

АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

УДК 616.64:617.557:616-71

DOI: 10.34680/2076-8052.2023.4(133).497-504

ГРНТИ 76.29.43+76.29.39+76.29.62

Специальность ВАК 3.3.1

Научная статья

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНО-ТОМОГРАФИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ ПОЛОВЫХ НЕРВОВ У МУЖЧИН ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ НА ОРГАНАХ МАЛОГО ТАЗА

Белобородов В. А.¹, Степанов И. А.^{1, 2}

¹Иркутский государственный медицинский университет (Иркутск, Россия)

²Харлампиевская клиника (Иркутск, Россия)

Аннотация В работе изучена магнитно-резонансно-томографическая (МРТ) анатомия половых нервов у мужчин зрелого возраста, перенесших операции на органах малого таза. В исследование включено 75 пациентов (30 пациентов первого периода зрелого возраста и 45 пациентов второго периода зрелого возраста). 37 пациентов перенесли простатэктомию и 38 респондентов перенесли резекцию прямой кишки. Одноствольный характер ветвления нерва, при котором половой нерв проходит под крестцово-остистой связкой, обнаружен у большинства пациентов (65,3%). Источниками формирования половых нервов в 45 (60,0%) случаях являлись корешки S2, S3 и S4, у 19 (25,3%) респондентов половые нервы формировались из корешков S2 и S4 и у 11 (14,6%) респондентов нервы брали начало из корешков S3 и S4. Половые каналы берут свое начало на $22,5 \pm 3,2$ мм ниже седалищного бугра и лежат на $39,8 \pm 9,5$ мм кпереди от него, оканчиваются каналы на уровне нижнего края лобкового симфиза на $24,4 \pm 10,9$ мм позади него. Среднее значение площади сечения половых нервов составило $27,9 \pm 9,2$ мм². Средние значения диаметров стволов половых нервов на уровне 2 см дистальнее грушевидной мышцы составили 4,63 мм, 1,85 мм и 1,64 мм для первого, второго и третьего стволов соответственно. Среднее значение длины стволов половых нервов до разделения на конечные ветви составило 25,23 мм. Сравнение скелетотопических характеристик половых каналов между пациентами с условной нормой и пациентами после выполнения операций на органах малого таза продемонстрировало наличие достоверных различий ($p=0,023$).

Ключевые слова: половые нервы, анатомия, топография, магнитно-резонансная томография, органы малого таза, оперативные вмешательства

Для цитирования: Белобородов В. А., Степанов И. А. Магнитно-резонансно-томографическая анатомия половых нервов у мужчин зрелого возраста после выполнения оперативных вмешательств на органах малого таза // Вестник НовГУ. 2023. 4(133). 497-504. DOI: 10.34680/2076-8052.2023.4(133).497-504

Research Article

MAGNETIC RESONANCE IMAGING ANATOMY OF PUDENDAL NERVES IN MATURE MEN AFTER SURGICAL INTERVENTIONS ON PELVIC ORGANS

Beloborodov V. A.¹, Stepanov I. A.^{1, 2}

¹Irkutsk State Medical University (Irkutsk, Russia)

²Kharlampiev Clinic (Irkutsk, Russia)

Abstract The work studied the magnetic resonance imaging (MRI) anatomy of the pudendal nerves in mature men who underwent surgery on pelvic organs. The study included 75 patients (30 patients in the first period of adulthood and 45 patients in the second period of adulthood). Thirty-seven patients underwent prostatectomy and 38 respondents underwent rectal resection. The single-trunk nature of the branching of the nerve, in which the pudendal nerve passes under the sacrospinous ligament, was found in the majority of patients (65.3%). The sources of formation of the pudendal nerves in 45 (60.0%) cases were the roots S2, S3 and S4, in

19 (25.3%) respondents the pudendal nerves were formed from the roots S2 and S4 and in 11 (14.6%) of respondents, the nerves originated from the S3 and S4 roots. The genital canals originate 22.5 ± 3.2 mm below the ischial tuberosity and lie 39.8 ± 9.5 mm anterior to it, the canals end at the level of the lower edge of the pubic symphysis 24.4 ± 10.9 mm behind it. The average cross-sectional area of the genitals was 27.9 ± 9.2 mm². The average diameters of the pudendal nerve trunks at a level of 2 cm distal to the piriformis muscle were 4.63 mm, 1.85 mm, and 1.64 mm for the first, second, and third trunks, respectively. The average length of the pudendal nerve trunks before division into terminal branches was 25.23 mm. A comparison of the skeletotopic characteristics of the genital canals between patients with a conditional norm and patients after surgery on the pelvic organs demonstrated the presence of significant differences ($p=0.023$).

Keywords: pudendal nerves, anatomy, topography, magnetic resonance imaging, pelvic organs, surgical interventions

For citation: Beloborodov V. A., Stepanov I. A. Magnetic resonance imaging anatomy of pudendal nerves in mature men after surgical interventions on pelvic organs // Vestnik NovSU. 2023. 4(133). 497-504. DOI: 10.34680/2076-8052.2023.4(133).497-504

Введение

В связи с неуклонным ростом количества проводимых магнитно-резонансно-томографических (МРТ) исследований, очевидно, что вопросам инструментальной визуализации необходимо уделять особое внимание. Большая часть работ по инструментальной визуализации половых нервов затрагивают, в основном, аспекты патологических изменений, стадирование заболевания, дифференциальную диагностику, предоперационное планирование и ответ на проводимую терапию/хирургическое лечение, а вопросы вариантной анатомии половых нервов в оригинальных исследованиях освещены поверхностно, количество их невелико [1, 2]. Даже в исследованиях, посвященных анатомии, делается акцент на патологические изменения в половых нервах без учета возрастных особенностей, а работы, посвященные нормальной анатомии, проводились либо на кадаверном материале, либо при учете данных небольшой выборки [3, 4].

В литературе слабо представлен вариационно-статистический анализ морфометрических и топографо-анатомических параметров половых нервов у мужчин зрелого возраста после выполнения операций на органах малого таза, в то время как выявление вариантов индивидуальной анатомии представляет интерес и с теоретической и практической точек зрения в качестве дополнительных сведений по топографической анатомии мужского малого таза для врачей различных специальностей (нейрохирургов, урологов, рентгенологов) [5–7].

С учетом вышеизложенного, очевидна необходимость в дополнении уже имеющихся сведений о вариантной анатомии половых нервов у мужчин зрелого возраста, которые перенесли оперативные вмешательства на органах малого таза, данными, основанными на методах инструментальной визуализации. Принимая во внимание физические основы метода МРТ, очевидно, что для изучения половых нервов указанный метод инструментальной визуализации наиболее предпочтителен [8].

Цель. Изучить магнитно-резонансно-томографическую анатомию половых нервов у мужчин зрелого возраста, перенесших операции на органах малого таза.

Материалы и методы

Данная работа является клиническим исследованием. В исследование включены пациенты в возрасте от 21 года до 59 лет, обратившихся в Центр МРТ «МРТ-Лидер» ООО «Планета» (Иркутск, Россия), для оценки послеоперационных изменений малого таза. Все пациенты, разделены на две возрастные группы согласно возрастной периодизации, принятой Академией педагогических наук Союза Советских Социалистических Республик (СССР) (1965 г.).

Критериями включения в исследование выступили: (1) отсутствие по данным МРТ-грамм в различных срезах простаты, (2) прямой кишки и (3) послеоперационные разрастания грубой волокнистой соединительной ткани в полости малого таза.

МРТ-изображения малого таза с целью анализа вариантной анатомии и топографии половых нервов в изучаемой группе пациентов получены с помощью аппаратов МРТ Siemens Magnetom Essenza 1,5 Т (Siemens, Германия) и Phillips Achieva 1,5 Т (Phillips, Нидерланды) в трех плоскостях (сагиттальной, коронарной и аксиальной) с дополнительным введением контрастного лекарственного средства или без такового. При исследовании в T1-взвешенном режиме использовали следующие параметры: матрица 384×387, TR (время повторения) – 650, TE (время эхо) – 9,6, NEX (число возбуждений) – 1, толщина среза – 4 мм, FOV (поле зрения) – 30×30. Для T2-взвешенных изображений: матрица 384×288, TR – 4000, TE – 43, NEX – 1, толщина среза варьировала от 1 до 3 мм, FOV – 30×30. Для получения карт диффузионно-взвешенных изображений использовали набор параметров опции диффузионно-взвешенной МРТ с SE-эхо-планарным изображением (EPI): матрица 160×128, TR – 7500, TE – 83, NEX – 6, толщина среза – 4 мм, FOV – 30×30. Использованы значения b: b=0, 400 и 800 с/мм², время сканирования – 6 мин 30 с. МРТ-исследование проводилось в положении пациентов лежа на спине, головой вперед, с применением поверхностной катушки для тела и позиционированием посредством лазерной навигации через большие вертелы бедренных костей. Ввиду большей контрастности и наглядности использовали преимущественно T1- и T2-взвешенные изображения. Анализ полученных МРТ-грамм органов малого таза и собственно половых нервов осуществляли с помощью программы RadiAnt DICOM Viewer (Medixant, Польша). Анализ подвергались следующие анатомометрические параметры половых нервов в различных группах респондентов: (1) характер ветвления полового нерва, (2) типы отношения половых нервов и их ветвей к крестцово-остистой связке по классификации Р. Mahakkanukrauh (2005 г.) [9], (3) источники формирования половых нервов, (4) диаметр стволов половых нервов, (5) длина стволов половых нервов до разделения на конечные ветви в зависимости и типов отношения к крестцово-остистой связке, (6) топография половых нервов, их ветвей и полового канала на фоне послеоперационных рубцово-спаечных изменений в полости малого таза, а также (7) площадь сечения полового канала.

Указанные выше анатомометрические и топографо-анатомические параметры половых нервов оценивались путем измерения среднего значения и ошибки среднего ($M \pm m$), максимального (max) и минимального значений (min), а также стандартного отклонения наблюдения (σ). Площадь сечения полового канала (Алька) определяли с помощью функции Ellipse программного обеспечения RadiAnt DICOM Viewer (Medixant, Польша). Также определялась статистическая значимость различий средних значений с помощью t-критерия. Статистическую обработку данных проводили с помощью программных обеспечений Microsoft Excel 2020 (Microsoft Corp., США) и SPSS 22.0 (IBM Corp., США). Порог значимости p выбран равным 0,05.

Результаты и обсуждение

С учетом критериев соответствия в исследование включено 75 пациентов (30 пациентов первого периода зрелого возраста и 45 пациентов второго периода зрелого возраста). 37 пациентов перенесли простатэктомию (11 пациентов первого периода зрелого возраста и 26 пациентов второго периода) и 38 респондентов перенесли резекцию прямой кишки (12 респондентов первого периода зрелого возраста и 26 респондентов второго периода зрелого возраста). Средний возраста пациентов составил $39,7 \pm 12,7$ лет.

Характер ветвления половых нервов и типы отношения половых нервов и их ветвей к крестцово-остистой связке. Анализ характера ветвления половых нервов и типов отношения половых нервов и их ветвей к крестцово-остистой связке у пациентов после выполнения оперативных вмешательств на органах малого таза продемонстрировал следующие результаты: тип I (одноствольный характер ветвления нерва; половой нерв проходит под крестцово-остистой связкой) обнаружен у 49 (65,3%) пациентов, тип II (двухствольный характер ветвления нерва; половой нерв проходит под крестцово-остистой связкой) отмечен у 12 (16%) пациентов, тип III (двухствольный характер ветвления нерва; половой нерв проходит под крестцово-остистой связкой; нижний прямокишечный нерв в виде отдельного ствола пронизывает крестцово-остистую связку) обнаружен у 8 (10,6%) респондента, тип IV (трехствольный характер ветвления нерва; половой нерв проходит под крестцово-остистой связкой; нижний прямокишечный нерв в виде отдельного ствола проходит под крестцово-остистой связкой) верифицирован в 4 (5,3%) случае и тип V (трехствольный характер ветвления нерва; половой нерв проходит под крестцово-остистой связкой) отмечен в 2 (2,6%) случаях.

Источники формирования половых нервов. Источниками формирования половых нервов у пациентов после выполнения операций на органах малого таза в 45 (60,0%) случаях являлись корешки S2, S3 и S4, у 19 (25,3%) респондентов половые нервы формировались из корешков S2 и S4 и у 11 (14,6%) респондентов половые нервы брали начало из корешков S3 и S4.

Топография полового канала (Алькака)

Среднее значение длины половых каналов в группе пациентов после выполнения операций на органах малого таза составило $16,2 \pm 2,9$ мм, что не имеет статистически значимых различий с условной нормой ($p=0,255$). Выполнение простатэктомии или резекции прямой кишки приводят к эффекту «минус-ткань» и опущению мочевого пузыря с изменением его конфигурации в виде воронкообразной деформации шейки и расположения относительно лобкового симфиза (мочевой пузырь прилежит к лобковому симфизу на протяжении 3,1 см (до операции находился на расстоянии 0,2 см от него), также увеличивается расстояние от мочевого пузыря до мыса и составляет 5,9 см (до операции – 4,5 см). Подобное изменение топографической анатомии органов малого таза напрямую отражается на скелетотопических параметрах каналов Алькока. Так, у пациентов после выполнения оперативных вмешательств на органах малого таза половые каналы берут свое начало на $22,5 \pm 3,2$ мм ниже седалищного бугра и лежат на $39,8 \pm 9,5$ мм впереди от него, оканчиваются каналы на уровне нижнего края лобкового симфиза на $24,4 \pm 10,9$ мм позади него. Сравнение скелетотопических характеристик половых каналов между пациентами с условной нормой и пациентами после выполнения операций на органах малого таза продемонстрировало наличие достоверных различий ($p=0,023$).

Площадь сечения полового канала (Алькака)

Среднее значение площади сечения половых каналов в анализируемой группе пациентов составило $27,9 \pm 9,2$ мм². При сравнении средних значений площади сечения половых каналов между респондентами с условной нормой и пациентами после выполнения оперативных вмешательств на органах малого таза достоверных различий не выявлено ($p=0,371$) (рисунок). При сравнении средних значений площади сечения половых каналов между пациентами первого и второго периодов зрелого возраста после выполнения операций на органах малого таза также статистически значимых различий не выявлено ($p=0,607$).

Диаметр половых нервов

Средние значения диаметров стволов половых нервов в группе пациентов после выполнения операций на органах малого таза на уровне 2 см дистальнее грушевидной мышцы составили 4,63 мм, 1,85 мм и 1,64 мм для первого, второго и третьего стволов соответственно. При сравнении средних значений диаметров стволов 1-го порядка половых нервов между пациентами с условной нормой и после выполнения оперативных вмешательств на органах малого таза статистически значимые различия не отмечены ($p=0,194$). Сравнение средних значений диаметров стволов 1-го порядка половых нервов между пациентами первого и второго периодов зрелого возраста, перенесших оперативные вмешательства на органах малого таза, также не продемонстрировал статистически значимых различий ($p=0,316$).

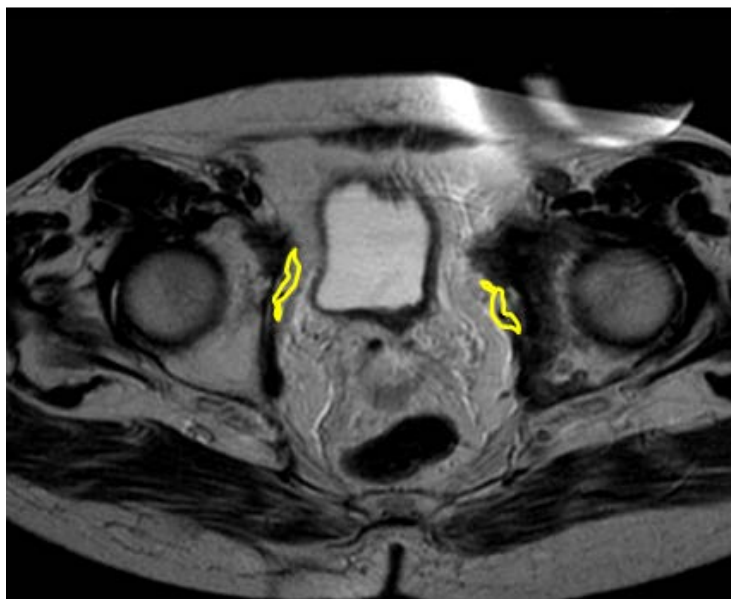


Рисунок 1. МРТ-грамма органов малого (T2-взвешенное изображение, аксиальный срез) таза мужчины 52 лет, перенесшего простатэктомию; половые каналы с обеих сторон на уровне нижней трети внутренних запирающих мышц четко визуализированы (обведены желтой линией)

Длина половых нервов

Среднее значение длины стволов половых нервов до разделения на конечные ветви в группе пациентов, которым выполнены операции на органах малого таза, составило 25,23 мм. Типы II и V половых нервов разделялись на конечные ветви на уровне крестцово-остистой связки и имели среднюю длину 20,19 мм. Типы I, III и IV половых нервов отдавали конечные ветви на уровне полового канала и имели среднюю длину 28,37 мм. Сравнение средних значений длины стволов половых нервов между пациентами с условной нормой и пациентами после выполнения операций на органах малого таза статистически значимых различий не показало ($p=0,441$). Сравнение средних значений длины основных стволов половых нервов между пациентами первого и второго периодов зрелого возраста также не продемонстрировало достоверных различий ($p=0,719$).

Заключение

Послеоперационные топографо-анатомические изменения в полости малого таза индивидуальны и переменны, так как развиваются на основе индивидуальных и возрастных особенностей топографии органов малого таза, существующих в норме. Что касается механизма развития послеоперационных изменений, расположения/дислокации изучаемых анатомических структур по данным МРТ следует считать опущение мочевого пузыря с изменением его конфигурации после простатэктомии и/или резекции прямой кишки. Кроме того, важное значение имеют топографо-анатомические связи между органами нижнего этажа брюшной полости и забрюшинного пространства с задней стенкой полости живота.

Выявленные топографо-анатомические изменения половых нервов у мужчин зрелого возраста после выполнения оперативных вмешательств на органах малого таза могут быть использованы в повседневной клинической практике врачей

различных специальностей, в том числе хирургов, урологов и нейрохирургов для планирования лечебной тактики или оценки результатов проведенного лечения.

Список литературы

1. Каган И. И., Чемизов Г. В. Топографическая анатомия и оперативная хирургия: учебник. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 666 с.
2. Григорович К. А. Хирургическое лечение повреждений нервов. Ленинград: Медицина, 1981. 302 с.
3. Cvetanovich G. L., Saltzman B. M., Ukwuani G., Frank R. M., Verma N. N., Bush-Joseph C. A., Nho S. J. Anatomy of the Pudendal Nerve and Other Neural Structures Around the Proximal Hamstring Origin in Males // *Arthroscopy*. 2018. 34(7). 2105-2110. DOI: 10.1016/j.arthro.2018.02.029
4. Wadhwa V., Hamid A. S., Kumar Y., Scott K. M., Chhabra A. Pudendal nerve and branch neuropathy: magnetic resonance neurography evaluation // *Acta Radiologica*. 2017. 58(6). 726-733. DOI:10.1177/0284185116668213
5. Schraffordt S. E., Tjandra J. J., Eizenberg N., Dwyer P. L. Anatomy of the pudendal nerve and its terminal branches: a cadaver study // *ANZ Journal of Surgery*. 2004. 74(1-2). 23-26. DOI: 10.1046/j.1445-1433.2003.02885.x
6. Van der Walt S., Oettlé A. C., Patel H. R. Van der Walt S. Surgical anatomy of the pudendal nerve and its branches in South Africans // *International Journal of Impotence Research*. 2015. 27(4). 128-132. DOI: 10.1038/ijir.2015.10
7. Maldonado P. A., Chin K., Garcia A. A., Corton M. M. Anatomic variations of pudendal nerve within pelvis and pudendal canal: clinical applications // *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2015. 213(5). 727.e1-727.e6. DOI: 10.1016/j.ajog.2015.06.009
8. Ranjan R., Chanda C., Kushwaha R., Nag A. R. Anatomical Study of the Variants of the Extrapelvic Part of the Pudendal Nerve // *Cureus*. 2022. 14(8). e28281. DOI: 10.7759/cureus.28281
9. Mahakkanukrauh P., Surin P., Vaidhayakarn P. Anatomical study of the pudendal nerve adjacent to the sacrospinous ligament // *Clinical Anatomy*. 2005. 18(3). 200-205. DOI: 10.1002/ca.20084

References

1. Kagan I. I., Chemizov G. V. Topograficheskaya anatomiya i operativnaya khirurgiya [Topographic anatomy and operative surgery]: textbook. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2011. 666 p.
2. Grigorovich K. A. Khirurgicheskoye lecheniye povrezhdeniy nervov [Surgical treatment of nerve injuries]. Leningrad, Meditsina Publ., 1981. 302 p.
3. Cvetanovich G. L., Saltzman B. M., Ukwuani G., Frank R. M., Verma N. N., Bush-Joseph C. A., Nho S. J. Anatomy of the Pudendal Nerve and Other Neural Structures Around the Proximal Hamstring Origin in Males // *Arthroscopy*. 2018. 34(7). 2105-2110. DOI: 10.1016/j.arthro.2018.02.029
4. Wadhwa V., Hamid A. S., Kumar Y., Scott K. M., Chhabra A. Pudendal nerve and branch neuropathy: magnetic resonance neurography evaluation // *Acta Radiologica*. 2017. 58(6). 726-733. DOI: 10.1177/0284185116668213
5. Schraffordt S. E., Tjandra J. J., Eizenberg N., Dwyer P. L. Anatomy of the pudendal nerve and its terminal branches: a cadaver study // *ANZ Journal of Surgery*. 2004. 74(1-2). 23-26. DOI: 10.1046/j.1445-1433.2003.02885.x

6. Van der Walt S., Oettlé A. C., Patel H. R. Surgical anatomy of the pudendal nerve and its branches in South Africans // International Journal of Impottnce Research. 2015. 27(4). 128-132. DOI: 10.1038/ijir.2015.10

7. Maldonado P. A., Chin K., Garcia A. A., Corton M. M. Anatomic variations of pudendal nerve within pelvis and pudendal canal: clinical applications // American Journal of Obstetrics and Gynecology. 2015. 213(5). 727.e1-727.e6. DOI: 10.1016/j.ajog.2015.06.009

8. Ranjan R., Chanda C., Kushwaha R., Nag A. R. Anatomical Study of the Variants of the Extrapelvic Part of the Pudendal Nerve // Cureus. 2022. 14(8). e28281. DOI: 10.7759/cureus.28281

9. Mahakkanukrauh P., Surin P., Vaidhayakarn P. Anatomical study of the pudendal nerve adjacent to the sacrospinous ligament // Clinical Anatomy. 2005. 18(3). 200-205. DOI: 10.1002/ca.20084

Информация об авторах

Белобородов Владимир Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой, Иркутский государственный медицинский университет (Иркутск, Россия), ORCID: 0000-0002-3299-1924, BVA555@yandex.ru

Степанов Иван Андреевич – ассистент кафедры, Иркутский государственный медицинский университет (Иркутск, Россия); Харламбиевская клиника (Иркутск, Россия), ORCID: 0000-0001-9039-9147, edmoilers@mail.ru