

ТРАНСЛЯЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛИ В СПИНЕ

Городнина А. В., Иваненко А. В.

Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт имени профессора А. Л. Поленова — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Городнина Ангелина Викторовна,
РНХИ им. проф. А. Л. Поленова —
филиал ФГБУ «НМИЦ им.
В. А. Алмазова» Минздрава России,
Ул. Маяковского, д. 12, Санкт-Петербург,
Россия, 191014.
E-mail: angelinagorodnina@gmail.ru

Статья поступила в редакцию 29.03.2022
и принята к печати 22.08.2022.

Резюме

Введение. Согласно данным ВОЗ до 83 % взрослого работоспособного населения имеет высокий уровень нарушения социальной адаптации ввиду развития болей в пояснично-крестцовом отделе позвоночника. Более 2 % населения нуждаются в хирургических вмешательствах по причине грыж межпозвонковых дисков. Однако не всегда пациентам требуется проведение оперативного вмешательства. В связи с этим всё большую актуальность приобретает разработка трансляционных подходов в лечении дегенеративных заболеваний позвоночника. Ключевыми методиками в дифференцированном подходе лечения этой категории больных являются лазерная вапоризация межпозвонкового диска и радиочастотная денервация фасеточных суставов в случае, когда болевой синдром носит характер фасеточного.

Цель. Оценить эффективность дифференцированного подхода в применении малоинвазивных хирургических методов у пациентов с дискогенным и вертеброгенным болевым синдромом на основании анализа ближайших результатов лечения.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ данных обследования и лечения 101 пациента с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника, сопровождающимися болевым синдромом. У 29 (28,7 %) пациентов выполнялась лазерная вапоризация межпозвонкового диска, в 72 (71,3 %) наблюдениях применялась радиочастотная денервация фасеточных суставов пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Результаты. Положительные исходы после выполнения лазерной вапоризации отмечены у 27 пациентов, после проведения радиочастотной деструкции синувентрального нерва положительный результат отмечен у 67 пациентов.

Выводы. Дифференцированное применение малоинвазивных пункционных методов лечения остеохондроза позвоночника и адекватный отбор пациентов для выполнения данных процедур в большинстве случаев способствуют достижению положительного результата.

Ключевые слова: лазерная вапоризация межпозвонкового диска, радиочастотная денервация фасеточных суставов.

Для цитирования: Городнина А.В., Иваненко А.В. Трансляционные подходы в лечении хронической боли в спине. Трансляционная медицина. 2022;9(4):5-12. DOI: 10.18705/2311-4495-2022-9-4-5-12

TRANSLATIONAL METHODS FOR THE TREATMENT OF CHRONIC BACK PAIN

Angelina V. Gorodnina, Andrey V. Ivanenko

Polenov Russian Research Institute of Neurosurgery, branch of Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Angelina V. Gorodnina,
Polenov Russian Research Institute of
Neurosurgery,
Almazov National Medical Research Centre,
Mayakovsky st., 12, St. Petersburg, Russia,
191014.
E-mail: angelinagorodnina@gmail.ru

Received 29 March 2022; accepted 22 August 2022.

Abstract

Background. Up to 83 % of the working population has a high level of social adaptation disorder due to the pain in the lumbosacral spine. The development of translational approaches in the treatment of degenerative diseases of the spine is becoming increasingly important. The key methods in the differentiated approach to the treatment are laser vaporization of the intervertebral disc and radiofrequency denervation of the facet joints in the case when the pain syndrome is facet-like.

Objective. To evaluate the effectiveness of a differentiated approach in the use of minimally invasive surgical methods in patients with discogenic and vertebrogenic pain syndrome based on an analysis of the immediate results of treatment.

Design and methods. A retrospective analysis of examination and treatment data of 101 patients with degenerative-dystrophic diseases of the lumbar spine, accompanied by pain, was carried out. In 29 (28.7 %) patients, laser vaporization of the intervertebral disc was performed; in 72 (71.3 %) cases, radiofrequency denervation of the facet joints of the lumbosacral spine was used.

Results. Positive outcomes after laser vaporization were observed in 27 patients. A positive result was noted in 67 patients after radiofrequency destruction of the sinuvertebral nerve.

Conclusions. Differentiated use of minimally invasive puncture methods for the treatment of osteochondrosis of the spine and adequate selection of patients for these procedures often lead to the positive result.

Key words: laser vaporization of the intervertebral disc, radiofrequency denervation of the facet joints

For citation: Gorodnina AV, Ivanenko AV. Translational methods for the treatment of chronic back pain. Translyatsionnaya meditsina=Translational Medicine. 2022;9(4):5-12. (In Russ.) DOI: 10.18705/2311-4495-2022-9-4-5-12

Введение

В настоящее время, по данным ВОЗ, до 80-83 % взрослого работоспособного населения имеет высокий уровень нарушения социальной адаптации ввиду развития и сохранения болей в пояснично-крестцовом отделе позвоночника [1]. При этом более 2 % населения нуждаются в хирургических вмешательствах по поводу грыж межпозвонковых дисков. Однако не всегда пациентам требуется открытая операция в объеме микродискэктомии или декомпрессивно-стабилизирующее вмешатель-

ство, требующее имплантации металлоконструкции. В тех случаях, когда консервативное лечение перестает быть эффективным, а абсолютных показаний к проведению открытого оперативного вмешательства нет, встает вопрос о трансляционных подходах в лечении дегенеративных заболеваний позвоночника, которые в настоящее время приобретают все большую актуальность [2-6].

Трансляционный подход в решении этой проблемы впервые использовали австрийские нейрохирурги F. Heppner и P. W. Asher (1976, 1977),

которых в современной хирургии позвоночника обоснованно считают популяризаторами и основоположниками лазерного направления в хирургии межпозвонковых дисков. В последующем в 1978 г. D.S. Choy (США), P.W. Asher (Австрия), а затем J. Hellinger (Германия) продолжили разрабатывать и применять метод перкутанной пункционной лазерной декомпрессии диска (PLDD) [7, 8].

Следует отметить в целом, что в основе метода лежит физический принцип, что в замкнутом гидравлическом пространстве незначительные изменения в объеме сопровождаются непропорционально большими изменениями в давлении: уменьшение объема пульпозного ядра на 1 мл вызывает среднее падение внутридискового давления на 150-300 mmHg [7, 8].

Таким образом, ключевым моментом в дифференцированном подходе лечения этой категории больных являются применяемые в нашем Центре лазерная вапоризация межпозвонкового диска, а в случае, когда болевой синдром имеет не дискогенную природу и носит характер фасеточного — радиочастотная денервация фасеточных суставов [3, 9, 10].

Целью данного исследования является анализ ближайших результатов применения трансляционных подходов, таких как пункционная лазерная вапоризация и радиочастотная денервация при лечении дискогенных и вертеброгенных болевых синдромов с точки зрения дифференцированного применения малоинвазивных хирургических методов.

Материалы и методы

Проведен ретроспективный анализ результатов обследования и ближайших результатов лечения 101 пациента с выраженным болевым синдромом в поясничной области. Применялись клинско-интраскопические исследования состояния деструктивных процессов в области диско-радикулярного соотношения.

При определении показаний к пункционным малоинвазивным вмешательствам учитывался возраст пациента, характер клинической симптоматики, степень дегенеративно-дистрофического поражения позвоночника и результаты проводимых ранее лечебных мероприятий.

Пункционная лазерная вапоризация межпозвонкового диска пояснично-крестцового отдела

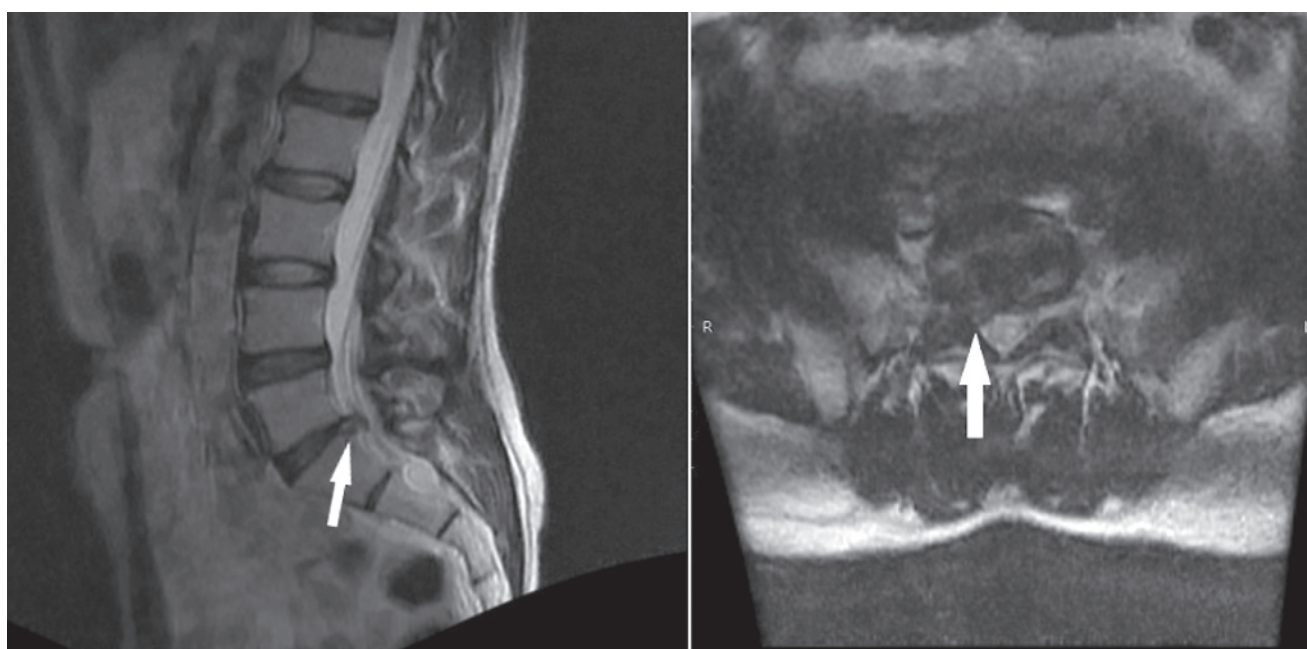


Рис. 1. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациента до операции. Б-й К., возраст 43 года. Диагноз: Дегенеративно-дистрофическое заболевание позвоночника с поражением пояснично-крестцового отдела. Грыжа межпозвонкового диска L5-S1. (стрелкой указана зона диско-радикулярного взаимодействия)

Fig. 1. MRI of the patient's lumbosacral spine before surgery. B-th K., age 43 years. Diagnosis: Degenerative-dystrophic disease of the spine with lesions of the lumbosacral region. Herniated disc L5-S1. (the arrow indicates the zone of disco-radicular interaction)

выполнена 29 пациентам в возрасте от 25 лет до 71 года, из них — 14 (48,2 %) мужчин и 15 (51,8 %) женщин. Длительность анамнеза составляла от 6 месяцев до 15 лет. Критериями отбора пациентов являлись: возраст старше 18 лет, наличие протрузии/грыжи межпозвонкового диска без признаков секвестрации, отсутствие признаков стеноза позвоночного канала на данном уровне, отсутствие признаков нестабильности позвоночно-двигательного сегмента по данным интроскопии, отсутствие признаков спондилодисцита по данным нейровизуализации, а также наличие рефлекторного мышечно-тонического болевого синдрома

По данным литературы размеры нормально-го межпозвонкового диска в среднем составляют 4 см в поперечном размере, 4,5 см в сагиттальной плоскости и около 1 см в высоту. В большинстве случаев у людей с поясничным остеохондрозом, тем более при наличии грыжи диска, отмечается снижение его высоты, наиболее часто обусловленное изменением гидратации самого диска, носящее возрастные изменения или на фоне нагрузок [11].

Поэтому, по мнению ряда авторов, вапоризация должна выполняться в нескольких точках, иначе ближние к игле участки диска получают большое количество энергии, в то время как «дальние» могут остаться практически интактными. Кроме того, при асимметричном расположении световода по высоте возрастает риск повреждения гиалиновой мембраны, что является нежелательным исходом операции [12].

Ряд авторов изучили явления, возникающие при выполнении манипуляций в межпозвонковом диске под действием непрерывного лазерного излучения умеренной мощности как *in vivo*, так и *in vitro*. Использовался полупроводниковый лазер умеренной мощности ~ 3-5 Вт с длиной волны излучения $\lambda=0,97$ мкм. В экспериментах *in vitro* материалом для исследования служили цельные пояснично-двигательные сегменты, взятые при вскрытии шести человек, умерших в возрасте от 45

до 75 лет от соматических заболеваний. При сравнительной оценке учитывали данные, полученные при лечении 125 больных, находившихся в РНХИ им. проф. А. Л. Поленова. Авторами исследования выявлено, что в межпозвонковом диске вследствие контакта разогретого дистального участка лазерного оптоволоконного кабеля с тканью генерируются мощные акустогидродинамические возмущения ударного типа, способные приводить к перемещению и перемешиванию дегенеративно измененной ткани в пространстве дефекта фиброзного кольца и грыжевого выпячивания. Такие процессы приводят к уменьшению плотности грыжевого выпячивания и, тем самым, снижают дискогенную компрессию корешков спинномозговых нервов. Авторы сделали вывод, что акустомеханическое возбуждение в условиях резонанса Гельмгольца приводит к перемещению, перемешиванию насыщенной газом дегенеративно измененной ткани в пространстве дефекта фиброзного кольца и грыжевого выпячивания. Таким образом, менее плотная, насыщенная газом ткань за счет переноса замещает грыжу, что приводит к КТ-наблюдаемому резкому снижению плотности в пространстве грыжевого выпячивания и, как следствие, снижению дискогенной компрессии корешков спинномозговых нервов при том, что диск остается на 96-98 % сохранным [13].

Операция нами выполнялась с использованием местной анестезии под флюороскопическим контролем с применением ЭОП, иглой с внутренним сечением 0,9 мм. В своей работе мы использовали лазерный аппарат «ЛАХТА-МИЛОН» — 0,97 (длина волны 0,97 мкм, мощность 5 Вт). Пункцию межпозвонковых дисков осуществляли заднебоковым доступом с проведением иглы через грыжевое выпячивание. Через просвет иглы в межпозвонковый диск вводили световод на 1 мм глубже среза иглы. Лазерное облучение полости дисков проводили в импульсном режиме, после чего игла вводилась в грыжевое выпячивание и проводилась прямая вапоризация грыжи. Суммарная энергия воздействия

Таблица 1. Распределение пациентов по локализации грыжи межпозвонкового диска

Table 1. Distribution of patients according to the location of the herniated intervertebral disc

Уровень поражения	Количество пациентов (%)
L2-L3	2 (6,8%)
L3-L4	3 (10,4%)
L4-L5	10 (34,5%)
L5-S1	12 (41,3%)
L4-L5-S1	2 (6,8%)

составила от 500 до 1150 Дж. Осложнений во время хирургического лечения отмечено не было.

В 27 случаях вапоризация выполнялась на одном уровне, двум пациентам операция выполнена на 2-х уровнях. Распределение пациентов в зависимости от уровня поражения указано в таблице 1.

Второй группе пациентов, вошедшей в исследование, была проведена радиочастотная денервация фасеточных суставов — 72 пациентам в возрасте от 18 до 80 лет. По гендерному различию внутри группы из них — 24 (33,3 %) мужчины и 48 (66,7 %) женщин. Распределение пациентов по возрасту представлено на рисунке 2.

Критериями включения пациентов являлись: наличие хронической боли в спине продолжительностью не менее 6 месяцев с характерной клинической картиной, отсутствие эффекта или недостаточная эффективность консервативной терапии, отсутствие на МРТ признаков диско-радикулярного конфликта, положительный эффект от селективной тестовой блокады [14].

Всем пациентам перед выполнением радиочастотной денервации проводилась тестовая блокада медиальной веточки задней ветви спинномозгового нерва. Операцию проводили под местной анестезией и ЭОП контролем в условиях операционной. Для выполнения денервации нами использован радиочастотный деструктор Cosman RFG-1A. В 2-х случаях денервацию фа-

сеточных суставов проводили на одном уровне (L5-S1), в двух — на двух уровнях (L3-L4, L4-L5), в остальных — на трех уровнях, по стандартному протоколу (L3-S1).

При анализе данных, полученных от обеих групп, вошедших в наше исследование, динамику болевого синдрома оценивали с использованием визуальной аналоговой шкалы.

Результаты и их обсуждение

Критериями оценки ближайших результатов лечения являлось отсутствие жалоб, восстановление двигательной активности, регресс неврологической симптоматики, сроки пребывания пациентов в стационаре.

Интенсивность болевого синдрома по ВАШ (визуально-аналоговая шкала) при поступлении составляла от 4х до 7 баллов. Распределение пациентов по интенсивности болевого синдрома при поступлении отражено на рисунке 3.

Стоит отметить, что при радиочастотной денервации синувентрального нерва регресс болевого синдрома отмечается сразу после выполнения операции. Однако после лазерного воздействия на ткань межпозвонкового диска подобный эффект проявляется не сразу, а нередко даже через несколько дней.

При выписке пациенты отмечали увеличение двигательной активности, сохранялись периодиче-



Рис.2. Распределение пациентов по возрасту

Fig. 2. Distribution of patients by age

ские боли в поясничном отделе (1-2 балла по ВАШ). Осложнений не наблюдалось. Длительность госпитализации во всех случаях составляла не больше 5 суток. Пациенты обеих групп были вертикализированы в день выполнения операции, ограничений ортопедического режима и фиксации поясничного отдела ортезом не требовалось, что сокращало период реабилитации и позволяло вернуться к обычной жизни сразу после выписки из стационара.

Оценка исходов лечения после выполнения лазерной вапоризации проводилась с использованием критериев MacNab, согласно которым выделяют хорошие, удовлетворительные и неудовлетворительные результаты. К хорошим отнесены исходы при наличии следующих признаков: восстановление утраченных функций; редко возникающая боль; отсутствие необходимости приема медикаментов (НПВС и анальгетиков); уменьшение или отсутствие грыжи по данным МРТ. Подобный исход имел место у 68,9 % пациентов. К удовлетворительным отнесли исходы при наличии следующих признаков: некоторое ограничение физической активности, обусловленное болевыми ощущениями; отсутствие симптомов выпадения и зависимости от лекарственных препаратов (24,1 % пациентов). К неудовлетворительным следует отнести исходы при наличии следующих признаков: неврологический статус в послеоперационном периоде не изменился; сохраняется стойкий болевой синдром; существует значительная лекарственная зависимость; активность пациента

резко снижена. Неудовлетворительный исход отмечен у двух пациентов, которым впоследствии было выполнено повторное оперативное вмешательство в объеме микродискэктомии.

После выполнения радиочастотной денервации фасеточных суставов положительный эффект отмечен у 67 пациентов (93 %) (регресс болевого синдрома на первые сутки после выполнения процедуры). В 5 случаях (7 %) добиться регресса болевого синдрома не удалось, что, по нашему мнению, может быть связано с многоуровневым поражением межпозвонковых дисков и фасеточных суставов пояснично-крестцового отдела.

Наше мнение разделяют и другие исследователи, например Шпагин М.В. с соавторами изучили ближайшие и отдаленные результаты лечения 59 пациентов, с выраженным болевым синдромом в поясничной области, прооперированных методом медикаментозной денервации дугоотросчатых суставов. Авторы считают, что денервация межпозвонковых суставов является эффективным малоинвазивным методом лечения фасет-синдрома, вызванного спондилоартрозом. Она позволяет в раннем и отдаленном послеоперационном периодах значительно уменьшить болевой синдром и улучшить качество жизни пациентов [9].

Yahya Cem Erbas (2015) описывает чрескожную лазерную декомпрессию межпозвонкового диска, считая её одним из наиболее применяемых минимально инвазивных методов лечения грыж диска. В работу вошли ретроспективные данные 197

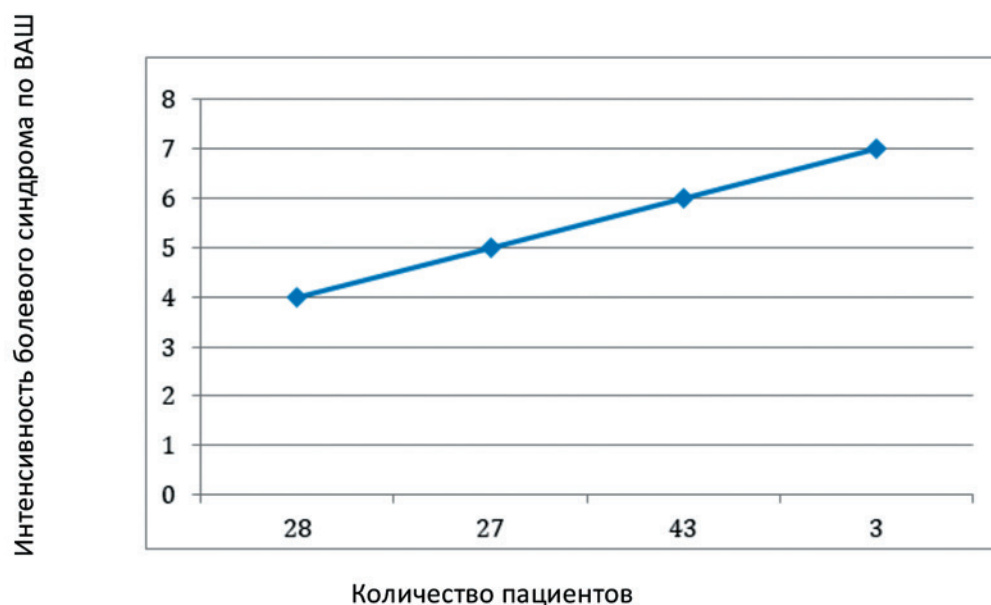


Рис. 3. Распределение пациентов по интенсивности болевого синдрома по ВАШ

Fig. 3. Distribution of patients according to the intensity of pain syndrome according to VAS

пациентов, которые проходили лечение в период с 2007 по 2009 годы. Среди них 107 (54,3 %) были мужчинами, 90 — женщинами, средний возраст составил 46,34 года (в диапазоне от 23 до 86 лет). 72 пациента прошли однократное применение методики, 112 (56,8%) пациентов два этапа и 13 пациентов три этапа процедур. Среднее время наблюдения составило 42 месяца. Из 72 пациентов уровень проведения процедуры был L3-L4 у 4, L4-L5 у 39 пациентов и L5-S1 у 29 пациентов. Несмотря на положительную динамику в раннем послеоперационном периоде, в последующем 25 (12,7 %) пациентов перенесли микрохирургическую дискэктомию. Из наблюдаемых осложнений — дисцит, вторичный по отношению к возможному термическому повреждению, возник у 2 (0,1 %) пациентов, и это осложнение было разрешено консервативным лечением. Автор считает, что чрескожная лазерная декомпрессия является безопасной и эффективной процедурой при лечении дискогенной боли, если пациент соответствует критериям отбора [15].

Заключение

Таким образом, для достижения положительных результатов у пациентов с рефлекторным мышечно-тоническим болевым синдромом необходим дифференцированный подход к применению пункционных малоинвазивных хирургических методов, основанный на адекватном отборе пациентов и уточнении показаний к этим операциям в каждом конкретном случае. А именно, характер болевого синдрома, проявление диско-радикулярного конфликта при принятии решения о лазерной вапоризации и выраженность спондилоартроза при использовании радиочастотной денервации фасеточных суставов.

Использование трансляционных подходов позволяет уменьшить период реабилитации пациентов, сокращает длительность госпитализации, может использоваться как альтернативный вариант лечения, позволяя отсрочить или вовсе избежать проведения открытого оперативного вмешательства.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциально-го конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Shcherbuk YuA, Parfenov VE, Svistov D.V. et al. Practical neurosurgery. Saint Petersburg: Gippocrat, 2002. p.648 In Russian [Щербук Ю.А., Парфенов В.Е., Свистов Д.В. и др. Практическая нейрохирургия. Санкт-Петербург: Гиппократ, 2002. с.648.]
2. Shchedrenok VV, Ivanenko AV, Sebelev KI et al. Minimally invasive surgery of degenerative diseases of the spine. Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova. 2010; 169(2):102–104. In Russian [Щедренко В.В., Иваненко А.В., Себелев К.И. и др. Малоинвазивная хирургия дегенеративных заболеваний позвоночника. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. — 2010; 169(2):102–104]
3. Ivanchenko V.N., Gromov M.S., Ninel V.G. et al. Minimally invasive surgery for treatment of discogenic pain syndrome in patients with lumbar degenerative disease. Hirurgiâ pozvonočnika=Spine Surgery. 2010; 3:48-51. In Russian [Иванченко В.Н., Громов М.С., Нинель В.Г. и др. Малоинвазивная хирургия в лечении дискогенных болевых синдромов у пациентов с поясничным остеохондрозом. «Хирургия позвоночника». 2010; 3:48-51.] DOI: 10.14531/ss2010.3.48-51
4. Gorodnina AV, Meredzhi AM, Ivanenko AV et al. Minimally invasive neurosurgery of lumbar disc herniations. Russian Neurosurgical Journal. 2020; 12(3): 5-11 In Russian [Городнина А.В., Мереджи А.М., Иваненко А.В. и др. Малоинвазивная нейрохирургия межпозвоноковых грыж поясничного отдела позвоночника. Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова. 2020; 12(3): 5-11]
5. Belyakov YuV, Merzhoyev AM, Orlov AYU et al. Comparative analysis of percutaneous endoscopic interlaminar discectomy and microdiscectomy in patients with overweight. Russian Neurosurgical Journal. 2020; 12(1):12-15. In Russian [Беляков Ю.В., Мереджи А.М., Орлов А.Ю. и др. Сравнительный анализ чрескожной эндоскопической интерламинарной дискэктомии и микродискэктомии у пациентов с избыточной массой тела. Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова. 2020; 12(1):12-15]
6. Meredzhi AM, Orlov AYU, Nazarov AS et al. Percutaneous endoscopic transforaminal and interlaminar lumbar discectomy for cranially migrated disc hernia. Hirurgiâ pozvonočnika=Spine Surgery. 2020;17(3):81-90. In Russian [Мереджи А.М., Орлов А.Ю., Назаров А.С. и др. Перкутанное эндоскопическое трансфораминальное и интерламинарное удаление грыж поясничного отдела позвоночника с краниальной миграцией//Хирургия позвоночника. 2020; 17(3):81-90] DOI: 10.14531/ss2020.3.81-90.
7. Choy DS. Percutaneous laser disc decompression. New York, USA, 2003; p.239. DOI: 10.1007/b97255
8. Choy DS, Case RB, Fielding W et al. Percutaneous laser nucleolysis of lumbar disks. N Engl J Med. 1987; 317(12):771-772. DOI: 10.1056/NEJM198709173171217.
9. Shpagin MV, Yarikov AV, Nazmeev IA et al. The experience of denervation of facet joints in the lumbar spine. Hirurgiâ pozvonočnika=Spine Surgery. 2019; 16(1):57-62. In Russian [Шпагин М.В., Яриков А.В., Назмеев И.А. и др. Опыт денервации дугоотростчатых суставов по-

ясничного отдела позвоночника. Хирургия позвоночника. 2019; 16(1):57-62] DOI: 10.14531/ss2019.1.57-62

10. Gorbunov AV, Koshkareva ZV, Zhivzenko AP et al. The effectiveness of laser vaporization in the treatment of intervertebral hernias of the lumbar spine. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2020; 5(2):43-48 In Russian [Горбунов А.В., Кошкарёва З.В., Животенко А.П. и др. Эффективность лазерной вапоризации при лечении межпозвонковых грыж поясничного отдела позвоночника. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2020;5(2):43-48] DOI: 10.29413/ABS.2020-5.2.7

11. Kurenkov E.L., Makarova V.V. Normal Anatomy of Human Intervertebral Disc. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2017;6(3):117-128. In Russian [Куренков Е.Л., Макарова В.В. Нормальная анатомия межпозвонкового диска у человека. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2017;6(3):117-128] DOI: 10.18499/2225-7357-2017-6-3-117-128

12. Shutov MV, Khovryakov AV, Belyaev AN. Morphological changes in the intervertebral disc during laser vaporization in the experiment. *Modern problems of science and education. Surgery*. 2011; 5:39-44. In Russian [Шутов М.В., Ховряков А.В., Беляев А.Н. Морфологические изменения в межпозвонковом диске при проведении лазерной вапоризации в эксперименте// *Современные проблемы науки и образования*. 2011; 5:39-44]

13. Chudnovsky VM, Ivanenko AV, Yusupov VI et al. Analysis of acoustic-hydrodynamic phenomena of laser puncture treatment of degenerative diseases of the intervertebral discs *Russian Neurosurgical Journal*. 2011; 3(2):52 In Russian [Чудновский В.М., Иваненко А.В., Юсупов В.И. и др. Анализ акустогидродинамических явлений лазерного пункционного лечения дегенеративных заболеваний межпозвонковых дисков. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Полёнова*. 2011; 3(2):52]

14. Cohen SP, Doshi TL, Constantinescu OC et al. Effectiveness of Lumbar Facet Joint Blocks and Predictive Value before Radiofrequency Denervation: The Facet Treatment Study (FACTS), a Randomized, Controlled Clinical Trial. *Anesthesiology*. 2018; 129(3):517-535. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002274.

15. Erbas YC, Pusat S, Erdogan E. Percutaneous Laser Disc Decompression: Retrospective Analysis of 197 Cases and Review of The Literature. *Turk Neurosurg*. 2015; 25(5):766-770. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.14692-15.2.

Информация об авторах:

Городнина Ангелина Викторовна, младший научный сотрудник, нейрохирургическое отделение №1, РНХИ им. проф. А. Л. Полёнова, филиал ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Иваненко Андрей Валентинович, д.м.н., доцент кафедры нейрохирургии, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

Author information:

Angelina V Gorodnina, junior researcher, Polenov Russian Research Institute of Neurosurgery, branch of Almazov National Medical Research Centre;

Andrey V.Ivanenko, MD, Associate Professor, Department of Neurosurgery, Almazov National Research Centre.