюшко Кирилл Михайлович, к.м.н., ведущий научный сотрудник отделения онкоурологии Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А.Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4171-6211>

Мурадян Аветик Гагикович, клинический аспирант кафедры урологии и оперативной нефрологии с курсом онкоурологии Медицинского института ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов», врач-онколог Поликлиники Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А.Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6601-6289>

Тараки Ивад Ахмадович, клинический ординатор отделения онкоурологии Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А.Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Самсонов Юрий Владимирович, к.м.н., ведущий научный сотрудник Российского центра информационных технологий и эпидемиологических исследований в онкологии (РЦИТЭО) Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А.Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Information about authors:

Hrant S. Gevorgyan, postgraduate student of the department of urology, oncology and radiology of FPC MD RUDN University on the base of the department of oncology, P.A.Hertsen Moscow Oncology Research Center – Branch of the National Medical Radiology Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8264-9871>

Andrey A. Kostin, MD, PhD, DSc, professor, head of department of urology, oncology and radiology of FAS, Medical institute, RUDN University of Russia; first deputy general director National Medical Radiology Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0792-6012>

Nikolay V. Vorobyev, MD, PhD, head of department of oncology, P.A.Hertsen Moscow Oncology Research Center – Branch of the National Medical Radiology Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation

Kirill M. Nyushko, MD, PhD, leading researcher of oncological department, P.A.Hertsen Moscow Oncology Research Center – Branch of the National Medical Radiology Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4171-6211>

Avetik G. Muradyan, clinical post-graduate student of the department of urology and operative nephrology with the course of oncology, RUDN University of Russia, oncologist of polyclinic, P.A.Hertsen Moscow Oncology Research Center – Branch of the National Medical Radiology Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6601-6289>

Ivad A. Taraki, clinical resident of oncological department, P.A.Hertsen Moscow Oncology Research Center – Branch of the National Medical Radiology Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation

Yuriy V. Samsonov, MD, PhD, leading scientific employee of Russian Center of Information Technologies and Epidemiological Researches in Oncology, P.A.Hertsen Moscow Oncology Research Center – Branch of the National Medical Radiology Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation