

ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕДНИХ ДЕКОМПРЕССИВНО-СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С КОМБИНИРОВАННЫМ ЛАТЕРАЛЬНЫМ СТЕНОЗОМ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Е.Б. Колотов¹, Р.Р. Аминов¹, В.В. Кельмаков¹, Е.В. Колотова¹, А.Г. Епифанцев²

¹ ГБУЗ Кемеровская областная клиническая больница,

² ГКБ № 1, Новокузнецк

Цель исследования: сравнить результаты хирургического лечения больных с сочетанием врожденного и приобретенного латерального стенозов после задних декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств с вентральными декомпрессивно-стабилизирующими операциями.

Материалы и методы. Оперировано 82 пациента с комбинированным латеральным стенозом, которые разделены на две группы. Пациентам обеих групп выполняли декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства из заднего и переднего доступов соответственно. Результаты оценивали с использованием индекса Освестри и ВАШ.

Результаты: полученные результаты были сопоставимы в обеих группах. Отличные и хорошие результаты хирургического лечения преобладали во второй группе, где был использован переднебоковой забрюшинный доступ. Индекс Освестри в отдаленном периоде составил $46 \pm 4,5$; $42 \pm 5,8$ соответственно.

Заключение: применение переднебокового забрюшинного доступа является адекватным методом хирургической коррекции латерального стеноза.

Ключевые слова: латеральный стеноз, спондилоартроз, грыжа межпозвоночного диска

Objective: to compare the therapeutic possibility of the posterior decompressive surgeries (microdiscectomy + stabilization) with disc hernial removal using the anterior retroperitoneal approach in patients with combination of inherent and obtaining lateral stenosis.

Patients and methods. 82 patients with combined lateral stenosis were divided in two groups. At both groups we removed the herniated disc with stabilization using anterior and posterior approaches respectively.

Results. Observed results were comparable at both groups. More excellent and good results were at the second group where the anterior approach was used. Index Oswestry at the remote period in these two groups made up $46 \pm 4,5$; $42 \pm 5,8$ respectively.

Conclusion. The decompressive-stabilizing surgery with anterior interbody fusion is a pathogenetic and technically adequate treatment for combined lateral stenosis.

Key words: lateral stenosis, facet-syndrome, herniated disc

Первые работы, показывающие клиническое значение стеноза позвоночного канала, появились еще в XIX веке [цит. по М.В. Михайловскому]. В дальнейшем Н. Verbiest в 1949 г. описал характерные клинические симптомы стеноза, проведя анализ взаимосвязи неврологических нарушений с анатомическими изменениями [1]. Появление в практике нейрохирургов компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) позволило создать современную классификацию стенозов. С учетом этиологических факторов были выделены 3 группы стенозов: врожденный (идиопатический, ахондропластический, остеопетроз), приобретенный (дегенеративный) и комбинированный (любое сочетание врожденного и приобретенного стенозов) [3]. По мнению L. Dai и соавт., наиболее распространенной формой является комбинированный стеноз с сочетанием врожденных и приобретенных изменений [8]. Врожденный стеноз протекает бессимптомно, и только присоединение дегенеративно-дистрофических изменений приводит к возникновению неврологических нарушений. Распространенность поясничного стеноза варьирует в зависимости от возрастных групп от 1,7 до 8% [4, 13].

Одной из сложных клинических ситуаций остается проблема хирургического лечения форамин-

нальных грыж межпозвоночных дисков в сочетании с костно-хрящевыми разрастаниями суставных отростков на фоне врожденного стеноза позвоночного канала [5, 12]. Несмотря на огромный арсенал имеющихся на сегодняшний день технологий декомпрессии невральных структур позвоночного канала, не уточнены вид и объем оперативных вмешательств при поясничном стенозе. По мнению одних авторов, следует ограничиваться малоинвазивными вмешательствами с максимальным сохранением опорного комплекса [2, 7], другие предлагают выполнять широкую декомпрессию позвоночного канала с обязательной стабилизацией позвоночно-двигательного сегмента [9, 10].

Цель исследования: сравнить результаты хирургического лечения больных с сочетанием врожденного и приобретенного латерального стенозов после задних декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств с вентральными декомпрессивно-стабилизирующими операциями.

Материалы и методы

В нейрохирургическом отделении Кемеровской областной клинической больницы, Новокузнецкой нейрохирургической клинике и нейрохирургичес-

ком отделении №2 Новосибирского НИИТО за период с января 2008 г. по декабрь 2010 г. оперировано 82 пациента с корешковым болевым синдромом в сочетании с врожденным стенозом поясничного отдела позвоночника, фораминальными грыжами дисков. Сравнивали терапевтическую эффективность дорсальных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств с вентральными декомпрессивно-стабилизирующими операциями.

Критерием включения больных в исследование считали наличие комбинированного стеноза, обусловленного как врожденными (стеноз позвоночного канала до 10–12 мм и менее), так и приобретенными стенозирующими факторами: дискогенными, спондилоартрозными разрастаниями, утолщенной желтой связкой.

Критериями исключения считали операции, проведенные ранее по поводу грыж межпозвоночных дисков, многоуровневые поражения, наличие других врожденных аномалий строения позвоночника.

Диагноз основывался на клинико-неврологическом и инструментальном определении патоморфологических субстратов, стенозирующих позвоночный канал, имеющих синдромов, уровня и локализации сдавления корешка, наличия врожденного стеноза позвоночного канала и сегментарной нестабильности. Оценку нарушения функциональной дееспособности у пациентов сравниваемых групп проводили при помощи шкалы Освестри. Интенсивность болевого синдрома в ноге и поясничном отделе позвоночника проводили с помощью визуальной аналоговой шкалы (ВАШ).

Первую группу составили 42 человека (31 женщина и 11 мужчин, средний возраст — 43 ± 5 лет). Всем им выполнена микродискэктомия в сочетании с фораминотомией и фиксацией позвоночно-двигательного сегмента транспедикулярной системой и межтеловым кейджем. На уровне L4-5 оперировано 9 пациентов, на уровне L5-S1 — 33 человека.

У 40 пациентов второй группы применили переднюю фораминотомию из переднебокового забрюшинного доступа к поясничному отделу позвоночника, выполненную по методике А.Г. Епифанцева (описание операции см. ниже). Мужчин было 22, женщин 18, средний возраст 46 ± 3 года. На уровне позвонков L4-5 оперировано 14 больных, на уровне L5-S1 — 26. Фораминальные грыжи межпозвоночных дисков (МПД) выявлены у 22 больных, парамедианные с фораминальным компонентом — у 28 пациентов.

Основным этапом операции явился переднебоковой забрюшинный доступ, позволяющий широко открыть передние поверхности тел позвонков L3-S1 (наиболее удобные для работы из этого доступа уровни). Доступ к телам позвонков L4-S1 лучше выполнять, применяя поперечные кожные разрезы, что косметически значительно выгоднее. Подвздошные сосуды на уровнях позвонков L3-L4 и L4-L5 аккурратно смещали брюшными ретракторами в противоположную сторону, а на уровне позвонков L5-S1 подход к телам позвонков проходил в их развилке. Затем корончатой фрезой в смежных отделах тел позвонков высверливали

паз диаметром 20–22 мм. После этого широко открывалось переднее эпидуральное пространство вместе с уже свободно лежащим грыжевым секвестром, который во всех случаях легко отделялся от прилежащей задней продольной связки и дурального мешка. В конце операции всегда выполняли фораминотомию: с помощью pistolных кусачек резецировали задненижний край вышележащего тела в латеральных отделах паза — при этом автоматически происходит расширение передней стенки верхнего этажа корешкового кармана, где непосредственно и проходит корешок спинномозгового нерва (рис. 1). Необходимо отметить, что выполнение фораминотомии этим способом по своей простоте значительно превосходит фораминотомию из заднего доступа. На завершающем этапе операции в сформированный ранее паз вкручивали винтовой имплантат из пористого никелид-титана (Ni-Ti), который должен был превосходить диаметр использованной для формирования паза корончатой фрезы на 2 мм. Преимуществами цилиндрических винтовых имплантатов из пористого Ni-Ti являются: удобство в установке, надежность спондилодеза благодаря большой площади соприкосновения участка кость—металл, а также широкий обзор эпидурального пространства после формирования паза в телах позвонков.

Противопоказаниями к выполнению вентральных декомпрессивно-стабилизирующих вмеша-

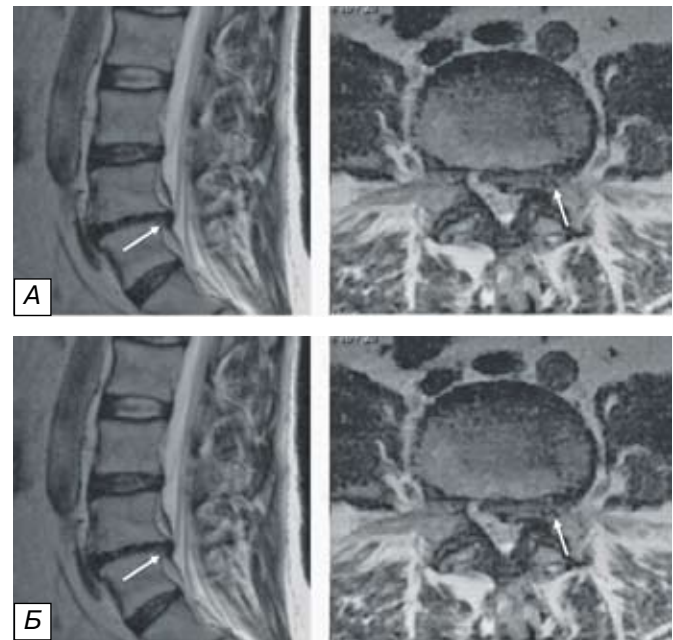


Рис. 1. МРТ больного Е. 41 года. А — до операции, выявлена парамедианная грыжа диска L4-5 на широком основании с фораминальным компонентом (белые стрелки); б — после операции, парамедианная грыжа диска удалена, хорошо прослеживается корешковый карман (желтая стрелка), видна тень от винтового имплантата из пористого Ni-Ti (красная стрелка).

Fig. 1. MRI of patient E., 41 years old. A — before operation, the paramedian broad-based L4-5 diskal hernia with foraminal component (white arrows) has been revealed; б — after operation, the paramedian diskal hernia is removed, the radicular recess (yellow arrow) is clearly seen, the shadow from screw implant made from porous Ni-Ti is shown by red arrow.

тельств считаем миграцию грыжевого секвестра более чем на $\frac{1}{3}$ высоты тела позвонка, преимущественное сужение межпозвонкового отверстия из-за костно-хрящевых разрастаний суставных отростков и(или) утолщенной желтой связки, остеопороз. К относительным противопоказаниям следует отнести случаи ранее перенесенных вмешательств на брюшной полости, т.к. отделение брюшины и смещение сосудистого пучка вызывает затруднения.

При задних декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах выполняли расширенную интерламинэктомию с резекцией суставных отростков для полноценной ревизии субдурального пространства и корешка спинномозгового нерва. Стабилизацию выполняли транспедикулярными фиксирующими системами «Pangea», «Horizont». Межтеловую фиксацию осуществляли кейджами трансфораминальным доступом через треугольник Камбина. У 13 больных использовали транскутанную транспедикулярную фиксацию с противоположной стороны. Для транскутанной транспедикулярной фиксации применяли системы «Viper», «Sextant», «Longitude», для межтелового спондилодеза имплантаты из Ni-Ti, «Interfix», «Capston», «Concorde».

Результаты и обсуждение

Проблему хирургического лечения латерального стеноза на поясничном уровне в настоящее время нельзя считать решенной. Прежде всего это связано с трудностью диагностики — нет прямой корреляции между выявленными компримирующими субстратами по данным нейровизуализации с клинической картиной. Отсюда возникает вопрос выбора метода хирургического лечения — от максимально щадящих до выполнения широкой декомпрессии, включая метод ламинопластики с удалением всех структур, которые могут быть причиной компрессии нервно-сосудистых образований позвоночного канала (резекция суставных отростков, дискэктомия, флавэктомия и т.д.). Естественно, что объем такого вмешательства значительно превышает объем стандартной микродискэктомии и требует обязательной стабилизации позвоночно-двигательного сегмента [11]. Поэтому все большее распространение получают задние декомпрессивно-стабилизирующие оперативные вмешательства, позволяющие уменьшить число послеоперационных осложнений. Но с увеличением объема вмешательства растет число как осложнений, так и последствий [6] самих операций: спондилиты, несостоятельность конструкции, миграция межтеловых кейджей, образование металлогранул, неврологический дефицит, обусловленный травматизацией корешков при выполнении трансфораминального доступа и установки кейджа (в условиях врожденного стеноза позвоночного канала рабочее пространство всегда меньше), а также формирование клинически значимого послеоперационного эпидурального фиброза и т.д. [6]. В этой связи мы обратили внимание на передние декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства. Переднебоковой пара-

ректальный забрюшинный доступ не приводит к повреждению мышечного корсета, что выгодно отличает его даже от современных мини-инвазивных методов задней декомпрессии. При высверливании паза, удалении грыжевого секвестра и выполнении фораминотомии риск повреждения содержимого позвоночного канала минимален (дуральный мешок остается защищен задней продольной связкой, а ход корешков спинномозговых нервов не совпадает с плоскостью работы инструментов). Еще одним преимуществом мы считаем отсутствие проблемы распознавания анатомических структур позвоночного столба и позвоночного канала, которые при выраженных дегенеративных изменениях могут значительно осложнять ход оперативного вмешательства при задних доступах и всегда требуют большого опыта хирурга.

В нашем исследовании корешковый болевой синдром по своей интенсивности ($7,81 \pm 1,3$ баллов по ВАШ) значительно преобладал над болью в спине ($3,7 \pm 1,7$ баллов).

Основным пусковым механизмом возникновения корешкового компрессионного синдрома являлись пролапс межпозвонкового диска в сторону межпозвонкового отверстия и сдавление спинномозгового нерва, что подтверждалось лучевыми методами обследования. Изолированные фораминальные грыжи межпозвонковых дисков выявлены лишь у 13 из 82 больных. Спондилоартроз по данным МРТ и МсКТ выявлен у 100% больных. Клинически значимое сужение межпозвонкового отверстия, вызванное костно-хрящевыми разрастаниями суставных отростков на фоне незначительной протрузии межпозвонкового диска, выявлено лишь у 4 пациентов. Они были оперированы задним доступом. Чаще встречалось сочетание нескольких причин компрессии нервных структур. Протрузия межпозвонкового диска в сочетании с нестабильностью позвоночно-двигательного сегмента выявлена у 12 человек, со спондилолистезом — у 6, с грубой гипертрофией желтой связки — у 4, сочетание костных разрастаний задних отделов тел позвонков, протрузии межпозвонкового диска и спондилоартроза — у 5 пациентов. Наиболее распространенной ситуацией было сочетание грыжи диска со спондилоартрозом, что диагностировано у 62 больных.

В ближайшем послеоперационном периоде симптомы сдавления корешка спинномозгового нерва (боль, гипестезия и т.п.) уменьшились у всех больных. Но мы считаем принципиальным положение о том, что боли корешкового характера не должно быть в послеоперационном периоде у всех больных. Разница в результатах хирургического лечения в ближайшем послеоперационном периоде в группах невелика. Во второй группе больных, оперированных из переднебокового забрюшинного доступа, не отмечено ухудшений (табл. 1). В первой же группе ухудшение в неврологическом статусе в ближайшем послеоперационном периоде в виде нарастания гипестезии в соответствующем дерматоме и слабости в стопе выявлено у двоих пациентов (задние декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства). В обоих

случаях выполненное контрольное обследование (МРТ и миелография) не показало наличия компримирующих субстратов в позвоночном канале. Причиной появления описанного неврологического дефицита мы считаем неизбежное при задних вмешательствах интраоперационное воздействие инструмента на корешки спинномозговых нервов. Больным провели консервативное лечение, что привело к постепенному улучшению. Индекс Освестри в ближайшем послеоперационном периоде составил $76 \pm 6,4$ и $78 \pm 5,8$ соответственно по группам. Боль в спине, наоборот, несколько преобладала в группе больных, оперированных из переднебокового доступа (ВАШ: $2,8 \pm 1,6$ баллов и $3,6 \pm 1,3$ соответственно).

Таблица 1 / Table 1

Распределение больных по исходам оперативного лечения (ближайший послеоперационный период) / Patients' distribution according to surgical treatment outcomes (immediate postoperative period)

Результат лечения	Виды операций		Количество больных
	задние декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства, абс. (%)	передние декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства, абс. (%)	
Отличный	18 (42,9)	21 (52,5)	39
Хороший	12 (28,)	13 (32,5)	25
Удовлетворительный	7 (16,7)	5 (12,5)	12
Без изменений	3 (7,1)	1 (2,5)	4
Ухудшение	2 (4,7)	-	2
Всего больных	42	40	82

В отдаленном послеоперационном периоде через 6 и более месяцев радикальных изменений в результатах лечения не произошло (табл. 2). Катамнез прослежен у 72 пациентов. В группе, где применили переднебоковой доступ, число пациентов с отличными и хорошими результатами даже несколько увеличилось (с 85,0 до 89,2%). На наш взгляд, это связано, прежде всего, с меньшей травматичностью хирургического вмешательства (при этом доступе нет повреждения мышечных слоев и капсульно-связочного аппарата), а также с уменьшением выраженности боли в спине (ВАШ в отдаленном периоде: $2,6 \pm 1,4$ баллов и $2,4 \pm 1,4$ соответственно). Последнее объясняется тем, что транспедикулярный спондилодез — это первично жесткая фиксация позвоночно-двигательного сегмента (ПДС), а после выполнения переднего спондилодеза в ПДС, по всей видимости, сохраняется микроподвижность, и требуется время от 3 до 6 мес для формирования костного блока. Это никогда не приводило к появлению клинической картины нестабильности и не оказывало влияния на качество жизни. Рецидива корешкового компрессионного синдрома в группах, где выполнена стабилизация, не было. Индекс Освестри в отдаленном периоде составил $46 \pm 4,5$; $42 \pm 5,8$ соответственно.

Распределение больных по исходам оперативного лечения (через 6–12 мес после операции) / Patients' distribution according to surgical treatment outcomes (in 6–12 months after operation)

Результат лечения	Виды операций		Количество больных
	задние декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства, абс. (%)	передние декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства, абс. (%)	
Отличный	13 (37,1)	20 (54,1)	33
Хороший	16 (45,7)	13 (35,1)	29
Удовлетворительный	4 (10,8)	3 (8,1)	7
Без изменений	2 (5,7)	1 (2,7)	3
Ухудшение	-	-	
Всего больных	35	37	72

Примечание:* Для выявления статистически значимого различия по признаку «результаты лечения» вычислен критерий χ^2 . Получены следующие результаты: $\chi^2=8,63$, число степеней свободы равно 8, $P=0,071$, то есть выявленные в группах различия не являются статистически значимыми, но достаточно близки к критическому значению уровня значимости. С большой вероятностью можно утверждать, что в дальнейшем исследовании при увеличении числа анализируемых случаев, значимые различия по признаку «результат лечения» будут выявлены.

Осложнения хирургических вмешательств

Одной из важных характеристик хирургического доступа являются кровопотеря и время его выполнения. Задние доступы давно зарекомендовали себя хорошо. Мы также учитывали этот фактор. Средний объем кровопотери среди 514 больных, оперированных по поводу грыж межпозвонковых дисков (вне зависимости от наличия стеноза позвоночного канала) из переднебокового забрюшинного доступа в клиниках г. Кемерово и г. Новокузнецка за период 2007–2010 гг., составил 250 ± 30 мл; среднее время операции — 110 ± 15 мин. Эти цифры вполне сопоставимы с показателями задних декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств.

Из осложнений переднебокового доступа следует отметить тромбоз общей подвздошной вены слева — 2 (0,4%) наблюдения, формирование металлогранулемы с последующим нагноением — 1 (0,2%) наблюдение, формирование стеноза мочеточника рубцовой тканью, потребовавшее установки стента, — 1 (0,2%) наблюдение, грыжа передней брюшной стенки — 2 (0,4%) наблюдения.

Применение хирургического мини-ассистента «Syn Frame» сводит риск повреждения или тромбоза общей подвздошной вены практически к нулю, т.к. хорошо предохраняет сосуды во время операции и не допускает избыточного давления на них. Кроме этого, для дополнительной защиты общей подвздошной вены от хирургического инструмента, вскрывая фиброзное кольцо, мы отворачивали получившуюся створку в сторону сосудов и нитью фиксировали к мини-ассистен-

ту. После выполнения всех манипуляций створку укладывали на место, создавая дополнительную защиту для сосудов в послеоперационном периоде. Применение антикоагулянтов согласно протоколу профилактики тромбоэмболии легочной артерии также способствует уменьшению риска тромбоза общей подвздошной вены.

Из 4 больных, ранее перенесших вмешательства на передней брюшной стенке (3 женщины после выполненных радикальных операций на половой системе и 1 мужчина после проникающего ножевого ранения брюшной полости), у троих было незначительное повреждение брюшины во время хирургического доступа. Во всех наблюдениях это осложнение обошлось без последствий. При планировании операции у этой категории больных следует предпочесть, на наш взгляд, задние декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства.

Из осложнений задних декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств следует отметить следующие: некорректная установка винтов без клинических проявлений — у 2 (4,7%) пациентов, поверхностное инфицирование послеоперационной раны — у одного (2,3%) больного. Риск и частоту поверхностного и глубокого нагноения послеоперационных ран нам удалось уменьшить после внедрения в практику обязательной схемы антибиотикопрофилактики в предоперационном периоде. Парестетическая мералгия наружного кожного нерва бедра возникла у 11 (26,1%) пациентов. Для лечения мы использовали сосудистую, ноотропную, седативную терапию с выполнением блокад этого нерва.

У 2 пациентов по данным МРТ выявлены признаки воспаления в мягких тканях в зоне оперативного вмешательства, что не подтвердилось клинико-лабораторными данными. Повреждение дурального мешка произошло у 3 (7,1%) пациентов. Для закрытия дефекта твердой мозговой оболочки мы использовали препарат «Тахокомб» либо жировой лоскут. В этом исследовании мы не наблюдали случаев ликвореи или образования ликворных кист.

Таким образом, применение переднебокового забрюшинного доступа является адекватным методом хирургической коррекции латерального стеноза, обусловленного наличием у больного костно-хрящевых разрастаний суставных отростков с фораминальной грыжей межпозвонкового диска на фоне врожденного стеноза позвоночного канала.

Выводы

1. Площадь межпозвонковых отверстий превышает сечение корешков в 2-3 раза, поэтому клиническое значение имеет не врожденный стеноз, а приобретенный (патологический) стеноз, особенно в сочетании с врожденным. Врожденный стеноз является лишь неблагоприятным фактором, облегчающим сдавление нервно-сосудистых образований приобретенным компримирующим фактором.

2. Проведенное исследование свидетельствует о возможности применения вентральных декомпрессивно-стабилизирующих операций (с передней фораминотомией) при фораминальных грыжах

дисков, сочетающихся с деформацией межпозвонкового отверстия спондилоартрозными и(или) спондилезными разрастаниями задних отделов тел позвонков, т.е. в случаях выявленного преимущественно переднего сдавления нервных структур позвоночного канала.

3. При комбинированных латеральных стенозах задние декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства показаны в случаях выпавших грыж межпозвонковых дисков, при необходимости резекции больших костно-хрящевых разрастаний суставных отростков, утолщенной желтой связки, либо формирования у больного циркулярного стеноза.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Колотов Егор Борисович — кандидат медицинских наук, заведующий отделением нейрохирургии; e-mail: klt75@mail.ru

Р.Р. Аминов — врач-нейрохирург;

В.В. Кельмаков — врач-нейрохирург;

Е.В. Колотова — врач-рентгенолог;

А.Г. Епифанцев — кандидат медицинских наук, заведующий отделением нейрохирургии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипоко Л.Э. Стеноз позвоночного канала / Л.Э. Антипоко. — Воронеж: ИПФ «Воронеж», 2001. — 272 с.
2. Брехов А.Н. Варианты резекции дугоотростчатых суставов при микрохирургической дискэтомии // Ортопедия, травматология и протезирование. 1998. № 3. С. 79-82.
3. Михайловский М.В. Этапы развития вертебральной хирургии: исторический экскурс / М.В. Михайловский // Хирургия позвоночника. — 2004. — № 1. — С. 10-24.
4. Радченко В.А., Скиданов А.Г., Карпинская Е.Д., Мощенко В.Л. Особенности строения позвоночного канала в поясничном отделе, обуславливающие развитие латерального дегенеративного артрогенного стеноза // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2008. — №1. — С. 5-9
5. Прохан А. И. Ортопедические аспекты хирургического лечения стеноза позвоночного канала // Ортопедия, травматология и протезирование — 2005. — № 1. — С. 93-97.
6. Bono C., Khandha A., Vadapalli S. et al. Residual sagittal motion after lumbar fusion: a finite element analysis with implications on radiographic flexion-extension criteria // Spine. 2007. Vol. 32. — P. 417-422.
7. Bresnahan L., Ogden A.T., Fessler R.G. A biomechanical evaluation of graded posterior element removal for treatment of lumbar stenosis: comparison of a minimally invasive approach with two standard laminectomy techniques. // Spine. 2009-Vol.34, №1 — P. 17-23.
8. Dai L. Lumbar spinal stenosis: a review of biomechanical studies / L. Dai, Y. Xu // Chin. Med. Sci. J. — 1998, Mar. — N 13 (1). — P. 56-60.
9. Johnsson K. E., Willner S., Johnsson K. Postoperative instability after decompression for lumbar spinal stenosis // Spine. 1986. Vol. 11. — P. 107-110.
10. Melloh M., Staub L., Barz T. et al. Decompression vs decompression plus fusion in lumbar spinal stenosis: a comparison of complications and rehabilitation // Eur. Spine J. 2006. Vol. 15. — P. S515-S516.
11. Mullin B.B., Rea G.L., Irsik R. et al. The effect of postlaminectomy spinal instability on the outcome of lumbar spinal stenosis patients // J. Spinal Disord. 1996. Vol. 9. P. 107-116.
12. Niggemeyer O., Strauss J.M., Schulitz K.P. Comparison of surgical procedures for degenerative lumbar spinal stenosis: a meta-analysis of the literature from 1975 to 1995 // Eur. Spine J. 1997. Vol. 6. — P. 423-429.
13. Weinstein P.R. The application of anatomy and pathophysiology in the management of lumbar spine disease // Clin. Neurosurg. — 1980. — Vol.27. — P.517-540.