

Пункционные хирургические технологии в лечении фасет-синдрома при спондилоартрозах в поясничном отделе (обзор литературы)

Потапов В.Э.¹, Кошкарева З.В.¹, Животенко А.П.¹, Горбунов А.В.¹, Сороковиков В.А.^{1,2}

¹ ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» (664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1, Россия);

² Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (664049, г. Иркутск, Юбилейный, 100, Россия)

Автор, ответственный за переписку: Животенко Александр Петрович, e-mail: sivotenko1976@mail.ru

Резюме

Боль в позвоночнике является одним из наиболее распространённых патологических состояний и стоит на втором месте по значимости причин выхода пациентов на инвалидность и потери трудоспособности во всём мире. Болевой синдром оказывает большое влияние на функциональные возможности позвоночника и профессиональную деятельность человека, что несёт в себе серьёзную социальную и экономическую проблему. Основными причинами боли в области позвоночника являются патология межпозвонковых дисков и дугоотростчатых суставов, динамическая нестабильность позвоночно-двигательного сегмента, спондилёз, стеноз позвоночного канала и дурального мешка с компрессией сосудисто-нервных структур, спондилолистез, остеопоротические компрессионные переломы позвонков, инфекционные заболевания позвоночника и т. д. В связи с выше озвученным, особый интерес у клиницистов вызывает патология дугоотростчатых суставов (спондилоартроз), его диагностика, целенаправленное этиопатогенетическое лечение с использованием пункционных хирургических технологий в лечении фасет-синдрома. В настоящей работе представлены результаты и особенности пункционных хирургических технологий в лечении фасет-синдрома при дегенеративно-дистрофических поражениях дугоотростчатых суставов поясничного отдела позвоночника. В основу взят анализ 55 источников отечественных и зарубежных авторов. В статье приводятся данные по анатомо-топографическим особенностям дугоотростчатых суставов, их биомеханике, иннервации и их функции. Рассмотрены этиопатогенетические особенности болевого синдрома при дегенерации фасеточных суставов. Проанализированы эффективность применения методик использования радиочастотной и лазерной денервации дугоотростчатых суставов в лечении фасет-синдрома. В материалах статьи описаны методики применения хемодерекции, криодеструкции и внутрисуставного введения препаратов гиалуроновой кислоты.

Ключевые слова: спондилоартроз, фасет-синдром, фасеточный сустав, малоинвазивная хирургия позвоночника

Для цитирования: Потапов В.Э., Кошкарева З.В., Животенко А.П., Горбунов А.В., Сороковиков В.А. Пункционные хирургические технологии в лечении фасет-синдрома при спондилоартрозах в поясничном отделе (обзор литературы). *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5(2): 36-42. doi: 10.29413/ABS.2020-5.2.6

Puncture Surgical Technologies in the Treatment of Facet Syndrome for Spondylarthrosis in the Lumbar Spine (Literature Review)

Potapov V.E.¹, Koshkareva Z.V.¹, Zhivotenko A.P.¹, Gorbunov A.V.¹, Sorokovikov V.A.^{1,2}

¹ Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology (Bortsov Revolyutsii str. 1, Irkutsk 664003, Russian Federation);

² Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education (Yubileyniy 100, Irkutsk 664049, Russian Federation)

Corresponding author: Alexander P. Zhivotenko, e-mail: sivotenko1976@mail.ru

Abstract

Pain in the spine is one of the most common pathological conditions and holds the second place in terms of disability throughout the world. Pain syndrome has a great influence on the functional capabilities of the spine and the professional activity of a person, and that carries a serious social and economic problem. The main causes of pain in the spine are: pathology of the intervertebral discs and the zygapophysial joints; dynamic instability of the spinal motor segment; spondylosis; stenosis of the spinal canal and dural sac with compression of the neurovascular structures; spondylolisthesis; osteoporotic compression fractures of the vertebrae; infectious diseases of the spine, etc. In connection with the aforementioned, of particular interest to clinicians is the pathology of the zygapophysial joints (spondylarthrosis), its diagnosis, and targeted etiopathogenetic treatment using puncture surgical technology in the treatment of facet syndrome. This paper presents the results and features of puncture surgical technology in the treatment of facet syndrome in degenerative-dystrophic lesions of the zygapophysial joints of the lumbar spine. The analysis is based on 55 sources of literature of domestic and foreign authors. The article presents data on the anatomical and topographic features of the zygapophysial joints, their biomechanics, innervation and their function. The etiopathogenetic features of pain during degeneration of facet joints are considered. The effectiveness of the use of methods of using radio and laser denervation of the zygapophysial joints in the treatment of facet syndrome is analyzed. The materials of the article describe the methods of using chemoderection, cryodestruction, and intra-articular administration of hyaluronic acid preparations.

Key words: spondylarthrosis, facet syndrome, facet joint, minimally invasive spine surgery

For citation: Potapov V.E., Koshkareva Z.V., Zhivotenko A.P., Gorbunov A.V., Sorokovikov V.A. Puncture surgical technologies in the treatment of facet syndrome for spondylarthrosis in the lumbar spine (literature review). *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5(2): 36-42. doi: 10.29413/ABS.2020-5.2.6

АКТУАЛЬНОСТЬ

Клинические проявления при дегенеративно-дистрофических поражениях позвоночника сопровождаются временной утратой трудоспособности у 70 до 86 % пациентов [1, 2]. Ряд авторов [3, 4, 5, 6, 7, 8] отмечают, что до 50 % всех хирургических вмешательств в нейрохирургических стационарах выполняются при дегенеративно-дистрофических поражениях позвоночника, причём, в последнее время отмечается тенденция к их увеличению. Исследования, проведённые рядом отечественных и зарубежных авторов, показали высокую распространённость хронической боли в поясничном отделе позвоночника от средней до сильной интенсивности у взрослых европейцев, что сказывается на качестве их социальной и трудовой жизни и является одной из основных проблем здравоохранения в Европе [9, 10]. В общей структуре дегенеративных заболеваний позвоночника проблема поражений заднего опорного комплекса и патологий фасеточных суставов дегенеративного генеза актуальна и социально значима [11]. Среди основных причин хронической и рецидивирующей боли в поясничном отделе позвоночника лежит патология дугоотростчатых суставов (ДС) [9]. Результаты диагностических исследований позволили установить, что боль в поясничной области при патологии дугоотростчатых суставов составляет от 27 до 40 % у пациентов с хроническим болевым синдромом [12]. Ряд авторов наглядно продемонстрировали влияние спондилоартроза на формирование болевого синдрома в 80 % случаев [13, 14]. Статистически доказано, что 19 % пациентов вынуждены прибегнуть к операции из-за отсутствия положительного эффекта от консервативной терапии [15, 16].

В настоящее время недостаточно разработаны способы этиопатогенетически обоснованного лечения дегенеративных поражений межпозвонкового диска и ДС [17, 18, 19, 20]. Открытые декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства в лечении дегенеративных поражений анатомических структур позвоночника и дугоотростчатых суставов, в том числе с использованием эндоскопической и микрохирургической техники, имеют ряд недостатков: применение общей анестезии, формирование рубцово-спаечного процесса в зоне оперативного вмешательства, большой объём кровопотери, риски повреждения твёрдой мозговой оболочки и сосудисто-невральных структур, развитие инфекционных осложнений, риски развития постмикродискэктомического фасет-синдрома [21, 22]. Расширение показаний к хирургическому лечению спондилоартроза и усовершенствование минимально-инвазивных технологий позволили в значительной мере изменить и уменьшить интенсивность болевого синдрома и улучшить качество жизни пациентов [17, 23].

Таким образом, основные принципы малоинвазивной хирургии позвоночника касаются изменения качества проводимых операций: снижения травматизации тканей, более благоприятного течения послеоперационного периода, уменьшения финансовых затрат и сокращения времени реабилитационного периода.

Всё вышеперечисленное достигается благодаря совершенствованию самих хирургических технологий, технических характеристик оптических систем увеличения и освещения, а также внедрения новых радиочастотных, лазерных, и холодноплазменных технологий в практическое здравоохранение.

АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДУГООТРОСТЧАТЫХ СУСТАВОВ

С позиции основы опороспособности переднего и заднего опорных комплексов позвоночно-двигательный сегмент представлен межпозвонковым диском и парой дугоотростчатых суставов. В этом анатомо-функциональном трёхкомпонентном комплексе каждый анатомический элемент влияет на два других и в случае развития патологии дегенеративного генеза в одном из них, патологическим изменениям подвергаются остальные два компонента. Данная взаимосвязь анатомии и функции позвоночно-двигательного сегмента влияет на биомеханику передней и задней колонны позвоночного столба.

ДС сформирован выше- и нижележащим суставными отростками и окружён синовиальной капсулой, которая укрепляется по краю суставного хряща, плотность и эластичность которой изменяется в разных его частях. Эластичность капсулы ДС служит ведущим фактором, влияющим на функцию сустава во всех плоскостях. Проекция сустава в области поясничного отдела располагается ближе к сагиттальной плоскости. ДС относится к цилиндрическим и как все суставы выполняет свою биомеханическую функцию в статическом и динамическом положениях позвоночного столба. Суставная капсула в передней части сустава представлена жёлтой связкой, покрывающей синовиальную оболочку. Анатомические структуры, окружающие сустав, иннервируются ноцицептивными и вегетативными волокнами. Так, от сегментов L_1 до L_{IV} каждый ДС иннервируется ветвями спинномозгового нерва, причём задняя ветвь располагается на расстоянии 3–5 мм от начала её образования и разделяется на латеральную, промежуточную и медиальную ветви. Медиальная ветвь иннервирует все анатомические структуры ДС. В анатомо-топографическом плане этот нерв проходит через межпоперечную связку в углу, сформированном поперечным отростком и верхним суставным отростком нижележащего позвонка. Межпозвонковый сустав иннервируется из двух смежных нервных ветвей, где каждый нерв иннервирует два межпозвонковых сустава на соседних уровнях с анатомическими структурами прилежащими к ним [24, 25, 26, 27].

Происходящие морфологические изменения в ДС при дегенеративной патологии в поясничном отделе позвоночника являются одной из главных причин развития болевого синдрома, локализующегося паравертебрально со склеротомным типом распространения и с отсутствием корешковой симптоматики. Боль при артрозе ДС усиливается при движении, ротации и разгибании позвоночника. В литературе имеются разные названия

данной патологии: фасеточный синдром, фасеточный болевой синдром, артроз межпозвонковых суставов, спондилоартропатический синдром, спондилоартроз [26]. В основе артроза ДС лежит эрозия матрикса хрящевой поверхности вследствие повышенной механической нагрузки, что приводит к разрушению хрящевой ткани и развитию нестабильности в суставе [27]. Спондилоартроз дугоотростчатых суставов приводит зачастую к развитию стеноза позвоночного канала, а у пожилых пациентов занимает первое место среди всех оперативных вмешательств на позвоночнике.

В ряде клиник классическая декомпрессивная ламинэктомия применяется до настоящего времени, но постепенно вытесняется новыми, менее травматичными и более эффективными хирургическими вмешательствами. Традиционные способы костно-пластического спондилодеза дополняются методами транспедикулярной инструментальной фиксации, а также появляются принципиально новые методы стабилизации позвоночно-двигательных сегментов [28]. Уменьшение травматизации мягкотканых анатомических структур и костной ткани позвоночника, радикальность и сохранение конкуренции по отношению к открытым декомпрессивно-стабилизирующим операциям являются основными критериями для разработки и внедрения минимально-инвазивных хирургических методик.

При выборе тактики хирургического вмешательства необходимо учитывать и степень патолого-морфологических изменений в ДС. Болевой синдром может быть обусловлен как асептическим воспалением в ДС, так и его нестабильностью. Целью хирургического лечения больных с фасет-синдромом является устранение болевой импульсации из очага поражения [17, 18].

На современном этапе наиболее перспективными из малоинвазивных технологий являются транскутанные хирургические вмешательства.

К такому виду лечения следует отнести радиочастотную денервацию фасеточных суставов. Первая информация с применением радиочастотной денервации ДС опубликована в 1911 г. и принадлежит Джоэлу Голдтуайту (Joel E. Goldthwait) и Виторио Путти (Vitorio Putti) [29, 30, 31]. В своих научных работах авторы изучили причины и механизмы развития болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника, а также доказали взаимосвязь развития дегенеративно-дистрофических изменений в фасеточном суставе и формирование болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника [29, 31]. В работе K.H. Yang и A.I. King 1984 г. изучены морфологические изменения в ДС при фасет-синдроме, проявляющиеся дегенеративно-дистрофическими изменениями суставного хряща и в субхондральной кости с развитием остеофитов [32]. С 1973 г. С. Shealy впервые описал результаты клинического применения метода радиочастотной деструкции для денервации ДС аппаратом радиочастотного генератора «Radionics» [33, 34]. Радиочастотная денервация осуществляется с использованием электрода с неизолированным концом. Электрод проводят к суставной поверхности ДС и на установленный электрод подают синусоидальный ток мощностью 400–500 кГц. Проходящий через неизолированный конец электрода высокочастотный ток нагревает окружающие ткани, разрушает их, вызывая коагуляцию заинтересованного нерва Люшка. Воздействие температуры больше

45 °С, вызывает необратимую денатурацию нервных клеток. Электрод располагают на три поперечных пальца кнаружи от нижнего края остистого отростка и на один поперечный палец ниже. Игла вводится до упора в место соединения поперечного отростка и ДС. Процедура проводится в двух-трёх точках: основание поперечного отростка, середина верхнего суставного отростка и середина нижнего суставного отростка. Dreyfuss et al. (2000) в своей работе показали эффективность лечения при использовании данной методики [35]. Авторами было доказано что у 60 % больных, пролеченных методом радиочастотной денервации, имелось снижение интенсивности болевого синдрома на 90 %, а 87 % пролеченных пациентов могли ожидать уменьшение болевого синдрома как минимум на 60 % в течение 12 месяцев [35]. В исследованиях других авторов [36, 37] при лечении дегенеративного спондилоартроза у 60 % заболевших получено снижение интенсивности болевого синдрома на 80 % с его ремиссией и продолжительностью 12 месяцев. В литературе описаны возможные побочные эффекты после радиочастотной деструкции, включающие боли в виде гиперестезии в зоне прокола кожи, усиление локального болевого синдрома после процедуры с развитием корешковой симптоматики, образование невромы и симпаталгического болевого синдрома в нижних конечностях, ятрогенные повреждения спинномозгового корешка с последующим развитием двигательных нарушений в нижних конечностях [38]. Проводимая процедура радиочастотной денервации под контролем сенсорной и моторной стимуляции позволяет избежать подобных осложнений [39].

К минимально инвазивным пункционным хирургическим технологиям следует отнести лазерную дерцепцию фасеточных суставов. Метод лазерной вапоризации впервые предложили для воздействия на межпозвонковый диск в 1986 г. [40, 41, 42, 43, 44]. Для уменьшения объёма (декомпрессии) диска была использована энергия лазерного излучения, под действием которой происходит вапоризация пульпозного ядра и дерцепция фиброзного кольца. Вследствие снижения внутридискового давления происходит уменьшение грыжевого выпячивания межпозвонкового диска, устранение сдавления корешка и купирование болевого синдрома [45, 46, 47]. Впервые Л.Д. Сак с соавт. (2001) применили лазерную дерцепцию фасеточных суставов с использованием лазерной термокоагуляции под контролем КТ с помощью оригинального навигатора [48]. Как и при радиочастотной денервации, лазерную дерцепцию осуществляют с использованием источника лазерного излучения, подведённого к патологическому очагу ДС через пункционную иглу. Иглу располагают от средней линии остистых отростков отступая на 5,0 см латеральнее в проекции ДС под контролем ЭОП. Воздействие импульсов лазерного излучения приводит к образованию вапоризационного эффекта площадью в несколько квадратных миллиметров и деструкции медиальной ветви заднего спинального нерва. Рекомендуется для полной деструкции нерва проводить процедуру лазерной дерцепции в двух точках, отстоящих друг от друга на расстоянии 3–4 мм. Ожидаемый эффект при данной процедуре, как и при радиочастотной денервации, – это ноцицептивная денервация ДС с купированием болевого вертеброгенного синдрома. Iwatsuki K. et al. в 2007 г. опубликовали результаты лазерной дерцепции

у пациентов с фасет-синдромом. В своей работе они используют процедуру лазерного излучения дорсальной поверхности фасеточной капсулы у 21 пациента. При анализе эффективности применения данного метода авторы отмечают уменьшение интенсивности болевого синдрома у 70 % больных в течение 1 года [49].

Хемодерецепция фасеточных суставов позвоночника также относится к пункционным хирургическим технологиям в лечении фасет-синдрома, в основе которой лежит медикаментозная денервация ДС [44]. Дерекцепция осуществляется посредством разрушения периферических нервных окончаний в области воздействия спирт-новокаинового раствора, вводимого как в дугоотростчатые суставы, так и в периартикулярные ткани. Техника выполнения процедуры однотипна с лазерной и радиочастотной денервацией и выполняется под контролем лучевых методов исследования. Пациент находится в положении лёжа. Производится прокол кожи и мягких тканей до фасетки заинтересованного сустава с последующим введением в ДС смеси 96% этилового спирта с 2% раствором лидокаина или 2% раствором новокаина в соотношении 1:1 в объёме от 0,1 до 0,5 мл. Процедура продолжается до стойкой денервации ДС. При необходимости введение смеси повторяют до 3–4 раз до тех пор, пока введение не будет совершенно безболезненным, что свидетельствует о наступившей химической деструкции нервных окончаний в области фасеточных суставов.

К вышеупомянутым методам хирургического лечения фасет-синдрома относится и крио-деструкция, заключающаяся в воздействии холода на нерв с целью его денатурации. Физические принципы основаны на эффекте Джоуля – Томпсона. Принцип действия эффекта заключается в быстрой декомпрессии газа (либо N_2O , либо CO_2) на конце зонда, способного выдавать минусовую температуру до $-70^\circ C$ [50]. На кончике иглы в окружающих тканях создаётся ледяной шарик, который вызывает блок проводимости, аналогичный действию местных анестетиков (все нервные волокна перестают проводить импульс при $-20^\circ C$). Купирование болевого синдрома в ДС достигается за счёт холодового повреждения сосудов, которое вызывает эндоневральный отёк и гибель нервных клеток. Результаты проведённых исследований [50, 51, 52], показали высокую эффективность данной методики. Авторы отмечают уменьшение интенсивности болевого синдрома на 50 % через 6 недель после проведения процедуры и сохраняющийся в последующем 3 и 6 месяцев. Эффективность данного метода подтверждает ретроспективное исследование Wölter et al. в 2011 г. [53]. К преимуществам данного метода следует отнести минимальное повреждение мягких тканей, минимальный риск развития невралгии или неврита и большую площадь денервации фасеточного сустава на кончике иглы [53, 54].

К пункционным методам купирования болевого фасеточного синдрома в поясничном отделе позвоночника можно отнести внутрисуставное введение препаратов гиалуроновой кислоты и их производных, введение которых является патогенетически обоснованным. Вещества, входящие в химический состав препарата, являются составными компонентами фасеточного хряща и позволяют уменьшить интенсивность болевого синдрома уже в первые дни после процедуры. Используется в лечении внутрисуставное введение гиалуронатов с высоким

молекулярным весом, которые способствуют более быстрому восстановлению функции сустава. Длительность и выраженность клинического эффекта гиалуронатов пропорциональна их молекулярной массе, от значений которой зависит продолжительность пребывания препарата в суставной полости [55]. Однако эффективность гиалуронатов обусловлена не только чисто механическими их свойствами, но и их противовоспалительной активностью за счёт торможения ингибиторов воспаления в суставе. Кроме того, гиалуронаты стимулируют синтез хрящевой ткани сустава и этим обеспечивают пролонгированный клинический эффект. Гиалуронаты переносятся хорошо и практически не имеют системных побочных эффектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на анализе данных литературы, следует отметить высокую эффективность пункционных хирургических технологий в лечении фасет-синдромов при дегенеративно-дистрофических поражениях дугоотростчатых суставов поясничного отдела позвоночника. К таким хирургическим вмешательствам лечения фасет-синдрома без корешковой симптоматики относятся: радиочастотная денервация, лазерная дерекцепция, хемодерецепция, криодеструкция фасеточных суставов и внутрисуставное введение препаратов гиалуроновой кислоты и их производных. По данным ряда авторов, интенсивность болевого синдрома при использовании указанных технологий уменьшается от 70 до 90 %. Описанные технологии являются операциями выбора индивидуальными для каждого пациента. Пункционные технологии в лечении болевого фасеточного синдрома имеют ряд преимуществ: минимальная травматичность по отношению к мягким тканям и костным структурам; сохранение анатомических структур позвоночного канала (жёлтой связки, эпидуральной клетчатки и вен позвоночного канала), что является важным фактором профилактики формирования эпидурального фиброза; ранней активизации больного; сокращения сроков пребывания в стационаре и ранней реабилитации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванченко В.Н., Громов М.С., Нинель В.Г., Норкин И.А. 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
2. Кириенко А.Н., Сороковиков В.А., Поздеева Н.А. Дегенеративно-дистрофические поражения шейного отдела позвоночника. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2015; 138(7): 21-26.
3. Дралуик М.Г., Руденко П.Г., Чумаков В.П. Микродискэктомия с сохранением жёлтой связки. *Хирургия позвоночника*. 2006; (3): 064-067. doi: 10.14531/ss2006.3.64-67
4. Луцки А.А., Колотов Е.Б. Диагностика и лечение спондилоартроза. *Хирургия позвоночника*. 2004; (1): 55-59.
5. Щедренок В.В., Себелев К.И., Аникеев Н.В., Тюлькин О.Н., Каурова Т.А., Могучая О.В. Изменения дугоотростчатых суставов при травме и дегенеративно-дистрофических заболеваниях поясничного отдела позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2011; (60): 114-117.
6. Шагин М.В., Яриков А.В., Назмеев И.А., Горелов С.А., Фраерман А.П. Опыт денервации дугоотростчатых суставов поясничного отдела позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2019; 16(1): 57-62. doi: 10.14531/ss2019.1.57-62
7. Поздеева Н.А., Сороковиков В.А. Дегенеративно-дистрофические изменения пояснично-крестцового отдела по-

звоночника (распространённость, клиника, профилактика). *Бюллетень ВШЦ СО РАМН*. 2006; 4(50): 265-267.

8. Сорокиков В.А., Горбунов А.В., Кошкарева З.В., Брюханов В.Г., Поздеева Н.А. Классификации стенозов позвоночного канала в поясничном отделе позвоночника (обзор литературы). *Бюллетень ВШЦ СО РАМН*. 2010; 2(72): 243-247.

9. Луцик А.А., Шмидт И.Р., Колотов Е.Б. *Спондилоартроз*. Новосибирск; 2003.

10. Breivik H, Collett B, Ventafridda V, Cohen R, Gallacher D. Survey of chronic pain in Europe: prevalence, impact on daily life, and treatment. *Eur J Pain*. 2006; 10(4): 287-333. doi: 10.1016/j.ejpain.2005.06.009

11. Сорокиков В.А. *Формирование синдрома нестабильности позвоночно-двигательного сегмента и патогенетически обоснованные способы его коррекции: автореф. дис. ... д-ра мед. наук*. Иркутск; 2003.

12. Datta S, Lee M, Falco FJ, Bryce DA, Hayek SM. Systematic assessment of diagnostic accuracy and therapeutic utility of lumbar facet joint interventions. *Pain Physician*. 2009; 12(2): 437-460.

13. Badgley CE. The articular facets in relation to low-back pain and sciatic radiation. *J. Bone. Jt. Surg.* 1941; 23: 481-496.

14. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Степанов И.А., Оконешникова А.К. *Дегенеративные заболевания дугоотростчатых суставов поясничного отдела позвоночника*. Новосибирск: Наука; 2018.

15. Яриков А.В., Денисов А.А., Докиш М.Ю., и др. Миниинвазивные методы лечения дискогенной боли и фасеточного синдрома в поясничном отделе позвоночника: обзор литературы и собственный опыт. *Клиническая практика*. 2019; 10(3): 61-71. doi: 10.17816/clinpract10361-71

16. Бывальцев В.А., Сорокиков В.А., Калинин А.А., Егоров А.В., Белых Е.Г., Панасенков С.Ю. Сравнительный анализ результатов декомпрессивных и одномоментных декомпрессивно-стабилизирующих операций при лечении диско-радикулярного конфликта пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Бюллетень ВШЦ СО РАМН*. 2011; 4-1(80): 38-43.

17. Борщенко И.А., Басков А.В. Минимально инвазивная хирургия дегенеративного поражения поясничных межпозвонковых дисков. *Нейрохирургия*. 2010; (1): 65-71.

18. Закиров А.А., Древалъ О.Н., Чагава Д.А., и др. Лечение спондилоартроза и дискоза поясничного отдела позвоночника комбинированными малоинвазивными методами. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2012; 76(2): 17-22.

19. Бывальцев В.А., Панасенков С.Ю., Цыганов П.Ю., Белых Е.Г., Сорокиков В.А. Наноструктурный анализ поясничных межпозвонковых дисков на разных стадиях дегенеративного процесса. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2013; 77(3): 36-41.

20. Сорокиков В.А. *Хирургическое лечение дискогенного пояснично-крестцового радикулита с иммунокоррекцией: автореф. дис. ... канд. мед. наук*. Иркутск; 1995.

21. Шпагин М.В., Яриков А.В., Назмеев И.А., Горелов С.А., Фраерман А.П. Опыт денервации дугоотростчатых суставов поясничного отдела позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2019; 16(1): 57-62. doi: 10.14531/ss2019.1.57-62

22. Никитин А.С., Асратян С.А., Новиков А.Е. Синдром поражения смежного уровня поясничного отдела позвоночника после спондилодеза. *Вестник ИвГМА*. 2015; 2: 66-70.

23. Назаренко Г.И., Черкашов А.М., Шевелев И.Н., Кузьмин В.И., Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., и др. Эффективность одномоментного выполнения микродискэктомии и радиочастотной денервации межпозвонковых суставов в сравнении с микродискэктомией у пациентов с грыжами межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2014; 78(6): 4-8. doi: 10.17116/neiro20147864-8

24. Borenstein D. Does osteoarthritis of the lumbar spine cause chronic low back pain? *Curr Pain Headache Rep*. 2004; 8(6): 512-517. doi: 10.1007/s11926-004-0079-z

25. Varlotta GP, Lefkowitz TR, Schweitzer M, Errico TJ, Spivak J, Bendo JA, Rybak L. The lumbar facet joint: a review of current knowledge: part 1: anatomy, biomechanics, and grading. *Skeletal Radiol*. 2011; 40(1): 13-23. doi: 10.1007/s00256-010-0983-4

26. Varlotta GP, Lefkowitz TR, Schweitzer M, Errico TJ, Spivak J, Bendo JA, Rybak L. The lumbar facet joint: a review of current knowledge: Part II: diagnosis and management. *Skeletal Radiol*. 2011; 40(2): 149-157. doi: 10.1007/s00256-010-0984-3

27. Bogduk N. *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum*. New York: Churchill Livingstone; 1997.

28. Продан А.А., Сиренко А.А., Колесниченко В.А. Денервация суставов позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2005; (3): 78-86.

29. Goldthwait JE. The lumbosacral articulation: an explanation of many cases of lumbago, sciatica and paraplegia. *Boston Med Surg J*. 1911; 164(11): 365-372.

30. Коновалов Н.А., Прошутинский С.Д., Назаренко А.Г., Королишин В.А. Радиочастотная денервация межпозвонковых суставов при лечении болевого фасеточного синдрома. *Вопросы нейрохирургии. Журнал им. Н.Н. Бурденко*. 2011; 75(2): 51-55.

31. Putti V. Lady Jones' lecture on new concepts in pathogenesis of sciatic pain. *Lancet*. 1927; 2: 53-60.

32. Yang K.H., King A.I. Mechanism of facet load transmission as a hypothesis for low back pain. *Spine*. 1984; 9: 557.

33. Shealy CN. Percutaneous radiofrequency denervation of spinal facets. *J Neurosurg*. 1975; 43: 448-451.

34. Shealy CN. Facet denervation in the management of back and sciatic pain. *Clin Orthop*. 1976; 115: 157-164.

35. Dreyfuss P, Halbrook B, Pauza K, Joshi A, McLarty J, Bogduk N. Efficacy and validity of radiofrequency neurotomy for chronic lumbar zygapophysial joint pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000; 25(10): 1270-1277.

36. Klessinger S. Radiofrequency neurotomy for treatment of low back pain in patients with minor degenerative spondylolisthesis. *Pain Physician*. 2012; 15(1): E71-E78.

37. Conger A, Burnham T, Salazar F, Tate Q, Golish M, Petersen R, Cunningham S, Teramoto M, Kendall R, McCormick ZL. The effectiveness of radiofrequency ablation of medial branch nerves for chronic lumbar facet joint syndrome in patients selected by guideline-concordant dual comparative medial branch blocks. *Pain Med*. 2019. doi: 10.1093/pm/pnz248

38. Pacetti M, Fiaschi P, Gennaro S. Percutaneous radiofrequency thermocoagulation of dorsal ramus branches as a treatment of «lumbar facet syndrome» – how I do it. *Acta Neurochir (Wien)*. 2016; 158(5): 995-998. doi: 10.1007/s00701-016-2759-7

39. Trescot AM. Cryoanalgesia in interventional pain management. *Pain Physician*. 2003; 6(3): 345-360.

40. Choy DS, Ngeow J. Percutaneous laser disc decompression in spinal stenosis. *J Clin Laser Med Surg*. 1998; 16(2): 123-125.

41. Ascher PW. Status quo and new horizons of laser therapy in neurosurgery. *Lasers Surg Med*. 1985; 5: 499-506.

42. Ascher PW, Heppner F. CO₂-laser in neurosurgery. *Neurosurg Rev*. 1984; 7: 123-133.

43. Ascher PW, Holzer P, Sutter B, Tritthart H, Schrottnier O. Laser denaturation of the nucleus pulposus of herniated intervertebral disc. In: Kambin P. (ed): *Arthroscopic microdiscectomy: minimal intervention in spinal surgery*. Baltimore, Williams & Wilkins; 1991.

44. Jaikumar S, Kim DH, Kam AC. History of minimally invasive spine surgery. *Neurosurgery*. 2002; 51(5 Suppl): S1-14. doi: 10.1097/00006123-200211002-00003

45. Васильев А.Ю., Казначеев В.М. *Пункционная лазерная вапоризация дегенерированных межпозвонковых дисков*. М.; 2005.

46. Зорин Н.А., Кирпа Ю.И., Сабодаш В.А. Пункционная лазерная вапоризация секвестрированных грыж межпозвонковых дисков. *Украинский нейрохирургический журнал*. 2000; (1): 65-67.

47. Шутов М.В., Ховряков А.В., Беляев А.Н. Морфологические изменения в межпозвонковом диске при проведении ла-

зерной vaporизации в эксперименте. *Современные проблемы науки и образования*. 2011; (5): 39.

48. Сак Л.Д., Зубареков Е.Х., Шеметова М.В. Фасетный синдром позвоночника: клинко-диагностическая структура и малоинвазивные методики лечения. Магнитогорск; 2001.

49. Iwatsuki K, Yoshimine T, Awazu K. Alternative denervation using laser irradiation in lumbar facet syndrome. *Lasers Surg Med*. 2007; 39(3): 225-229. doi: 10.1002/lsm.20459

50. Bärlocher CB, Krauss JK, Seiler RW. Kryorhizotomy: an alternative technique for lumbar medial branch rhizotomy in lumbar facet syndrome. *J Neurosurg*. 2002; 98(1 Suppl): 14-20. doi: 10.3171/spi.2003.98.1.0014

51. Staender M, Maerz U, Tonn JC, Steude U. Computerized tomography-guided kryorhizotomy in 76 patients with lumbar facet joint syndrome. *J Neurosurg Spine*. 2005; 3(6): 444-449. doi: 10.3171/spi.2005.3.6.0444

52. Birkenmaier C, Veihelmann A, Trouillier H, et al. Percutaneous cryodenervation of lumbar facet joints: a prospective clinical trial. *Int Orthop*. 2007; 31(4): 525-553. doi: 10.1007/s00264-006-0208-6

53. Wolter T, Deininger M, Hubbe U, Mohadjer M, Knoeller S. Cryoneurolysis for zygapophyseal joint pain: a retrospective analysis of 117 interventions. *Acta Neurochir (Wien)*. 2011; 153(5): 1011-1019. doi: 10.1007/s00701-011-0966-9

54. Wolter T, Bozhkov Y, Knoeller SM. An in vitro analysis of the size and shape of cryolesions for facet joint denervation. *Clin Neurol Neurosurg*. 2007; 153: 87-92. doi: 10.1016/j.clineuro.2017.01.001

55. Yoshimi T, Kikuchi T, Obara T, Yamaguchi T, Sakakibara Y, Itoh H, Iwata H, Miura T. Effects of hydromolecular-weight sodium hyaluronate on experimental osteoarthritis induced by the resection on rabbit anterior cruciate ligament. *Clin Orthop*. 1994; 298: 296-304.

REFERENCES

1. Ivanchenko VN, Gromov MS, Ninel VG, Norkin IA. Minimally invasive surgery for treatment of discogenic pain syndrome in patients with lumbar degenerative disease. *Hirurgiâ pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2010; (3): 48-51. (In Russ.)

2. Kiriienko AN, Sorokovikov VA, Pozdeeva NA. Degenerative-dystrophic lesions of the cervical spine. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*. 2015; 138(7): 21-26. (In Russ.)

3. Dralyuk MG, Rudenko PG, Chumakov VP. Microdiscectomy with preservation of ligamentum flavum. *Hirurgiâ pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2006; (3): 064-067. doi: 10.14531/ss2006.3.64-67. (In Russ.)

4. Lutsik AA, Kolotov EB. Diagnosis and treatment of spondyloarthrosis. *Hirurgiâ pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2004; (1): 55-59. (In Russ.)

5. Shchedrenok VV, Sebelev KI, Anikeev NV, Tiul'kin ON, Kaurova TA, Moguchaia OV. Changes facet joints in trauma and degenerative diseases of the lumbar spine. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii*. 2011; (60): 114-117. (In Russ.)

6. Shpagin MV, Yarikov AV, Nazmeev IA, Gorelov SA, Fraerman AP. The experience of denervation of facet joints in the lumbar spine. *Hirurgiâ pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2019; 16(1): 57-62. doi: 10.14531/ss2019.1.57-62. (In Russ.)

7. Pozdeeva NA, Sorokovikov VA. Degenerative dystrophic changes in the lumbosacral spine (prevalence, clinical features, prophylaxis). *Byulleten' VSNTs SO RAMN*. 2006; 4(50): 265-267. (In Russ.)

8. Sorokovikov VA, Gorbunov AV, Koshkareva ZV, Bryukhanov VG, Pozdeeva NA. Classifications of spinal stenosis in the lumbar spine (literature review). *Byulleten' VSNTs SO RAMN*. 2010; 2(72): 243-247. (In Russ.)

9. Lutsik AA, Schmidt IR, Kolotov EB. Spondyloarthrosis. Novosibirsk; 2003. (In Russ.)

10. Breivik H, Collett B, Ventafridda V, Cohen R, Gallacher D. Survey of chronic pain in Europe: prevalence, impact on daily life, and treatment. *Eur J Pain*. 2006; 10(4): 287-333. doi: 10.1016/j.ejpain.2005.06.009

11. Sorokovikov VA. The formation of the syndrome of instability of the spinal motor segment and pathogenetically substantiated methods for its correction: Abstract of Dissertation of Dr. Sc. (Med.). Irkutsk; 2003. (In Russ.)

12. Datta S, Lee M, Falco FJ, Bryce DA, Hayek SM. Systematic assessment of diagnostic accuracy and therapeutic utility of lumbar facet joint interventions. *Pain Physician*. 2009; 12(2): 437-460.

13. Badgley CE. The articular facets in relation to low-back pain and sciatic radiation. *J. Bone. Jt. Surg*. 1941; 23: 481-496.

14. Byval'tsev VA, Kalinin AA, Stepanov IA, Okoneshnikova AK. Degenerative diseases of the arches of the lumbar spine. Novosibirsk: Nauka; 2018. (In Russ.)

15. Yarikov AV, Denisov AA, Dokish MY, et al. Minimally invasive methods of treatment of discogenic pain and facet syndrome in lumbar spine: literature review and own experience. *Journal of Clinical Practice*. 2019; 10(3): 61-71. doi: 10.17816/clinpract10361-71. (In Russ.)

16. Byval'tsev VA, Sorokovikov VA, Kalinin AA, Egorov AV, Belykh EG, Panasenkov SYu. Comparative analysis of the results of decompression and simultaneous decompression-stabilizing operations in the treatment of disco-radicular conflict of the lumbosacral spine. *Byulleten' VSNTs SO RAMN*. 2011; 4-1(80): 38-43. (In Russ.)

17. Borshchenko IA, Baskov AV. Minimally invasive surgery of patients with degenerative disease of lumbar intervertebral disks. *Neurosurgery*. 2010; (1): 65-71. (In Russ.)

18. Zakirov AA, Dreval' ON, Chagava DA, et al. Treatment of spondyloarthrosis and lumbar discopathy by combined minimally invasive techniques. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2012; 76(2): 17-22. (In Russ.)

19. Byval'tsev VA, Panasenkov SYu, Tsyganov PYu, Belykh EG, Sorokovikov VA. Nanostructural analysis of lumbar intervertebral discs at different stages of the degenerative process. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2013; 77(3): 36-41. (In Russ.)

20. Sorokovikov VA. Surgical treatment of discogenic lumbosacral radiculitis with immunocorrection: Abstract of Dissertation of Cand. Sc. (Med.). Irkutsk; 1995. (In Russ.)

21. Shpagin MV, Yarikov AV, Nazmeev IA, Gorelov SA, Fraerman AP. The experience of denervation of facet joints in the lumbar spine. *Hirurgiâ pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2019; 16(1): 57-62. doi: 10.14531/ss2019.1.57-62. (In Russ.)

22. Nikitin AS, Asratyan SA, Novikov AE. A syndrome of the adjacent level damage in the lumbar spine after spinal fusion. *Bulletin of the Ivanovo Medical Academy*. 2015; 2: 66-70. (In Russ.)

23. Nazarenko GI, Cherkashov AM, Shevelev IN, Kuzmin VI, Konovalov NA, Nazarenko AG, et al. Effectiveness of one-stage microdiscectomy and radiofrequency denervation of intervertebral joints compared to microdiscectomy in patients with spinal disc herniation. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2014; 78(6): 4-8. doi: 10.17116/neiro20147864-8. (In Russ.)

24. Borenstein D. Does osteoarthritis of the lumbar spine cause chronic low back pain? *Curr Pain Headache Rep*. 2004; 8(6): 512-517. doi: 10.1007/s11926-004-0079-z

25. Varlotta GP, Lefkowitz TR, Schweitzer M, Errico TJ, Spivak J, Bendo JA, Rybak L. The lumbar facet joint: a review of current knowledge: part 1: anatomy, biomechanics, and grading. *Skeletal Radiol*. 2011; 40(1): 13-23. doi: 10.1007/s00256-010-0983-4

26. Varlotta GP, Lefkowitz TR, Schweitzer M, Errico TJ, Spivak J, Bendo JA, Rybak L. The lumbar facet joint: a review of current knowledge: Part II: diagnosis and management. *Skeletal Radiol*. 2011; 40(2): 149-157. doi: 10.1007/s00256-010-0984-3

27. Bogduk N. *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum*. New York: Churchill Livingstone; 1997.

28. Prodan AI, Sirenko AA, Kolesnichenko VA. Spinal facet joint denervation: pro et contra. *Hirurgiâ pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2005; (3): 78-86. (In Russ.)

29. Goldthwait JE. The lumbosacral articulation: an explanation of many cases of lumbago, sciatica and paraplegia. *Boston Med Surg J*. 1911; 164(11): 365-372.

30. Konovalov NA, Proshutinskii SD, Nazarenko AG, Korolishin VA. Radiofrequency denervation of intervertebral joints

in management of facet pain syndrome. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2011; 75(2): 51-55. (In Russ).

31. Putti V. Lady Jones' lecture on new concepts in pathogenesis of sciatic pain. *Lancet*. 1927; 2: 53-60.

32. Yang K.H., King A.I. Mechanism of facet load transmission as a hypothesis for low back pain. *Spine*. 1984; 9: 557.

33. Shealy CN. Percutaneous radiofrequency denervation of spinal facets. *J Neurosurg*. 1975; 43: 448-451.

34. Shealy CN. Facet denervation in the management of back and sciatic pain. *Clin Orthop*. 1976; 115: 157-164.

35. Dreyfuss P, Halbrook B, Pauza K, Joshi A, McLarty J, Bogduk N. Efficacy and validity of radiofrequency neurotomy for chronic lumbar zygapophysial joint pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000; 25(10): 1270-1277.

36. Klessinger S. Radiofrequency neurotomy for treatment of low back pain in patients with minor degenerative spondylolisthesis. *Pain Physician*. 2012; 15(1): E71-E78.

37. Conger A, Burnham T, Salazar F, Tate Q, Golish M, Petersen R, Cunningham S, Teramoto M, Kendall R, McCormick ZL. The effectiveness of radiofrequency ablation of medial branch nerves for chronic lumbar facet joint syndrome in patients selected by guideline-concordant dual comparative medial branch blocks. *Pain Med*. 2019; doi: 10.1093/pm/pnz248

38. Pacetti M, Fiaschi P, Gennaro S. Percutaneous radiofrequency thermocoagulation of dorsal ramus branches as a treatment of «lumbar facet syndrome» – how I do it. *Acta Neurochir (Wien)*. 2016; 158(5): 995-998. doi: 10.1007/s00701-016-2759-7

39. Trescot AM. Cryoanalgesia in interventional pain management. *Pain Physician*. 2003; 6(3): 345-360.

40. Choy DS, Ngoow J. Percutaneous laser disc decompression in spinal stenosis. *J Clin Laser Med Surg*. 1998; 16(2): 123-125.

41. Ascher PW. Status quo and new horizons of laser therapy in neurosurgery. *Lasers Surg Med*. 1985; 5: 499-506.

42. Ascher PW, Heppner F. CO₂-laser in neurosurgery. *Neurosurg Rev*. 1984; 7: 123-133.

43. Ascher PW, Holzer P, Sutter B, Tritthart H, Schrottner O. Laser denaturation of the nucleus pulposus of herniated intervertebral disc. In: Kambin P. (ed) *Arthroscopic microdiscectomy: minimal intervention in spinal surgery*. Baltimore, Williams & Wilkins; 1991.

44. Jaikumar S, Kim DH, Kam AC. History of minimally invasive spine surgery. *Neurosurgery*. 2002; 51(5 Suppl): S1-14. doi: 10.1097/00006123-200211002-00003

45. Vasiliev AY, Treasurer VM. *Puncture laser vaporization of degenerated intervertebral discs*. Moscow; 2005. (In Russ).

46. Zorin NA, Kirpa Yul, Sabodash VA. Puncture laser vaporization of sequestered herniated discs. *Ukrainskiy neyrokhirurgicheskii zhurnal*. 2000; (1): 65-67. (In Russ).

47. Shutov MV, Khovryakov AV, Belyaev N. Morphological changes in the intervertebral disc during laser vaporization in the experiment. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2011; (5): 39. (In Russ).

48. Sak LD, Zubarekov EK, Shemetova MV. *Facet spine syndrome: clinical diagnostic structure and minimally invasive treatment methods*. Magnitogorsk; 2001. (In Russ).

49. Iwatsuki K, Yoshimine T, Awazu K. Alternative denervation using laser irradiation in lumbar facet syndrome. *Lasers Surg Med*. 2007; 39(3): 225-229. doi: 10.1002/lsm.20459

50. Bärlocher CB, Krauss JK, Seiler RW. Kryo-rhizotomy: an alternative technique for lumbar medial branch rhizotomy in lumbar facet syndrome. *J Neurosurg*. 2002; 98(1 Suppl): 14-20. DOI: 10.3171/spi.2003.98.1.0014

51. Staender M, Maerz U, Tonn JC, Steude U. Computerized tomography-guided kryorhizotomy in 76 patients with lumbar facet joint syndrome. *J Neurosurg Spine*. 2005; 3(6): 444-449. doi: 10.3171/spi.2005.3.6.0444

52. Birkenmaier C, Veihelmann A, Trouillier H, et al. Percutaneous cryodenervation of lumbar facet joints: a prospective clinical trial. *Int Orthop*. 2007; 31(4): 525-553. doi: 10.1007/s00264-006-0208-6

53. Wolter T, Deininger M, Hubbe U, Mohadjer M, Knoeller S. Cryoneurolysis for zygapophysial joint pain: a retrospective analysis of 117 interventions. *Acta Neurochir (Wien)*. 2011; 153(5): 1011-1019. doi: 10.1007/s00701-011-0966-9

54. Wolter T, Bozhkov Y, Knoeller SM. An in vitro analysis of the size and shape of cryolesions for facet joint denervation. *Clin Neurol Neurosurg*. 2007. 153: 87-92. doi: 10.1016/j.clineuro.2017.01.001

55. Yoshimi T, Kikuchi T, Obara T, Yamaguchi T, Sakakibara Y, Itoh H, Iwata H, Miura T. Effects of hydromolecular-weight sodium hyaluronate on experimental osteoarthritis induced by the resection on rabbit anterior cruciate ligament. *Clin Orthop*. 1994; 298: 296-304.

Сведения об авторах

Потапов Виталий Энгельсович – кандидат медицинских наук, заведующий нейрохирургическим отделением, ведущий научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: pva454@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9167-637X>

Кошкарёва Зинаида Васильевна – кандидат медицинских наук, заведующая научно-клиническим отделом нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», <http://orcid.org/0000-0002-4387-5048>

Сороковиков Владимир Алексеевич – доктор медицинских наук, профессор, директор, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, <http://orcid.org/0000-0002-9008-6383>

Животенко Александр Петрович – младший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: sivotenko1976@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4032-8575>

Горбунов Анатолий Владимирович – врач-нейрохирург нейрохирургического отделения, младший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: a.v.gorbunov58@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1352-0502>

Information about the authors

Vitaliy E. Potapov – Cand. Sc. (Med.), Head of Neurosurgical Unit, Leading Research Officer at the Research Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: pva454@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9167-637X>

Zinaida V. Koshkareva – Cand. Sc. (Med.), Head of the Research Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, <http://orcid.org/0000-0002-4387-5048>

Vladimir A. Sorokovikov – Dr. Sc. (Med.), Professor, Director, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology; Head of the Department of Traumatology, Orthopedy and Neurosurgery, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, <http://orcid.org/0000-0002-9008-6383>

Aleksandr P. Zhivotenko – Research Officer at the Research Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: sivotenko1976@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4032-8575>

Anatoly V. Gorbunov – Neurosurgeon of Neurosurgical Unit, Research Officer at the Research Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: a.v.gorbunov58@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1352-0502>

Статья получена: 11.03.2019. Статья принята: 20.03.2020. Статья опубликована: 26.04.2020.

Received: 11.03.2019. Accepted: 20.03.2020. Published: 26.04.2020.