

Морфометрические показатели при стенозирующих процессах позвоночного канала дегенеративного генеза на шейном уровне. Современное состояние вопроса (обзор литературы)

Б. Б. Дамдинов¹, В. А. Сороковиков^{1,2}, П. В. Селиверстов¹, В. А. Малаханов¹,
З. В. Кошкарёва¹, О. В. Складенко¹, А. П. Животенко¹

¹ ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»

² ИГМАПО, филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России

Morphometric Indices at Degenerative Stenosis of Cervical Level of Spinal Canal. Current State of the Art (Literature Review)

B. B. Damdinov¹, V. A. Sorokovikov^{1,2}, P. V. Seliverstov¹, V. A. Malakhanov¹,
Z. V. Koshkareva¹, O. V. Sklyarenko¹, A. P. Zhivotenko¹

¹ Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology

² Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Branch Campus of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation

Реферат

Стенозирующие процессы позвоночного канала на шейном уровне дегенеративного генеза составляют от 4,9 до 9 % среди взрослого населения, являются следствием прогрессирования остеохондроза шейного отдела позвоночника. Остеохондроз шейного отдела позвоночника, в свою очередь, занимает лидирующую позицию в структуре заболеваемости среди взрослого населения и характеризуется высокой частотой утраты трудоспособности и инвалидизации. За последние десятилетия существенно возросли возможности диагностики данной патологии. Современные методы нейровизуализации позволяют определить степень компрессии сосудистых и невралгических структур позвоночного канала, а также оценить эпидуральные и ликворные пространства спинного мозга. Дальнейшее изучение степени стеноза позвоночного канала с оценкой состояния резервных пространств, изучение отдаленных результатов лечения и выявление корреляции неврологических нарушений со стенозирующими

* Дамдинов Баир Батыевич, аспирант, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии».

Адрес: 664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, д. 1.

Тел.: +7 (983) 464-62-45. Электронная почта: berick-nuclear@mail.ru

Damdinov Bair Batyevich, Graduate Researcher, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology.

Address: 1, ul. Bortsov Revolyutsii, Irkutsk, 664003, Russia.

Phone number: +7 (983) 464-62-45. E-mail: berick-nuclear@mail.ru

процессами позволит прогнозировать течение дегенеративных процессов и подобрать оптимальные алгоритмы для выбора тактики консервативного или хирургического методов лечения.

Ключевые слова: шейный отдел позвоночника, магнитно-резонансная томография, мультисрезовая компьютерная томография, стеноз позвоночного канала.

Abstract

Degenerative stenosis of cervical level of spinal canal occurs in 4,9 – 9 % among the adult population and are caused by the progressing cervical osteochondrosis. Cervical osteochondrosis dominates in the structure of morbidity of the adult population and is defined by the high frequency of disablement and incapacitation. Over the past few decades the capacities of the diagnostics of spinal canal stenosis significantly increased. Modern methods of neuroimaging help to differentiate the changes in spinal canal structures and to determine the degree of compression of vascular and neural spinal canal structures, to assess epidural and liquor space of spinal cord.

Further studying of the degree of spinal canal stenosis with assessment of the reserve spaces state, studying remote results of the treatment and determination of the correlation of neurological disorders with stenosis allows us to predict the course of degenerative processes and to choose optimal algorithms for conservative and surgical treatment tactics.

Key words: Cervical Spine, Magnetic Resonance Imaging, Multi-slice Computed Tomography, Spinal Canal Stenosis.

Актуальность

Стенозирующий процесс позвоночного канала — хронический процесс, характеризующийся сужением его просвета, латерального кармана или межпозвонокового отверстия костными, хрящевыми и мягкоткаными структурами и приводящими к компрессии нервных структур на любом уровне. Частота встречаемости указанной патологии составляет 4,9 % у взрослого населения, 6,8 % у населения в возрасте 50 лет и старше и 9 % от населения старше 70 лет.

Наиболее частой причиной развития стенозирующего процесса является остеохондроз позвоночника. С увеличением возраста больных частота встречаемости этой патологии возрастает от 50 до 75 % в популяции и занимает одно из лидирующих позиций среди случаев временной утраты трудоспособности (до 70 % по результатам МСЭ) [4, 11, 13, 14].

По этиологии приобретенные стенозирующие процессы подразделяются на

дегенеративный стеноз (центральный, латеральный, сочетанный), ятрогенный (послеоперационный рубцово-спаечный эпидурит, компрессия содержимого позвоночного канала имплантами), посттравматический, симптоматический (спондилоартрит, болезнь Педжета, флюороз, акромегалия, гнойные воспалительные процессы, гематомы) и комбинированный (дегенеративные изменения на фоне преморбидно узкого позвоночного канала). Дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника в шейном отделе связаны с его анатомическими и функциональными особенностями [11].

При анализе данных литературы выявляются различные мнения и различия авторов как по вопросам патогенеза остеохондроза (и соответственно вопросам терминологии), так и по вопросам диагностики этого заболевания, с учетом морфометрических исследо-

ваний стенозирующих процессов позвоночного канала [11, 19]. Наиболее сложным вопросом в проблеме стенозирующих процессов позвоночного канала является индивидуальный подход клиницистами к определению этиопатогенетически обоснованного способа консервативного или хирургического методов лечения [11, 20].

Цель: провести анализ литературы по вопросам диагностики стенозирующего процесса позвоночного канала на шейном уровне с учетом значимости морфометрических показателей в его развитии.

При изучении клинических проявлений стенозирующих процессов позвоночного канала шейного отдела позвоночника главное внимание уделяется радикулярному синдрому, обусловленному компрессией спинно-мозгового корешка в латеральном канале унковертебральными остеофитами или гипертрофированными дугоотростчатými суставами.

В зарубежной литературе спектр дегенеративных нарушений позвоночника, приводящих к прогрессирующей компрессии шейного отдела спинного мозга, обозначается как дегенеративная шейная миелопатия (DCM Degenerative Cervical Myelopathy) [15, 16, 18, 20]. Термином «стеноз позвоночного канала» обозначается любой тип сужения позвоночного канала, «корешкового туннеля» или межпозвоночного отверстия.

Значимость уменьшения сагиттального размера позвоночного канала у больных с дискогенной цервикальной миелопатией была исследована в XX в.

Если сагиттальный размер позвоночного канала составляет более 13 мм, то спондилезные изменения могут не привести к компрессии сосудисто-не-

вральных структур, а при размере 10 мм или менее с большей вероятностью будут вызывать признаки сдавления спинного мозга.

До середины XX в. развитие миелопатии на шейном уровне связывали с компрессией спинного мозга спондилофитами, грыжей диска, костно-хрящевым узлом. Г. В. Пономарев, А. А. Скоромец с соавт. в своей работе указывают, что в патогенезе спинальных нарушений при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника существенную роль играет не только неврологический дефицит, связанный с непосредственным сдавлением невральных структур, но и нарушение кровообращения спинного мозга, возникающее вследствие стенозирующего процесса позвоночного канала [8].

Большинство авторов отмечают медленное прогрессирование течения шейных миелопатий, иногда с незначительными ремиссиями. В единичных наблюдениях неврологическая симптоматика развивается остро с последующим прогрессирующим течением [8].

Синдромальный подход позволяет говорить о локализации патологического процесса. В отечественной литературе дана описательная характеристика неврологических синдромов при стенозах позвоночного канала с объяснением патогенеза этих синдромов в соответствии с уровнем поражения. Клинические синдромы объединены Я. Ю. Попелянским [9] в две основные группы: компрессионные и рефлекторные.

К первой группе (компрессионные синдромы) относятся проявления, связанные со сдавлением невральных и сосудистых структур в позвоночном канале: корешковые синдромы (радикулопатии), спинальные синдромы

(миелопатии), краниалгические и церебральные синдромы, связанные с компрессией позвоночной артерии и периферических нервов.

Рефлекторные синдромы связаны с раздражением проприоцептивных и вегетативных волокон спинно-мозговых нервов. В таких случаях болевой синдром проявляется в виде симпаталгии и часто приводит к рефлекторной контрактуре мышц, которые, в свою очередь, компримируют близлежащие сосуды и нервные стволы. Мышечно-тонические изменения способствуют не только нарушению функционального состояния сегментарных аппаратов иннервации мышц, но и расстройству их надсегментарной регуляции [3, 9].

В клинической практике зачастую возникают трудности топической диагностики в случае сочетания рефлекторных и компрессионных синдромов, поэтому для определения уровня поражения позвоночника значимую роль играют лучевые методы исследования, которые позволяют оценить состояние позвоночного канала, что важно для определения индивидуальной тактики лечения.

Диагноз стеноза позвоночного канала на протяжении многих лет устанавливался с помощью проведения спондилометрии. Для измерения позвоночного канала на шейном уровне используются рентгенограммы шейного отдела позвоночника в боковой проекции. Измерение обычно проводится от задней поверхности тел шейных позвонков до основания остистых отростков. Основное значение придается переднезаднему диаметру позвоночного канала.

Многочисленные анатомические и рентгенологические исследования показали, что сагиттальный размер позво-

ночного канала шейного отдела варьирует от 12 до 22 мм [15, 17–20].

Морфометрические параметры, по данным рентгенографии, используются в диагностике стеноза позвоночного канала шейного отдела позвоночника. Размер позвоночного канала на боковых спондилограммах составляет: на уровне $C_I > 2,1$ см; $C_{II} > 2$ см; $C_{III} > 1,7$ см; $C_{IV} - C_{VII} = 1,4$ см [6]. В свою очередь, высота дисков на разных уровнях позвоночно-двигательных сегментов имеет различные значения и соотносится по следующей схеме: $C_{II} - C_{III} < C_{III} - C_{IV}$; $C_{IV} - C_V < C_V - C_{VI}$; $C_V - C_{VI} < C_{VI} - C_{VII}$; $C_{VI} - C_{VII} > C_{VII} - Th_I$. Относительный стеноз на сагиттальных снимках менее 1 см, а абсолютный – менее 0,7 см [6].

Переднезадний размер позвоночного канала шейного отдела позвоночника, по данным Е. Г. Педаченко, у мужчин в норме варьирует в пределах: на уровне $C_{III} - 13,7-23,5$; $C_{IV} - 14,3-23,5$; $C_V - 14,7-23,5$; $C_{VI} - 15-23,5$ [7]. У женщин эти же размеры находятся в диапазоне: $C_{III} - 13,3-20$; $C_{IV} - 13,7-20$; $C_V - 14,8-19,6$; $C_{VI} - 15,2-20,1$ [7].

Уменьшение расстояния от задней поверхности тела позвонка до ближайшей противолежащей точки на задней дужке у основания остистого отростка в любом отделе позвоночного столба до 12 мм расценивается как центральный стеноз позвоночного канала, при этом на стандартных спондилограммах, с учетом фактора увеличения, сагиттальный диаметр, по данным научной работы И. С. Абельской с соавт., равен или меньше 14 мм [1].

Некоторые авторы рекомендуют оценивать размер позвоночного канала по относительным показателям с учетом размеров тел позвонков. При рас-

чете индекса Чайковского используется размер тела позвонка, который также значительно варьируется.

Оценка резервного пространства спинного мозга определяется путем вычитания сагиттального размера спинного мозга из сагиттального размера позвоночного канала [21]. R. T. Tierney et al. указывают, что размеры резервных пространств колебались от 2,5 до 10,4 мм и были наибольшими на уровне CVII, а наименьшими — на уровне CV [21].

Индекс Чайковского, согласно исследованию Е. Г. Педаченко, В. А. Рогожина, у мужчин составляет: на уровне CIII — 0,69–1,27; CIV — 0,76–1,19; CV — 0,8–1,17; CVI — 0,8–1,23. У женщин данное соотношение составляет: на уровне CIII — 0,81–1,25; CIV — 0,85–1,18; CV — 0,89–1,15; CVI — 0,87–1,26 [7]. Также для оценки стеноза позвоночного канала применяется значение площади позвоночного канала и спинного мозга: площадь спинного мозга CIII — $200 \pm 25,4$; CIV — $193 \pm 21,6$; CV — $188 \pm 21,2$; CVI — $191,7 \pm 25,2$; CVII — $196,5 \pm 24,4$ мм². Площадь позвоночного канала на уровне CIII — $248,9 \pm 30$; CIV — $236,1 \pm 29$; CV — $238,8 \pm 30$; CVI — $248,5 \pm 30$; CVII — $254,8 \pm 32$ мм² [7].

Существуют способы для измерения позвоночного канала, учитывающих переднезадний, фронтальный, косой размеры позвоночного канала, дурального мешка, тел позвонков с определением коэффициента стенозирующего процесса по разработанной авторами математической формуле [10]. В указанной работе исследователи провели градацию степени стеноза в зависимости от полученного коэффициента, разделив на 5 категорий: отсутствие стенозирующего процесса; начальный; умеренный;

выраженный и декомпенсированный стенозирующий процесс.

Компьютерная томография (КТ) позволяет детально изучить состояние костных стенок позвоночного канала, определить его размеры. МСКТ позволяет установить сам факт наличия грыжи межпозвоночного диска, определить ее размеры, уточнить размер позвоночного канала, состояние латеральных карманов. При наличии противопоказаний к проведению МРТ, выполняется МСКТ с введением контрастного вещества в эпидуральное пространство (КТ-эпидурография) или интратекально (КТ-миелография). Преимуществом метода является возможность реконструкции КТ- и КТ-миелографических изображений в любой проекции.

Диагноз «стеноз позвоночного канала» с использованием МСКТ и МРТ может основываться на измерении переднезаднего диаметра позвоночного канала или площади поперечного сечения. Значения площади позвоночного канала более чем 100 мм² является нормой, от 76 мм² до 100 мм² — умеренным стенозом и менее 76 мм² — тяжелым стенозом.

Таким образом, МСКТ как неинвазивный метод исследования существенно дополняет диагностику стенозирующих процессов позвоночного канала, а также дает представление о нарушении пространственных соотношений позвоночно-двигательных сегментов благодаря мультипланарной реконструкции и получения качественных трехмерных изображений.

МРТ — это высокоинформативный метод медицинской визуализации, который широко используется для диагностики патологии опорно-двигательного аппарата, позволяющий получить

анатомические изображения с высокой контрастностью мягких тканей.

МРТ является «золотым стандартом» в диагностике дегенеративных изменений позвоночника, позволяет оценить изменения костной ткани позвонков (modic change), степень дегенерации межпозвонковых дисков, изменения связок (задней продольной и желтой связок), структурные деформации, характеристику окружающих структур мягких тканей, морфологии и поражения спинного мозга [18]. Появление вертикальных МР-сканеров позволяет проводить функциональные исследования.

Основными преимуществами МРТ при визуализации опорно-двигательного аппарата являются высокая контрастность мягких тканей, возможность получения мультипланарных изображений.

Изображение мышц, фасций, сухожилий, связок, компактного вещества кости и костного мозга зависит от импульсной последовательности (ИП), а также от возраста пациента [13]. Кроме часто используемых стандартных ИП «спин-эхо» или «быстрое спин-эхо» для оценки костно-мышечной патологии иногда применяются и другие импульсные последовательности, например, «инверсия — восстановление»: с короткой инверсионной задержкой (STIR) — для подавления сигнала от жировой ткани и с длительной инверсионной задержкой (FLAIR) — для подавления сигнала от свободной жидкости, «градиентное эхо» (GRE), диффузионно-перфузионная МРТ и частотно-селективное химическое насыщение (например, FS — частотно-селективное подавление сигнала от жировой ткани).

Детальное обследование шейного отдела позвоночника, как правило, вы-

полняется с помощью обычных T1- и T2- взвешенных изображений (T1-ВИ и T2-ВИ) [18].

Тело позвонка состоит преимущественно из губчатой костной ткани. МР-сигнал губчатого вещества кости зависит от наличия гемопоэтического (красного) костного мозга, который содержит 40 % жира, 40 % воды и 20 % белка, и гемопоэтически неактивного жирового (желтого) костного мозга, содержащего 80 % жира, 15 % воды и 5 % белка. Жировой костный мозг обычно вызывает сигнал, аналогичный подкожной жировой клетчатке, на T1- и FS T2-ВИ. Красный костный мозг, как правило, вызывает сигнал промежуточной интенсивности на T1-ВИ, который несколько слабее сигнала от жира и промежуточный сигнал на FS T2-ВИ, часто интенсивный сигналу от мышц.

У пациентов старше 20 лет нормальный костный мозг не контрастируется, в отличие от костного мозга младенцев и детей младшего возраста. Небольшая разница в характеристиках МР-сигнала на T1-ВИ и FS T2-ВИ, позволяет увидеть переход красного костного мозга в желтый.

Вместе с тем, наряду с оценкой костных структур, С. W. A. Pfirrmann ранжировал степень дегенерации межпозвонкового диска на 5 степеней в режиме T2-ВИ в «быстрой спин-эхо» ИП, которая используется в настоящее время в модификации J. F. Griffith.

Метод МРТ имеет преимущества в диагностике стенозирующих процессов позвоночного канала, поскольку позволяет получать изображение спинного мозга по всей длине без интратекального введения контрастирующих веществ.

МРТ-изображение позвоночника лучше выявляет локальные дефекты спинного мозга, в том числе возникшие в результате компрессии мягкотканых структур.

В связи с возможностью дифференцировки мягкотканых структур МРТ-морфометрия широко используется в диагностике стенозирующих процессов позвоночного канала.

При МРТ-морфометрии, по данным А. В. Холина, переднезадний размер спинного мозга на уровне СIII–СVII варьируется в пределах 7–11 мм. Поперечный размер спинного мозга на уровне СIII–СVII составляет 10–14 мм [12]. По данным R. T. Tierney et al., при обследовании здоровых индивидуумов сагиттальный размер спинного мозга по МРТ колебался от 6,22 до 8,89 мм [21].

При оценке данных МРТ следует уделять внимание не только размеру грыжевого выпячивания, но и величине резервных пространств — позвоночного канала и их соотношениям. Уменьшение резервных пространств, в сагиттальной плоскости до 4 мм и менее, во фронтальной плоскости до 5–6 мм и менее — можно расценивать как патологическое состояние позвоночного канала, способное вызвать неврологические расстройства.

В работе А. В. Баскова и соавт. предложено сочетать МРТ- и МСКТ-исследования для выявления признаков врожденного и приобретенного стеноза позвоночного канала [2], поскольку МРТ позволяет лучше визуализировать мягкотканые образования, а при МСКТ наиболее четко дифференцируются костные структуры.

Вывод

За последние десятилетия существенно возросли возможности диагностики сте-

нозирующих процессов позвоночного канала. Современные методы нейровизуализации позволяют дифференцировать изменения структур позвоночного канала и определить степень компрессии сосудистых и невралгических структур позвоночного канала, оценивать эпидуральные и ликворные пространства спинного мозга.

Комплексное обследование пациентов — рентгенографический, МСКТ- и МРТ-методы — позволяет выявить локализацию стеноза позвоночного канала и при наличии неврологического дефицита подобрать оптимальную тактику хирургической коррекции.

Дальнейшее изучение степени стеноза позвоночного канала с оценкой состояния резервных пространств, изучение отдаленных результатов лечения и выявление корреляции неврологических нарушений со стенозирующими процессами позволит прогнозировать течение дегенеративных процессов и подобрать оптимальные алгоритмы для выбора тактики консервативного или хирургического методов лечения.

Список литературы

1. *Абельская И. С., Михайлов О. А., Смышек В. Б.* Шейный остеохондроз: диагностика и медицинская реабилитация. Минск: БелМАПО, 2007. 347 с.
2. *Басков А. В., Оглезнев К. Я., Сидоров Е. В., Евсюков А. А.* Прогнозирование результатов хирургического лечения приобретенного стеноза позвоночного канала на уровне поясничного отдела // *Вопр. нейрохирургии.* 2003. № 2. С. 20–26.
3. *Епифанов В. А., Епифанов А. В., Баринков А. Н.* Восстановительное лечение при заболеваниях и повреждениях позво-

- ночника. 3-е изд., испр. и доп. М.: МЕДпресс-информ, 2016. 376 с.
4. *Исайкин А. И., Сулова Е. Ю.* Диагностика и лечение боли в шейном отделе // Мед. совет. 2015. № 5. С. 100–105.
 5. *Молчановский В. В., Тринитатский Ю. В., Ходарев С. В.* Вертеброневрология I. Клиническая анатомия, физиология и биомеханика позвоночного столба. Ростов-на-Дону. 2013. 391 с.
 6. *Николаев А. Е.* Протокол описания шейного отдела позвоночника // Radiol. study. 2017 (январь). № 1. С. 43–45.
 7. *Педаченко Е. Г., Рогожин В. А.* Особенности современной лучевой диагностики стеноза позвоночного канала // Укр. нейрохирургический журнал. 2002. № 3. С. 62–65.
 8. *Пономарев Г. В., Скоромец А. А., Краснов В. С., Родионова О. В., Глистенкова Д. Д., Порхун Н. Ф., Дамбинова С. А.* Сосудистая миелопатия: причины и механизмы, возможности диагностики и лечения // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2018. Т. 10. № 1. С. 12–16.
 9. *Попелянский Я. Ю.* Ортопедическая неврология (вертеброневрология): Руководство для врачей. 6-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2017. 672 с.
 10. *Сороковиков В. А., Брюханов В. Г., Кошкарева З. В., Горбунов А. В.* Оценка степени стенозирующего процесса (стеноза) позвоночного канала на поясничном уровне // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2013. № 2 (90). Ч. 2. С. 78–82.
 11. *Сороковиков В. А., Кошкарева З. В., Склярченко О. В.* Остеохондроз: некоторые аспекты состояния вопроса // Сиб. мед. журнал (Иркутск). 2016. Т. 141. № 2. С. 22–28.
 12. *Холин А. В.* Магнитно-резонансная томография при заболеваниях и травмах центральной нервной системы. М.: МЕДпресс-информ, 2017. 256 с.
 13. *Холленберг Г. М., Вейнберг Э. П., Мейерс С. П.* МРТ костно-мышечной системы. Дифференциальная диагностика: Пер. с англ. М.: МЕДпресс-информ, 2018. 664 с.
 14. *Чечет Е. А., Парфенов В. А.* Ведение пациентов с болью в шее // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2016. Т. 8. № 1. С. 4–8.
 15. *Badhiwala J. H., Wilson J. R.* The Natural history of degenerative cervical myelopathy // Neurosurg. Clin. of N. Am. 2018. V. 29. № 1. P. 21–32.
 16. *Martin A. R., Tadokoro N., Tetreault L., Arocho-Quinones E. V., Budde M. D., Kurpad S. N., Fehlings M. G.* Imaging evaluation of degenerative cervical myelopathy // Neurosurg. Clin. of N. Am. 2018. V. 29. No. 1. P. 33–45.
 17. *Nicholson K. J., Millhouse P. W., Pflug E., Woods B., Schroeder G. D., Anderson D. G., Radcliff K. E.* Cervical sagittal range of motion as a predictor of symptom severity in cervical spondylitic myelopathy // Spine. 2018. V. 43. № 13. P. 883–889.
 18. *Nouri A., Martin A. R., Mikulis D., Fehlings M. G.* Magnetic resonance imaging assessment of degenerative cervical myelopathy: a review of structural changes and measurement techniques // Neurosurg. Focus. 2016. V. 40. № 6. E5. P. 1–17.
 19. *Oyinkan M. B., Capone P. M.* Myelopathy. Neuroimaging. P. II // Handb. of Clin. Neurol. Elsevier. 2016. V. 136. P. 1015–1026.
 20. *Tetreault L., Goldstein C. L., Arnold P., Harrop J., Hilibrand A., Nouri A., Fehlings M. G.* Degenerative cervical myelopathy // Neurosurg. 2015. V. 77. P. 51–67.
 21. *Tierney R. T., Mattacola C. G., Sitler M. R., Maldjian C.* Head position and football equipment influence cervical spinal-cord

space during immobilization // J. Athl. Train. 2002. Vol. 37. № 2. P. 185–189.

References

1. *Abel'skaya I. S., Mihajlov O. A., Smyshek V. B.* Shejniy osteohondroz: diagnostika i medicinskaya reabilitaciya. Minsk: BELMAPO, 2007. 347 p. (in Russian).
2. *Baskov A. B., Ogleznev K. Ya., Sidorov E. V., Evsyukov A. A.* Prognozirovaniye rezul'tatov hirurgicheskogo lecheniya priobretennogo stenoza pozvonochnogo kanala na urovne poyasnichnogo otdela. Vopr. nejrohirurgii. 2003. No. 2. P. 20–26 (in Russian).
3. *Epifanov V. A., Epifanov A. V., Barinov A. N.* Rehabilitation treatment for diseases and injuries of the spine. 3rd ed. Moscow: MEDpress-inform, 2016. 376 p. (in Russian).
4. *Isajkin A. I., Suslova E. Yu.* Diagnosis and treatment of pain in the cervical spine. Meditsinskiy sovet. 2015. No 5. P. 100–105 (in Russian).
5. *Molchanovskiy V. V., Trinitatskiy Yu. V., Hodarev S. V.* *Vertebronevrologiya I.* Klinicheskaya anatomiya, fiziologiya i biomekhanika pozvonochnogo stolba. Rostov-na-Donu: SKNC VSh YuFU, 2013. 391 p. (in Russian).
6. *Nikolaev A. E.* Protocol describing of the cervical spine. Radiology study. 2017 (jan). No. 1. P. 43–45 (in Russian).
7. *Pedachenko E. G., Rogozhin V. A.* Osobennosti sovremennoy luchevoj diagnostiki stenoza pozvonochnogo kanala / Ukrainskiy neyrohirurgicheskiy zhurnal. 2002. №3. P. 62–65 (in Russian).
8. *Ponomarev G. V., Skoromec A. A., Krasnov V. S., Rodionova O. V., Glistenkova D. D., Porhun N. F., Dambinova S. A.* Vascular myelopathy: causes and mechanisms, possibilities of diagnosis and treatment. Nevrologiya, nejropsihiatriya, psihosomatika. 2018. T. 10. No. 1. P. 12–16 (in Russian).
9. *Popelyanskiy Ya. Yu.* Orthopedic neurology (vertebral neurology): Textbook. Moscow: MEDpress-inform, 2017. 672 p. (in Russian).
10. *Sorokovikov V. A., Bryuhanov V. G., Koshkareva Z. V., Gorbunov A. V.* Assessment of the degree of stenosing process (stenosis) of the spinal canal at the lumbar spine. Byulleten' VSNC SO RAMN. 2013. No. 2 (90). Part 2. P. 78–82 (in Russian).
11. *Sorokovikov V. A., Koshkareva Z. V., Sklyarenko O. V.* Osteochondrosis: some aspects of the problem. Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk). 2016. T. 141. No. 2. P. 22–28 (in Russian).
12. *Holin A. V.* Magnitno-rezonansnaya tomografiya pri zabolevaniyah i travmah central'noy nervnoy sistemy. Moscow: MEDpress-inform, 2017. 256 p. (in Russian).
13. *Hollenberg G. M., Vejnberg Eh. P., Mejers S. P.* MRI of the musculoskeletal system. Differential diagnostics. Moscow: MEDpress-inform, 2018. 664 p. (in Russian).
14. *Chechet E. A., Parfenov V. A.* Management of patients with pain in the neck. Nevrologiya, nejropsihiatriya, psihosomatika. 2016. T. 8. No. 1. P. 4–8 (in Russian).
15. *Badhiwala J. H., Wilson J. R.* The Natural history of degenerative cervical myelopathy. Neurosurgery Clinics of North America. 2018. V. 29. No. 1. P. 21–32.
16. *Martin A. R., Tadokoro N., Tetreault L., Arocho-Quinones E. V., Budde M. D., Kurpad S. N., Fehlings M. G.* Imaging evaluation of degenerative cervical myelopathy. Neurosurgery Clinics of North America. 2018. V. 29. No. 1. P. 33–45.
17. *Nicholson K. J., Millhouse P. W., Pflug E., Woods B., Schroeder G. D., Anderson D. G., Radcliff K. E.* Cervical sagittal range of

- motion as a predictor of symptom severity in cervical spondylitic myelopathy. *Spine*. 2018. V. 43. No. 13. P. 883–889.
18. *Nouri A., Martin A. R., Mikulis D., Fehlings M. G.* Magnetic resonance imaging assessment of degenerative cervical myelopathy: a review of structural changes and measurement techniques. *Neurosurgical Focus*. 2016. V. 40. No.6. E5. P. 1-17.
 19. *Oyinkan M.B., Capone P. M.* Myelopathy. *Neuroimaging. Part II. Handb. of Clin. Neurol.* Elsevier. 2016. V. 136. P. 1015–1026.
 20. *Tetreault L., Goldstein C. L., Arnold P., Harrop J., Hilibrand A., Nouri A., Fehlings M. G.* Degenerative cervical myelopathy. *Neurosurgery*. 2015. V. 77. P. 51–67.
 21. *Tierney R. T., Mattacola C. G., Sitler M. R., Maldjian C.* Head position and football equipment influence cervical spinal-cord space during immobilization // *J. Athl. Train*. 2002. Vol. 37. № 2. P. 185-189.

Сведения об авторах

Дамдинов Баир Батыевич, аспирант, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии».
Адрес: 664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, д. 1.
Тел.: +7 (983) 464-62-45. Электронная почта: berick-nuclear@mail.ru

Damdinov Bair Batyevich, Graduate Researcher, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology.
Address: 1, ul. Bortsov Revolyutsii, Irkutsk, 664003, Russia.
Phone number: +7 (983) 464-62-45. E-mail: berick-nuclear@mail.ru

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.
Адрес: 664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, д. 1.
Тел.: +7(3952) 290-345. Электронная почта: iscst@mail.ru

Sorokovikov Vladimir Alekseevich, M. D. Med., Professor, Director of Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, Head of Department of Traumatology, Orthopedy and Neurosurgery, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education.
Address: 1, ul. Bortsov Revolyutsii, Irkutsk, 664003, Russia.
Phone number: +7(3952) 290-345. E-mail: iscst@mail.ru

Селиверстов Павел Владимирович, доктор медицинских наук, заведующий лабораторией лучевой диагностики, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии».
Адрес: 664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, д. 1.
Тел.: +7 (3952) 29-03-46.

Seliverstov Pavel Vladimirovich, M. D. Med., Chief of Laboratory of Radiological Diagnostics, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology.
Address: 1, ul. Bortsov Revolyutsii, Irkutsk, 664003, Russia.
Phone number: +7 (3952) 29-03-46.

Малаханов Владлен Александрович, научный сотрудник лаборатории лучевой диагностики, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии».
Адрес: 664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, д. 1.
Тел.: +7 (3952) 29-03-46. Электронная почта: malakhanow@mail.ru

Malakhanov Vladlen Aleksandrovich, Research Officer of Laboratory of Radiological Diagnostics, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology.
Address: 1, ul. Bortsov Revolyutsii, Irkutsk, 664003, Russia.
Phone number: +7 (3952) 29-03-46. E-mail: malakhanow@mail.ru

Кошкарёва Зинаида Васильевна, кандидат медицинских наук, руководитель научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии».
Адрес: 664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, д. 1.
Тел.: +7 (3952) 29-03-46.

Koshkareva Zinaida Vasilyevna, Ph. D. Med., Chief of Research and Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology.
Address: 1, ul. Bortsov Revolyutsii, Irkutsk, 664003, Russia.
Phone number: +7 (3952) 29-03-46.

Скляренко Оксана Васильевна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии».
Адрес: 664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, д. 1.
Тел.: +7 (3952) 29-03-46. Электронная почта: oxanasklyarenko@mail.ru

Sklyarenko Oksana Vasilyevna, Ph. D. Med., Senior Research Officer at the Research and Clinical of Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology.
Address: 1, ul. Bortsov Revolyutsii, Irkutsk, 664003, Russia.
Phone number: +7 (3952) 29-03-46. E-mail: oxanasklyarenko@mail.ru

Животенко Александр Петрович, младший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии».
Адрес: 664003, . Иркутск, ул. Борцов Революции, д. 1.
Тел.: +7 (3952) 29-03-46. Электронная почта: sivotenko1976@mail.ru

Zhivotenko Aleksandr Petrovich, Junior Research Officer of Research and Clinical of Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology.
Address: 1, ul. Bortsov Revolyutsii, Irkutsk, 664003, Russia.
Phone number: +7 (3952) 29-03-46. E-mail: sivotenko1976@mail.ru

Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.