

# Современные возможности оценки нейроархитектоники предстательной железы

С.В. Попов<sup>1</sup>, И.Н. Орлов<sup>1</sup>, А.М. Гулько<sup>1</sup>, В.И. Куплевацкий<sup>2</sup>, А.Ю. Ефимцев<sup>3</sup>, А.С. Перемышленко<sup>1</sup>, П.В. Вязовцев<sup>1</sup>, Е.А. Гринь<sup>1</sup>, Т.М. Топузов<sup>1</sup>, А.В. Семенюк<sup>1</sup>, М.Л. Горелик<sup>1</sup>, Д.Р. Ниमेंья<sup>1</sup>

<sup>1</sup> СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки «Городской центр эндоскопической урологии и новых технологий», 195009, ул. Чугунная, 46; Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ЛДЦ «МИБС», 191144, ул. 6-я Советская, 24; Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, 197341, ул. Аккуратова, 2; Санкт-Петербург, Россия

**Ответственный за контакт с редакцией:** Гулько Александр Михайлович, agoolko@mail.ru

**Введение.** Рак предстательной железы является одним из самых распространенных онкологических заболеваний у мужчин в современном обществе. Актуальность и социальная значимость данной проблемы вместе со стремительным темпом развития высоких технологий в лучевой диагностике привели к тому, что в последние 10 лет появилось множество работ, посвященных визуализации перипростатического нервного сплетения при помощи магнитно-резонансной (МР)-трактографии.

**Цель работы.** Целью данной работы явилась оценка роли МР-трактографии в онкоурологической клинической практике.

**Материалы и методы.** Был выбран и проанализирован ряд работ, изучающих данный диагностический метод исследования.

**Результаты.** Выяснено, что МР-трактография является относительно новым и перспективным диагностическим инструментом для нейровизуализации перипростатических нервных сплетений.

**Заключение.** В дальнейшем данный метод сможет играть ключевую роль в планировании нервосберегающей техники радикальной простатэктомии при локализованной форме онкологического процесса.

**Ключевые слова:** предстательная железа, рак предстательной железы, радикальная простатэктомия, техника нервосбережения, сосудисто-нервный пучок, магнитно-резонансная томография, МР-трактография, нейроархитектоника предстательной железы, нервное сплетение.

**Для цитирования:** Попов С.В., Орлов И.Н., Гулько А.М., Куплевацкий В.И., Ефимцев А.Ю., Перемышленко А.С., Вязовцев П.В., Гринь Е.А., Топузов Т.М., Семенюк А.В., Горелик М.Л., Ниमेंья Д.Р. Современные возможности оценки нейроархитектоники предстательной железы. Экспериментальная и клиническая урология 2020;(1):36-40

DOI: 10.29188/2222-8543-2020-12-1-36-40

## The current possibilities of evaluation of prostate neuroarchitectonics

S.V. Popov<sup>1</sup>, I.N. Orlov<sup>1</sup>, A.M. Gulko<sup>1</sup>, V.I. Kuplevatskiy<sup>2</sup>, A.Yu. Efimtsev<sup>3</sup>, A.S. Peremyshlenko<sup>1</sup>, P.V. Vyazovtsev<sup>1</sup>, E.A. Grin<sup>1</sup>, T.M. Topuzov<sup>1</sup>, A.V. Semenyuk<sup>1</sup>, M.L. Gorelik<sup>1</sup>, D.R. Nimeniya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> SPb GBUZ Clinical Hospital of St. Luke «City Center for Endoscopic Urology and New Technologies», Russia, 195009, St. Petersburg, ul. Chugunnaya, 46

<sup>2</sup> LDC «BSMI», Russia, 191144, St. Petersburg, ul. 6th Soviet, 24.

<sup>3</sup> Federal State Budgetary Institution Scientific Research Center named after V.A. Almazova »Ministry of Health of Russia, Russia, 197341, St. Petersburg, ul. Akkuratova, 2.

**Contacts:** Gul'ko Aleksandr Mikhaylovich, agoolko@mail.ru

**Introduction.** Prostate cancer is one of the most common oncological diseases in men in modern society. The relevance and social significance of this problem with the rapid pace of development of high technologies in radiation diagnostics have led to the fact that in the last 10 years, many works have appeared on the visualisation of the periprostatic nervous plexus using MR-tractography.

**The objective** of this work was assessment of the role of MR-tractography in oncurological clinical practice.

**Materials and methods.** There was selected and analysed a number of researches, which studying this diagnostic method.

**Results.** It was found that MR-tractography is a comparatively new and promising diagnostic method for neuroimaging of periprostatic nerve plexuses.

**Conclusion.** In the future, this method can play the main role in planning the nerve-saving technique of radical prostatectomy with a localised form of the oncological process.

**Key words:** prostate, prostate cancer, radical prostatectomy, nerve-saving technique, nerve-vascular bundle, magnetic resonance imaging, neuroarchitecture of prostate, nerve plexus.

**For citation:** Popov, S.V., Orlov I.N., Gulko A.M., Kuplevatskiy V.I., Efimtsev A.Yu., Peremyshlenko A.S., Vyazovtsev P.V., Grin E.A., Topuzov T.M., Semenyuk A.V., Gorelik M.L., Nimeniya D.R. The current possibilities of evaluation of prostate neuroarchitectonics. Experimental and clinical urology 2020;(1):36-40

**Р**ак предстательной железы (РПЖ) в настоящее время является наиболее распространенным злокачественным новообразованием у мужчин, уступая лидерство, по данным статистики в различных странах, только раку легких и раку кожи. Так, по доступным статистическим данным североамериканской ассоциации онкологов только в 2016 г. было зарегистрировано более 180 тысяч новых случаев заболевания и более 26 тысяч смертельных исходов, связанных с РПЖ [1].

Абсолютное число заболевших РПЖ в России в 2017 году по сравнению с 2007 годом увеличилось в 2 раза (с 20,2 тыс. до 40,8 тыс.) и в структуре онкологической заболеваемости составляет 14,5%, занимая 2-е место после рака легкого – 17,4% [2].

За последнее десятилетие широкое внедрение в диагностический алгоритм помимо привычных уже лабораторных показателей современных методов визуализации, таких как мультиспиральная магнитно-резонансная томография (МРТ), позитронно-эмиссионная томография со специфичными для РПЖ трейсерами, сместило выявляемость РПЖ в сторону локализованных форм, тем самым повысив потребность к развитию и широкому применению малоинвазивной хирургии.

В настоящее время определение показателя простатспецифического антигена (ПСА) в плазме крови позволяет диагностировать РПЖ на ранней стадии, что в свою очередь приводит к значительному увеличению числа лиц с локализованной формой заболевания. Радикальная простатэктомия (РПЭ) является на сегодняшний день «золотым стандартом» в лечении пациентов с локализованной формой РПЖ. Несмотря на положительные результаты в отношении общей, безрецидивной и канцер-специфической выживаемости актуальной проблемой среди пациентов, перенесших радикальное лечение, является снижение качества жизни вследствие развития таких послеоперационных осложнений как эректильная дисфункция и недержание мочи [3-5].

Понимание нейроанатомии предстательной железы (ПЖ) крайне важно для онкоуролога, т.к. нервные волокна, идущие в составе сосудисто-нервного пучка (СНП) отвечают за эректильную функцию и удержание мочи.

В 1984 г. впервые была предложена техника нервосбережения при выполнении РПЭ. Суть этой техники основана на том, что нервные пучки имеют типичную локализацию и расположены задне-латерально и симметрично по отношению к предстательной железе в пространстве ограниченной тремя фасциями – леваторной, простатической и Денонвиллье [6].

Спустя 16 лет J. Kougrambas и соавт. определили, что в основе концепции методики нервосбережения лежит сохранение 3 компонентов СНП. Первый компонент включает в себя нервные волокна, которые располо-

жены на задней и задне-боковой поверхности ПЖ. Прорывая фасцию Денонвиллье и параректальную фасцию, они осуществляют иннервацию прямой кишки. В состав второго компонента входят нервные волокна, идущие латерально в направлении к m. levator ani. Кавернозные и простатические нервы, описанные ранее P. Walsh, составляют третий компонент СНП – они расположены на заднелатеральной поверхности предстательной железы [7].

M. Menon и соавт. считают, что СНП заключен в пространство треугольной формы, который образован передним слоем фасции Денонвиллье и двумя слоями перипростатической фасции. В другом исследовании также показано, что ветви гипогастриального нерва и ветви нервов тазового сплетения переплетаясь друг с другом на разных уровнях формируют рассыпной тип иннервации. Также есть доказательства тому, что кавернозные нервы могут быть смещены к передней поверхности ПЖ и давать ответвления в латеральные стороны по типу «занавески» [8].

В работе N. Hinata и соавт. на аутопсийном материале произведено гистохимическое исследование перипростатического СНП. Согласно результатам анализа анатомии кавернозных нервов, ветви последних образуют U-образную продольную сеть, основной массив которой расположен дистальнее верхушки ПЖ, прилегающая к переднему краю наружного сфинктера. Эта особенность может обеспечивать безопасность от повреждения во время выполнения РПЭ. В одной из последних работ по изучению СНП, говорится о нейроанатомической концепции под названием «вуаль Афродиты», суть которой заключается в том, что основная часть нервных волокон проходит в толще латеральной простатической фасции [9].

Ряд исследований, направленных на изучение СНП предстательной железы, показал, что нервные волокна идут как по задне-, так и передне-латеральной поверхности органа. C. Eichelberg и соавт. продемонстрировали, что около 30% всех перипростатических нервов идут по передней поверхности ПЖ [10]. Спустя год к похожему результату пришла группа исследователей под руководством S. Lee и соавт. По передней поверхности ПЖ нервные волокна располагались в 19,9-22,8% случаев и в половине случаев они имели рассыпчатый тип ветвления [11]. Данная вариабельность подтверждается и другими авторами, которые отмечают прохождение нервов по антеро-латеральной поверхности ПЖ в 39% наблюдений [12].

Расширенное нервосбережение используется при выполнении РПЭ, однако вышеперечисленные исследования показали, что перипростатические нервные волокна крайне вариабельны по своей архитектонике. Наличие дополнительных нервов на передне-латеральной поверхности ПЖ свидетельствуют о том, что хирург-уролог должен аккуратно выполнять сбережение ■

нервов в основании ПЖ от передней к задней части и от основания к верхушке.

Несмотря на то, что в настоящее время МРТ стала стандартным инструментом диагностики РПЖ особый интерес представляет МР-трактография.

МР-трактография представляет собой опциональную возможность МРТ визуализации центральных и периферических нервных волокон. Данный метод позволяет визуализировать проводящие пути головного мозга. С помощью диффузионной тензорной МРТ стало возможным планировать объем хирургического лечения новообразований головного мозга с учетом расположения проводящих путей, их заинтересованности в патологическом процессе с целью максимально радикального лечения и минимальными рисками осложнения.

С недавних пор МР-трактография стала использоваться и для визуализации перипростатических нервных сплетений. Теоретически, полученные данные о нейроархитектонике перипростатических сплетений могут быть использованы хирургом при выполнении нервосберегающей РПЭ.

За последние 10 лет появился целый ряд научных работ, посвященный изучению возможности визуализации перипростатических нервных сплетений при помощи МР-трактографии.

В работе D. Finley и соавт. впервые получены результаты МР-трактографии перипростатических нервных волокон у 8 больных РПЖ. Авторам удалось визуализировать большое количество «tract fiber», которые были расположены между капсулой ПЖ и латеральной простатической фасцией. Отмечено, что нервные волокна идут не только в продольном, но также поперечном направлении по отношению к предстательной железе. Количество трактов у исследуемых лиц варьировало от 709 до 2855. Кроме того, отсутствовала корреляционная связь между показателем объема ПЖ и количеством трактов [13].

В другом исследовании было доказано, что у большинства исследуемых лиц определяется асимметричное количество расположенных на левой и правой доле ПЖ нервных волокон, при этом разница в количестве не превышает 30%. Авторы также описывают зональные различия количества нервных волокон. У основания ПЖ на задне-латеральной поверхности определяется 73,6% нервных волокон, в то время как на передне-латеральной – 26,4%. В отношении средней части ПЖ около 2/3 количества нервных сплетений проходит по задне-латеральной поверхности, а по передней – оставшаяся треть. В области верхушки ПЖ вышеуказанных различий не отмечалось [14].

К. Kitajima и соавт. в своей работе исследовали тракты у 25 мужчин до и после РПЭ. В группе лиц, которым выполнялась РПЭ без нервосбережения, количество трактов достоверно снизилось в области основания ПЖ ( $218,8 \pm 198,8$  против  $60,5 \pm 88,7$ ), средней

части ( $124,1 \pm 134,5$  против  $32,5 \pm 45,7$ ) и в апикальной части ( $103,1 \pm 127,4$  против  $29,1 \pm 57,1$ ). В то время как, при использовании техники нервосбережения вышеуказанные показатели не различались до и после хирургического лечения. Авторы пришли к выводу, что МР-трактография может быть использована в качестве метода, позволяющего качественно и количественно оценить перипростатические нервные волокна [15].

Возможность использования МРТ с ректальной катушкой на 1,5 Т томографе для изучения нервных сплетений ПЖ была изучена в работе S. Hedgire и соавт. МР-трактография выявила различие по плотности нервных пучков в зависимости от расположения. Средняя плотность для зоны опухоли и здоровой паренхимы составили 2,53 и 3,37, соответственно ( $p < 0,001$ ). Данный показатель в перспективе может использоваться в качестве количественного маркера РПЖ [16].

Отмечено, что трактография на 1,5 Т МР-томографе способна достоверно определить снижение количества перипростатических нервных волокон у пациентов, перенесших РПЭ. Помимо количества трактов, возможно использование индекса фракционной анизотропии (ФА) как дополнительного показателя, свидетельствующего о наличии нервной ткани [17].

В другом исследовании под руководством K. Sievert и соавт. изучалась вариабельность расположения различных типов нервных волокон при помощи иммуногистохимического метода исследования. Парасимпатические нервные волокна характеризовались косым направлением по передне- и задне-боковой поверхности от основания ПЖ до ее апикальной части. Симпатические нервные волокна располагались на передне-латеральной поверхности ПЖ и переходили на заднюю и задне-латеральную поверхность в средней и апикальной части. Чувствительные нервные волокна у основания располагаются по всему периметру ПЖ, переходя на задне-латеральную поверхность в средней и апикальной части [18].

F. Reeves и соавт. изучили распределение перипростатических нервов в зависимости от их типа. Согласно полученным результатам, соматические нервные волокна составляют 5% от всех волокон перипростатического сплетения. Также было продемонстрировано, что среднее количество соматических нервов составило 5,8%, 5,2% и 3,6% в области основания ПЖ, средней зоны и верхушки, соответственно. Данный тип нервных волокон чаще всего расположен на передней и задне-латеральной поверхности ПЖ. Хотя наблюдалось небольшое снижение среднего количества соматических нервов от основания к верхушке ПЖ (с 5,8 до 3,6), доля соматических нервов была относительно постоянной в области основания ПЖ, средней зоны и верхушки (от 2,5 до 3,3%) из-за относительного уменьшения общего количества нервов, идущих в том же направлении [19].

В работе W. Tian и соавт. произведена оценка наличия корреляционной связи между коэффициентом ФА и суммой баллов по шкале Глиссона. В исследование было включено 50 пациентов с установленным при помощи биопсии диагнозом РПЖ. Также пациенты в зависимости от суммы баллов по Глиссону были разделены на группы низкого, среднего и высокого риска. Значения индекса фракционной анизотропии составляли  $0,284 \pm 0,313$ ;  $0,293 \pm 0,347$  и  $0,369 \pm 0,347$  соответственно, при этом статистически значимые различия наблюдались между тремя группами ( $p < 0,05$ ) и между каждой группой ( $p < 0,05$ ). Кроме того, значение индекса ФА положительно коррелировало с показателем суммы баллов по Глиссону ( $r = 0,884$ ;  $p < 0,05$ ) [20].

J. Ream и соавт. в своей работе оценивали возможность использования диффузионно-взвешенного изображения (ДВИ) с увеличенным эхо-планарным изображением с 2-канальной параллельной передачей для МР-трактографии перипростатического СНП для выявления потенциальных преимуществ над классической ДВИ. В ходе исследования 8 здоровым мужчинам (в возрасте  $28,9 \pm 4,6$  лет) было проведено МРТ ПЖ с использованием вышеописанных режимов. После анализа

полученных данных авторы пришли к выводу, что использование возможности эхо-планарной томографии с увеличенным разрешением для трактографии СНП улучшает количественные и качественные показатели качества изображения и волокон тракта без использования ректальной катушки [21].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование МР-трактографии для понимания анатомических особенностей перипростатического сплетения в контексте выполнения нервосберегающей РПЭ может позволить улучшить функциональный результат оперативного лечения в виде уменьшения риска развития стрессовой инконтиненции и эректильной дисфункции. Кроме того, данный метод исследования в перспективе может служить дополнительным инструментальным маркером как наличия перинеуральной инвазии, так и экстрапростатической экстензии, что позволит более тщательно производить отбор кандидатов на нервосберегающую РПЭ. ■

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Negoita S, Feuer EJ, Mariotto A, Cronin KA, Petkov VI., Hussey S. et al Annual Report to the Nation on the Status of Cancer, part II: Recent changes in prostate cancer trends and disease characteristics. *Cancer* 2018;124(13):2801–2814
- Аксель Е.М., Матвеев В.Б. Статистика злокачественных новообразований мочевых и мужских половых органов в России и странах бывшего СССР. *Онкоурология* 2019;15(2):15–24. [Axel E.M., Matveev V.B. Statistics of malignant tumors of urinary and male urogenital organs in Russia and the countries of the former USSR. *Onkourologiya=Cancer urology* 2019;15(2):15–24. (In Russian)]
- Draisma G, Etzioni R, Tsodikov A, Mariotto A, Wever E, Gulati R. et al. Lead time and overdiagnosis in prostate-specific antigen screening: importance of methods and context. *J Natl Cancer Inst* 2009;101(6):374–83. doi: 10.1093/jnci/djp001
- Heidenreich A, Bellmunt J, Bolla M, Joniau S, Mason M, Matveev V. et al. EAU guidelines on prostate cancer. Part I: screening, diagnosis, and treatment of clinically localized disease. *Eur Urol* 2011;59(1):61–71 doi: 10.1016/j.eururo.2010.10.039
- Siegel R., De Santis C., Virgo K., Stein K., Mariotto A., Smith T., et al. Cancer treatment and survivorship statistics, 2012. *CA Cancer J Clin* 2012;62:220–41.
- Walsh PC, Donker PJ. Impotence following radical prostatectomy: insight into etiology and prevention. *J Urol* 1982;128: 492–7. doi: 10.1016/s0022-5347(17)53012-8
- 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;82:408–10. doi: 10.1046/j.1464-410x.1998.00749.x
- Menon M, Hemal AK. Vattikuti Institute prostatectomy: a technique of robotic radical prostatectomy: experience in more than 1000 cases. *J Endourol* 2004;18:611–9. doi: 10.1089/end.2004.18.611
- Hinata N, Murakami G, Miyake H, Abe S, Fujisawa M. Histological study of the cavernous nerve mesh outside the periprostatic region: anatomical basis for erectile function after nonnerve sparing radical prostatectomy. *J Urol* 2015;193(3):1052–1059. doi: 10.1016/j.juro.2014.08.119
- Eichelberg C, Erbersdobler A, Michl U, Schlomm T, Salomon G, Graefen M. et al. Nerve distribution along the prostatic capsule. *Eur Urol* 2007;51(1):105–111. doi: 10.1016/j.eururo.2006.05.038
- Lee SB, Hong SK, Choe G, Lee SE. Periprostatic distribution of nerves in specimens from non-nerve-sparing radical retropubic prostatectomy. *Urology* 2008;72:878–81. doi: 10.1016/j.urology.2008.05.038
- Park YH, Jeong CW, Lee SE. A comprehensive review of neuroanatomy of the prostate. *Prostate Int* 2013;1(4):139–145. doi: 10.12954/pi.13020
- Finley DS, Ellingson BM, Natarajan S. Diffusion tensor magnetic resonance tractography of the prostate: feasibility for mapping periprostatic fibers. *Urology* 2012;80:219–223. doi: 10.1016/j.urology.2012.03.027
- Panebianco V, Barchetti F, Sciarra A. In vivo 3D neuroanatomical evaluation of periprostatic nerve plexus with 3T-MR diffusion tensor imaging. *Eur J Radiol* 2013;82:1677–1682. doi: 10.1016/j.ejrad.2013.05.013
- Kitajima K, Takahashi S, Ueno Y. Visualization of periprostatic nerve fibers before and after radical prostatectomy using diffusion tensor magnetic resonance imaging with tractography. *Clin Imaging* 2014;38:302–306. doi: 10.1016/j.clinimag.2014.01.009
- Hedgire S, Tonyushkin A, Kilcoyne A, Efstathiou J, Hahn P, Harisinghani M. Quantitative study of prostate cancer using three dimensional fiber trac-

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- topography. *World J Radiol* 2016;8(4):397-402. doi: 10.4329/wjr.v8.i4.397
17. Di Paola V, Cybulski A, Belluardo S, Cavicchioli F, Manfredi R, Pozzi Mucelli R. Evaluation of periprostatic neurovascular fibers before and after radical prostatectomy by means of 1.5 T MRI diffusion tensor imaging. *Br J Radiol*, 2018;91(1085):20170318. doi: 10.1259/bjr.20170318.
18. Sievert KD, Hennenlotter J, Dillenburg T, Toomey P, Wöllner J, Zweers P, Amend B. Extended Periprostatic Nerve Distributions on The Prostate Surface Confirmed using Diffusion Tensor Imaging (DTI). *BJU Int* 2019;123(6):995-1004. doi: 10.1111/bju.14508
19. Reeves F, Battye S, Borin JF, Corcoran NM, Costello AJ. High-resolution Map of Somatic Periprostatic Nerves. *Urology* 2016;97:160-165. doi: 10.1016/j.urology.2016.08.027
20. Tian W, Zhang J, Tian F, Shen J, Niu T, He G. et al. Correlation of diffusion tensor imaging parameters and Gleason scores of prostate cancer. *Expl Ther Med* 2017;15(1):351-356. doi: 10.3892/etm.2017.5363
21. Ream JM, Glielmi C, Lazar M, Campbell N, Pfeuffer J, Schneider R. et al. Zoomed echo-planar diffusion tensor imaging for MR tractography of the prostate gland neurovascular bundle without an endorectal coil: a feasibility study. *Abdom Radiol (NY)* 2016;41(5):919-925. doi: 10.1007/s00261-015-0587-5

**Сведения об авторах:**

Попов С.В. – д.м.н., главный врач СПб ГБУЗ Клинической Больницы «Святителя Луки», Санкт-Петербург, Россия, doc.popov@gmail.com, Author ID 211507  
 Popov S.V. – DrSc, Head Physician, St. Luke Clinic State Budgetary Health Institution of St. Petersburg, Saint-Petersburg, Russia, doc.popov@gmail.com, ORCID 0000-0003-2767-7153

Орлов И.Н. – к.м.н., заведующий урологическим отделением №1, СПб ГБУЗ Клинической Больницы «Святителя Луки», Санкт-Петербург, Россия, doc.orlov@gmail.com, Author ID 05712  
 Orlov I.N. – PhD, head of the urology department No. 1, St. Luke Clinic State Budgetary Health Institution of St. Petersburg, Saint-Petersburg, Russia, doc.orlov@gmail.com ORCID 0000-0003-27677153

Гулько А.М. – врач-уролог СПб ГБУЗ Клинической Больницы «Святителя Луки», Санкт-Петербурге, Россия, agoalko@mail.ru, Author ID 897473  
 Gulko A.M. – urologist, St. Luke Clinic State Budgetary Health Institution of St. Petersburg, Saint-Petersburg, Russia, agoalko@mail.ru ORCID 0000-0003-4847-9519

Куплевацкий В.И. – врач-рентгенолог, ЛДЦ «МИБС», Санкт-Петербург, Россия, kupl@ldc.ru, Author ID 820469  
 Kuplevatsky V.I. – radiologist, Sergey Berezin's Medical Institute Diagnostic and treatment center, kupl@ldc.ru, ORCID 0000-0001-9753-1913

Ефимцев А.Ю. – к.м.н., заведующий научно-исследовательской лабораторией НИО лучевой диагностики, доцент кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова», Санкт-Петербург, Россия, atralf@mail.ru, Author ID 772314  
 Efimtsev A.Yu. – PhD, head of the research laboratory of the Research Institute of Radiation Diagnostics, ORCID 0000-0003-2249-1405

Перемышленко А.С. – к.м.н., заведующий патологоанатомическим отделением (с моргом), СПб ГБУЗ Клинической Больницы «Святителя Луки», Санкт-Петербург, Россия, alecseisergeevich@yandex.ru  
 Peremyshlenko A.S. – PhD, head of the pathological department (with a morgue), St. Luke Clinic State Budgetary Health Institution of St. Petersburg, Saint-Petersburg, Russia, alecseiser-geevich@yandex.ru

Вязовцев П.В. – врач-уролог, СПб ГБУЗ Клинической Больницы «Святителя Луки», Санкт-Петербург, Россия, vpv.doc@gmail.com, Author ID 792877  
 Vyazovtsev P.V. – urologist, St. Luke Clinic State Budgetary Health Institution of St. Petersburg, Saint-Petersburg, Russia, vpv.doc@gmail.com

Гринь Е.А. – врач-уролог, СПб ГБУЗ Клинической Больницы «Святителя Луки», Санкт-Петербург, Россия, sv.lukaendouro@gmail.com, Author ID 910399  
 Grin E.A. – urologist, St. Luke Clinic State Budgetary Health Institution of St. Petersburg, Saint-Petersburg, Russia, sv.lukaendouro@gmail.com ORCID 0000-0002-8685-6525

Топузов Т.М. – к.м.н., врач-уролог СПб ГБУЗ Клинической Больницы «Святителя Луки», Санкт-Петербург, Россия, ttopuzov@gmail.com  
 Topuzov T.M. – PhD, urologist, St. Luke Clinic State Budgetary Health Institution of St. Petersburg, Saint-Petersburg, Russia, ttopuzov@gmail.com ORCID 0000-0003-1050-6198

Семенюк А.В. – врач-ординатор СПб ГБУЗ Клинической Больницы «Святителя Луки», Санкт-Петербург, Россия, semenyuk.science@gmail.com  
 Semeniyuk A.V. – resident-urologist, St. Luke Clinic State Budgetary Health Institution of St. Petersburg, Saint-Petersburg, Russia, semenyuk.science@gmail.com

Горелик М.Л. – врач-ординатор СПб ГБУЗ Клинической Больницы «Святителя Луки», Санкт-Петербург, Россия, mr.maksim.gorelik@mail.ru  
 Gorelik M.L. – resident-urologist, St. Luke Clinic State Budgetary Health Institution of St. Petersburg, Saint-Petersburg, Russia, mr.maksim.gorelik@mail.ru

Нименья Д.Р. – врач-ординатор СПб ГБУЗ Клинической Больницы «Святителя Луки», Санкт-Петербург, Россия, nimenyad@yandex.ru  
 Nimenya D.R. – resident-urologist, St. Luke Clinic State Budgetary Health Institution of St. Petersburg, Saint-Petersburg, Russia, nimenyad@yandex.ru

**Вклад авторов:**

Попов С.В. – статистическая обработка 9%  
 Орлов И.Н. – статистическая обработка 9%  
 Гулько А.М. – концепция и дизайн исследования 10%  
 Куплевацкий В.И. – концепция и дизайн исследования 9%  
 Ефимцев А.Ю. – концепция и дизайн исследования 9%  
 Перемышленко А.С. – статистическая обработка 9%  
 Вязовцев П.В. – сбор и обработка материала 9%  
 Гринь Е.А. – сбор и обработка материала 9%  
 Топузов Т.М. – сбор и обработка материала 9%  
 Семенюк А.В. – написание текста 9%  
 Горелик М.Л. – написание текста 9%  
 Нименья Д.Р. – написание текста 9%

**Authors' contributions:**

Popov S.V. – statistical data 9%  
 Orlov I.N. – statistical data 9%  
 Gulko A.M. – developing the research design 10%  
 Kuplevatsky V.I. – developing the research design 9%  
 Efimtsev A.Yu. – developing the research design 9%  
 Peremyshlenko A.S. – statistical data 9%  
 Vyazovtsev P.V. – obtaining and analyzing data 9%  
 Grin E.A. obtaining and analyzing data 9%  
 Topuzov T.M. – obtaining and analyzing data 9%  
 Semeniyuk A.V. – article writing 9%  
 Gorelik M.L. – article writing 9%  
 Nimenya D.R. – article writing 9%

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование:** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

*Financing.* The study was performed without external funding.

**Статья поступила:** 13.01.20

*Received:* 13.01.20

**Принята к публикации:** 29.01.20

*Accepted for publication:* 29.01.20