



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-5-124-130

Клинико-рентгенографические корреляции (по данным компьютерной томографии) у пациентов с дегенеративным поясничным стенозом позвоночника

Млявых С.Г. *, Алейник А.Я., Боков А.Е., Растеряева М.В., Кутлаева М.А.

ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Минздрава России,
Нижний Новгород, Россия

Clinical and Radiographic Correlation (According to CT) in Patients with Degenerative Lumbar Spinal Stenosis

Mlyavykh S.G. *, Aleynik A.Y., Bokov A.E., Rasteryaeva M.V., Kutlaeva M.A.

Privolzhskiy Federal Medical Research Center of Public Health Ministry of Russian Federation, Nizhniy Novgorod, Russia

Компьютерная томография (КТ) широко используется в диагностике дегенеративной патологии поясничного отдела позвоночника, однако взаимосвязь клинических проявлений поясничного стеноза и его анатомических предпосылок до настоящего времени изучена недостаточно.

Цель исследования: определить значимость морфометрических параметров поясничного стеноза по данным КТ и установить их взаимосвязь с преобладающими симптомами заболевания.

Материал и методы. Проведена оценка результатов КТ 75 пациентов, в последующем оперированных по поводу клинически значимого поясничного стеноза. Изучены средние значения 13 различных морфометрических параметров, вычисляемых на L_{III}-S_I аксиальных срезах через межпозвоночные диски и ножки позвонков, а также на сагиттальных срезах через ножки позвонков с двух сторон. Изучена возможность классификации клинических наблюдений и корреляция морфометрических параметров с клиническими формами поясничного стеноза с использованием дискриминантного и логистического регрессионного анализа.

Результаты. Установлено, что с помощью КТ с высокой вероятностью возможно выделить группу пациентов с преобладающими симптомами нейрогенной перемежающейся хромоты или двусторонней радикулопатии. Наиболее значимыми морфометрическими предикторами данной клинической группы пациентов являются глубина латерального кармана позвоночного канала и площадь поперечного сечения позвоночного канала.

Заключение. КТ значительно расширяет информационную ценность магнитно-резонансной томографии и может использоваться при планировании декомпрессионного этапа хирургического вмешательства у пациентов со стенозом поясничного отдела позвоночного канала.

Ключевые слова: компьютерная томография, поясничный стеноз позвоночника, нейрогенная хромота, площадь поперечного сечения.

Ссылка для цитирования: Млявых С.Г., Алейник А.Я., Боков А.Е., Растеряева М.В., Кутлаева М.А. Клинико-рентгенографические корреляции (по данным компьютерной томографии) у пациентов с дегенеративным поясничным стенозом позвоночника. *Медицинская визуализация.* 2017; 21 (5): 124–130.

DOI: 10.24835/1607-0763-2017-5-124-130.

Computed tomography (CT) is widely used in the diagnosis of degenerative pathology of the lumbar spine, but the relationship between clinical manifestations of lumbar stenosis and its anatomical prerequisites has not been sufficiently studied to date.

The objective: to determine the significance of the morphometric parameters of lumbar stenosis according to CT scans and to establish their relationship with the prevailing symptoms of the disease.

Material and methods. Seventy-five consecutive patients with clinically significant lumbar stenosis who underwent CT scan before surgery were enrolled in this



study. The average values of thirteen different morphometric parameters were calculated at L_{III}–S_I levels of the intervertebral discs and of the pedicles in the axial and sagittal views. The possibility of classification of clinical observations and the correlation of morphometric parameters with the clinical forms of lumbar stenosis were investigated using discriminant and logistic regression analysis.

Results. CT scan with high probability allocates patients with predominant symptoms of neurogenic claudication or bilateral radiculopathy. The most significant morphometric predictors of this clinical group are the depth of the lateral recesses and the cross-sectional area of the spinal canal.

Conclusion. CT scan significantly expands the informative value of magnetic resonance imaging and can be used in planning the decompressive stage of the surgery intervention in patients with lumbar spinal canal stenosis.

Key words: computed tomography, lumbar spinal stenosis, neurogenic claudication, cross-sectional area.

Recommended citation: Mlyavykh S.G., Aleynik A.Y., Bokov A.E., Rasteryaeva, M.V., Kutlaeva M.A. Clinical and Radiographic Correlation (According to CT) in Patients with Degenerative Lumbar Spinal Stenosis. *Medical visualization*. 2017; 21 (5): 124–130.

DOI: 10.24835/1607-0763-2017-5-124-130.

Введение

Поясничный стеноз входит в группу наиболее распространенных дегенеративных заболеваний позвоночника, сопровождается стойким нарушением качества жизни и трудоспособности, а у пациентов старше 65 лет является еще и наиболее частой причиной хирургического вмешательства на позвоночнике [1]. Морфологически данное состояние характеризуется компрессией невралгических структур спинального и корешковых каналов на фоне их прогрессирующего сужения в результате уменьшения высоты межпозвонкового диска, дегенеративных изменений (гипертрофии) фасеточных суставов, желтой связки и формирования остеофитов. Указанные патологические процессы

приводят к появлению и прогрессированию болей в пояснично-крестцовом отделе позвоночника, нижних конечностях, неврологическим расстройствам в виде моно- или билатеральной радикулопатии, радикулоишемии и нейрогенной хромоты.

Параллельно с развитием современных методов визуализации проведено большое количество исследований, направленных на выявление взаимосвязи клинических проявлений стеноза и данных инструментальной диагностики [2]. По результатам этих работ установлены минимальные корреляции между выраженностью симптомов и степенью сужения спинального канала [3, 4]. Однако в этих исследованиях отсутствуют тщательное описание клинических синдромов и современные методы измерений, в которых только частично учитываются параметры субартикулярной зоны и фораминального канала [5]. Большинство авторов опираются на данные только магнитно-резонансной томографии (МРТ), стандартный протокол проведения которой включает от 3 до 5 срезов, проведенных через межпозвонковый диск, что не позволяет сформировать детальное представление об анатомических особенностях позвоночно-двигательного сегмента. Кроме того, в настоящее время представлена новая хирургическая технология непрямого декомпрессии спинномозговых корешков в поясничном отделе, основанная на удлинении ножек позвонков [6] и требующая уточнения взаимосвязи между особенностями морфологии, обусловленными дегенеративными изменениями и клиническими проявлениями стеноза позвоночного канала.

Таким образом, выявление ведущего клинического синдрома и его анатомической предпосылки позволит клиницистам оптимизировать хирургическую тактику у пациентов с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника.

Для корреспонденции*: Млявых Сергей Геннадьевич – 603155 Нижний Новгород, Верхне-Волжская набережная, 18/1, Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр. Тел.: 8-831-436-01-60, факс: 8-831-436-05-91. E-mail: nniito@rambler.ru

Млявых Сергей Геннадьевич – канд. мед. наук, заведующий нейрохирургическим отделением ФГБУ “Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр” МЗ РФ, Нижний Новгород; **Алейник Александр Яковлевич** – канд. мед. наук, научный сотрудник группы позвоночно-спинномозговой патологии ФГБУ “Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр” МЗ РФ, Нижний Новгород; **Боксов Андрей Евгеньевич** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник группы позвоночно-спинномозговой патологии ФГБУ “Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр” МЗ РФ, Нижний Новгород; **Растеряева Марина Владимировна** – канд. мед. наук, врач-рентгенолог ФГБУ “Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр” МЗ РФ, Нижний Новгород; **Кутлаева Марина Александровна** – врач-рентгенолог ФГБУ “Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр” МЗ РФ, Нижний Новгород.

Contact*: Sergey G. Mlyavykh – 603115, Russian Federation, Nizhny Novgorod, Verkhnevolzhskaya Naberezhnaya, 18/1. Privolzhsky Federal Research Center. Phone: +7-831-436-01-60, Fax: +7-831-436-05-91. E-mail: nniito@rambler.ru

Sergey G. Mlyavykh – cand. of med. sci., Chief of the Neurosurgical Department of Privolzhsky Federal Research Center, Nizhny Novgorod; **Alexander Ya. Aleynik** – cand. of med. sci., Scientific Officer of Spinal Pathology group of Privolzhsky Federal Research Center, Nizhny Novgorod; **Andrey E. Bokov** – cand. of med. sci., Senior Researcher of Spinal Pathology group of Privolzhsky Federal Research Center, Nizhny Novgorod; **Marina V. Rasteryaeva** – cand. of med. sci., Radiologist of Roentgenological Department of Privolzhsky Federal Research Center, Nizhny Novgorod; **Marina A. Kutlaeva** – Radiologist of Roentgenological Department of Privolzhsky Federal Research Center, Nizhny Novgorod.



Цель исследования

Оценка значимости морфометрических параметров поясничного стеноза по данным компьютерной томографии (КТ) и установление их взаимосвязи с преобладающими симптомами заболевания.

Материал и методы

В ретроспективное когортное исследование было включено 75 пациентов, оперированных в нейрохирургическом отделении ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России по поводу дегенеративного стеноза поясничного отдела позвоночника в период с 2011 по 2015 г. Отбор пациентов осуществлялся на основании данных клинического и неврологического осмотров, визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) боли отдельно в спине и в ногах. Из исследования были исключены пациенты с переломами, воспалительными, опухолевыми, инфекционными процессами и сколиотическими деформациями поясничного отдела позвоночника, превышающими 10°, с предшествующими хирургическими вмешательствами на позвоночнике, а также с нарушениями периферического кровообращения, симптомами артрозоартритов крупных суставов и полинейропатиями нижних конечностей.

КТ выполняли всем пациентам на аппарате Aquilion 32 (Toshiba corporation). Измерения морфометрических показателей производились двумя независимыми рентгенологами с использованием программного обеспечения VitreaCore® (версия 5.2.497.5523) у каждого пациента на уровнях L_{III-IV}, L_{IV-V} и L_{V-S₁}. На аксиальных срезах через межпозвоночный диск (рис. 1) измеряли срединный сагиттальный размер позвоночного канала (СРК), площадь поперечного сечения позвоночного канала (ППС), парасагиттальное расстояние (ПСР) – расстояние между вентральной поверхностью верхнего суставного отростка и межпозвоночным диском с двух сторон, косой размер позвоночного канала (КРК) – расстояние между центром задней границы межпозвоночного диска и нижним суставными отростками с двух сторон, межфасеточный интервал (МФИ) – расстояние между краями суставов с двух сторон.

На аксиальных срезах на уровне ножек позвонков (рис. 2) измеряли диаметр тела позвонка (ДТП) по средней линии, диаметр дурального мешка (ДДМ) по средней линии, поперечный размер позвоночного канала (ПРК) – максимальная дистанция между ножками позвонка, глубину латерального кармана (ГЛК) – расстояние от суставного отростка до задней границы тела позвонка с двух сторон, длину ножек позвонка (ДНП), ширину ножек позвонка (ШНП).

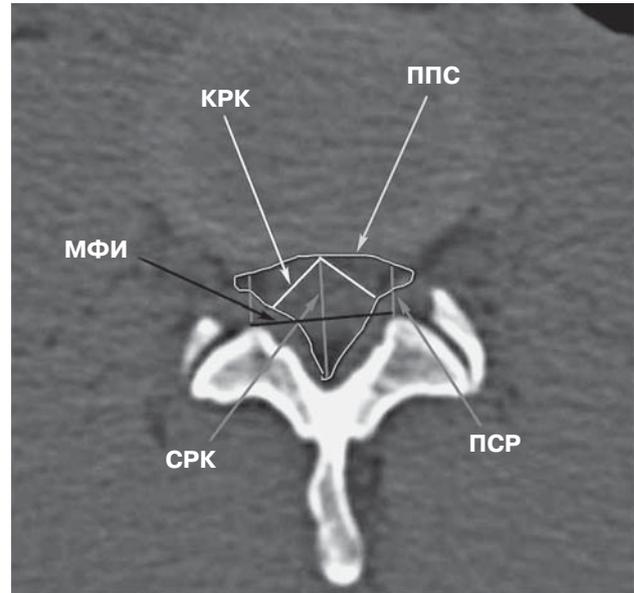


Рис. 1. Морфометрические параметры, вычисляемые по аксиальным срезам КТ, выполненным через межпозвоночный диск: СРК – срединный сагиттальный размер позвоночного канала, МФИ – межфасеточный интервал, КРК – косой размер позвоночного канала, ППС – площадь поперечного сечения канала, ПСР – парасагиттальное расстояние.



Рис. 2. Морфометрические параметры, вычисляемые по аксиальным срезам КТ, выполненным на уровне ножек позвонков: ГЛК – глубина латерального кармана, ДНП – длина ножек позвонка, ШНП – ширина ножек позвонка, ДТП – диаметр тела позвонка, ДДМ – диаметр дурального мешка, ПРК – поперечный размер канала.

На сагиттальных срезах через ножки позвонков с двух сторон (рис. 3) измеряли: площадь поперечного сечения фораминальных отверстий (ПФО), высоту ножек позвонка (ВНП).

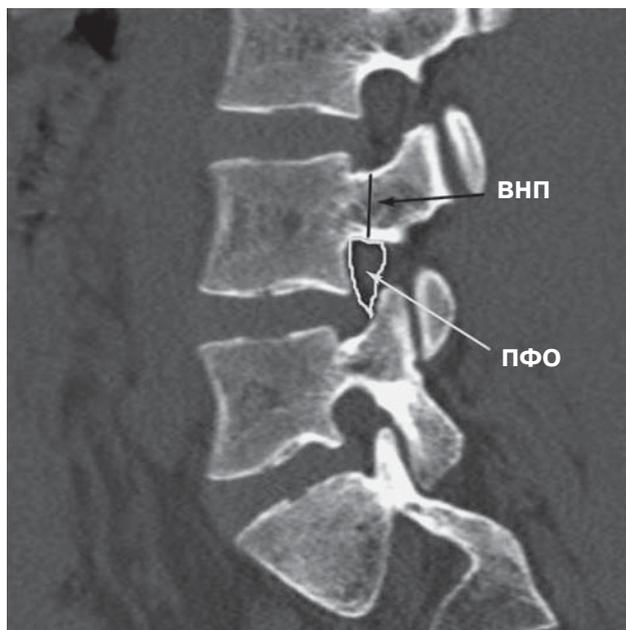
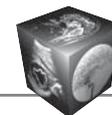


Рис. 3. Морфометрические параметры, вычисляемые на сагиттальных срезах КТ, выполненных через ножки позвонков с двух сторон: ВНП – высота ножки позвонка, ПФО – площадь фораминального отверстия.

При проведении статистического анализа использовали минимальные значения каждого параметра у пациента.

Статистический анализ. В ходе изучения однородности групп использовали непараметрический дисперсионный анализ Крускала–Уоллиса, для анализа отличий частот признака применяли метод χ^2 .

При апостериорно известном основном клиническом синдроме с использованием дискриминантного анализа изучена возможность классификации клинических наблюдений по результатам КТ.

Для определения значимости возможной связи изучаемых морфометрических параметров с вероятностью выявления форм люмбарного стеноза применялся логистический регрессионный анализ.

В ходе выполнения работы использовалось программное обеспечение StatSoft Statistica v.10.0 (Чикаго, США).

Результаты

Средний возраст в изучаемой группе пациентов ($n = 75$) составил $61,8 \pm 6,64$ года (от 50 до 78 лет), в исследовании преобладали женщины (68%). По совокупности данных осмотра и ВАШ пациенты были распределены по трем группам на основании установленного ведущего клинического синдрома. В 1-ю группу вошло 22 пациента с преобладающими болями в спине без каких-либо симптомов нейрогенной хромоты или радикулопатии. 2-ю группу составил 21 пациент с симптомами радикулопатии в одной ноге, 3-ю группу – 32 пациента с симптомами нейрогенной хромоты или билатеральной радикулопатией. Во всех группах преобладали пациенты с избыточной массой тела, при этом значимых межгрупповых отличий индекса массы тела (ИМТ) не наблюдалось. Суммарная клиническая и морфометрическая характеристика групп пациентов представлена в табл. 1.

Таблица 1. Клиническая и морфометрическая характеристика групп пациентов: разделение по полу в абсолютных числах (в %), для остальных параметров указаны средние показатели \pm стандартное отклонение. Параметры КТ: ППС и ПФО в мм^2 , остальные в мм. Для оценки статистической значимости отличий применялся тест Крускала–Уоллиса

Изучаемый признак	Всего пациентов (n = 75)	1-я группа (n = 22)	2-я группа (n = 21)	3-я группа (n = 32)	p-value
Возраст, годы	$61,77 \pm 6,64$	$60,09 \pm 4,46$	$59,14 \pm 6,019$	$64,66 \pm 7,29^*$	0,0055
Мужчины/женщины	24/51 (32/68)	6/16 (27/73)	6/15 (29/71)	12/20 (37/63)	0,6756
ИМТ	$29,64 \pm 5,18$	$30,52 \pm 3,21$	$29,03 \pm 5,7$	$29,44 \pm 5,94$	0,4244
ППС	$108,44 \pm 54,96$	$134,1 \pm 46,51$	$123,67 \pm 53,18$	$80,09 \pm 49,26^*$	0,0001
СРК	$11,79 \pm 2,72$	$12,75 \pm 2,86$	$11,81 \pm 2,98$	$11,13 \pm 2,31$	0,0307
МФИ	$17,79 \pm 3,97$	$18,62 \pm 4,034$	$18,81 \pm 4,53$	$16,54 \pm 3,24$	0,0170
ДТП	$31,87 \pm 3,32$	$31,77 \pm 3,47$	$31,86 \pm 3,83$	$31,94 \pm 2,96$	0,9999
ДДМ	$10,05 \pm 2,04$	$10,74 \pm 1,59$	$10,38 \pm 2,35$	$9,37 \pm 1,94^*$	0,0271
ПРК	$21,33 \pm 2,06$	$21,29 \pm 2,25$	$21,81 \pm 1,91$	$21,05 \pm 2,01$	0,3909
ПСР	$3,35 \pm 2,21$	$4,65 \pm 1,24^*$	$3,14 \pm 2,5$	$2,63 \pm 2,18$	0,0067
КРК	$8,04 \pm 2,29$	$9,05 \pm 2,08$	$8,71 \pm 2,08$	$6,9 \pm 2,11^*$	0,0010
ГЛК	$4,74 \pm 1,10$	$5,2 \pm 0,93$	$4,95 \pm 0,81$	$4,28 \pm 1,23^*$	0,5690
ДНП	$15,95 \pm 1,98$	$16,03 \pm 1,61$	$16,19 \pm 1,89$	$15,73 \pm 2,27$	0,5690
ВНП	$11,11 \pm 1,45$	$11 \pm 1,32$	$11,62 \pm 1,6$	$10,84 \pm 1,39$	0,1549
ШНП	$9,47 \pm 2,25$	$8,82 \pm 2,02$	$9,48 \pm 2,32$	$9,92 \pm 2,39$	0,1717
ПФО	$34,39 \pm 11,65$	$39,05 \pm 11,01$	$36,57 \pm 11,37$	$29,75 \pm 10,85^*$	0,0075



Совокупный анализ морфометрических параметров показал достаточно большой интервал между минимальными и максимальными значениями показателей. Как видно из представленных данных для пациентов 1-й группы характерен наибольший размер парасагиттального расстояния. 3-ю группу выделяют наименьшая площадь поперечного сечения позвоночного канала и глубина латерального кармана.

Для обоснования выбора математической модели и определения возможности КТ в классификации клинических наблюдений применен дискриминантный анализ, при этом получена значимая дискриминантная функция, λ Уилкса = 0,3109421, $F = 3,966650$, $p < 0,0001$.

Установлено, что в пространстве дискриминантных функций достоверно различается только группа пациентов с клинической картиной нейрогенной перемежающейся хромоты или двусторонней радикулопатией (3-я группа): расстояние Махаланобиса между 1-й и 3-й группой 5,495928 ($p < 0,0001$), между 2-й и 3-й группой 6,755734 ($p < 0,0001$), а между 1-й и 2-й группой 2,255956 ($p = 0,09$).

При анализе классификационной матрицы выявлено, что полученная дискриминантная функция классифицирует правильно 59,1% наблюдений из 1-й группы и 52,4% из 2-й группы, в то время как в 3-й группе наблюдения классифицированы правильно на 81,2%.

Результаты проведенного анализа позволяют сделать заключение о том, что с помощью КТ с высокой вероятностью возможно выделить группу пациентов с преобладающими симптомами нейрогенной перемежающейся хромоты или двусторонней радикулопатии, в то же время использование метода КТ недостаточно для определения вероятности принадлежности пациентов к группе с монорадикулярным или аксиальным болевым синдромом.

Учитывая возможную дискриминацию только двух групп, для определения наиболее значимых

предикторов в отношении синдрома нейрогенной перемежающейся хромоты или двусторонней радикулопатии целесообразно применение логистического регрессионного анализа.

В результате логистического регрессионного анализа получена модель с двумя прогностически значимыми факторами в отношении двусторонней радикулопатии или синдрома нейрогенной перемежающейся хромоты – глубина латерального кармана позвоночного канала и площадь поперечного сечения позвоночного канала. Параметры полученной регрессионной модели представлены в табл. 2.

Обсуждение

Попытки установить взаимосвязь между клиническими проявлениями люмбарного стеноза и морфометрическими характеристиками позвоночного канала предпринимались неоднократно. Отсутствие надежных диагностических инструментов снижает вероятность того, что оперативное вмешательство, выполненное в минимально достаточном объеме, позволит получить устойчивый клинический эффект. По мнению большинства авторов, “золотым стандартом” обследования пациентов с поясничным стенозом является МРТ, однако корреляция ее данных и клинических симптомов остается предметом непрекращающихся споров [7, 8]. В то время как некоторые авторы установили взаимосвязь симптомов и размеров позвоночного канала по данным МРТ для определенных групп пациентов, другие сообщали о наличии сужения позвоночного канала в 21–28% случаев МРТ-визуализации у бессимптомных пациентов [9, 10]. В работе В.А. Сороковикова и соавт. были предложены математическая модель расчета коэффициента стенозирующего процесса позвоночного канала на поясничном уровне и соответствующие ему степени выраженности клинических проявлений, однако используемые при этом параметры КТ и МРТ не были представлены [9, 11]. В то же время опубликованный в литературе метаанализ

Таблица 2. Коэффициенты регрессионного уравнения для оценки вероятности клинической картины перемежающейся нейрогенной хромоты или двусторонней радикулопатии и их значимость

Компонент регрессионного уравнения	Коэффициент и его значимость и 95% ДИ	Отношение шансов на ед. изменения	Коэффициент корреляции
Свободный член уравнения регрессии	$B_0 = 6,1099$ $P = 0,0013$	–	–
ППС	$B_1 = -0,0222$ $P = 0,001$	0,9780 [0,9655; 0,9907]	-0,5185
ГЛК	$B_2 = -0,8734$ $P = 0,0095$	0,4175 [0,2172; 0,8028]	-0,9299



показывает, что чувствительность КТ в диагностике спинального стеноза составляет от 70 до 100% [3].

Мы не рассматривали степень выраженности клинических проявлений поясничного стеноза, а предприняли попытку установить взаимосвязь между преобладающим симптомокомплексом заболевания и морфометрическими параметрами КТ, предварительно разделив пациентов на 3 группы на основании четких критериев. Принятое нами разделение пациентов на группы основывалось на выявлении у них одного из доминирующих симптомов – боли в спине, односторонней радикулопатии, нейрогенной хромоты или двусторонней радикулопатии. По мнению разных авторов, результаты лечения пациентов этих групп различаются [12, 13], особенно трудно предсказать результаты лечения пациентов с аксиальным болевым синдромом [7].

В большинстве известных исследований, посвященных изучению стеноза позвоночного канала в поясничном отделе, для количественной оценки выраженности сужения выполнялись измерения площади его поперечного сечения и переднезаднего диаметра, а также площади поперечного сечения и переднезаднего размера дурального мешка. Такие количественные параметры, как межфасеточное расхождение, глубина и угол латерального рецессуса, поперечный диаметр дурального мешка, ширина и диаметр латерального канала, высота ножек позвонка, оказались не столь значимы [14]. В нашем исследовании выполнены измерения 13 КТ-параметров позвоночного и foraminalных каналов в сагиттальной проекции, в аксиальной проекции – на уровнях середины межпозвонкового диска и середины ножек позвонка.

Методом дискриминантного анализа было установлено, что с помощью КТ с вероятностью 81,2% можно классифицировать только группу пациентов с симптомами нейрогенной хромоты или двусторонней радикулопатии. Вероятность правильной классификации групп пациентов с аксиальным болевым синдромом и монорадикулопатией не превышала 60%, что определило необходимость их дальнейшего объединения в одну группу – клиническая группа без признаков нейрогенной хромоты.

На основании логистического регрессионного анализа установлено, что из всех измеряемых параметров по результатам КТ только два имели прогностическую значимость: минимальная глубина латерального кармана позвоночного канала и площадь поперечного сечения позвоночного канала.

Таким образом, в группе с двусторонней радикулопатией и нейрогенной перемежающейся

хромотой можно предположить наиболее частую компрессию невралжных структур костным субстратом, поскольку вероятность выявления такой симптоматики имеет сильную корреляцию с результатами КТ, причем оценка степени стеноза позвоночного канала может быть упрощена определением только двух прогностически значимых параметров. Невозможность отличить пациентов с монорадикулопатией и аксиальным болевым синдромом на основании результатов КТ подтверждает данные литературы о том, что в большинстве случаев определяющий морфологический субстрат в 1-й группе является мягкотканым и осуществляет динамическую компрессию, которая в условиях сниженного давления (вследствие вынужденного горизонтального положения пациента во время выполнения МРТ или КТ) может уменьшаться или даже исчезать [15, 16].

Безусловно, клиническая картина любого дегенеративного заболевания подвержена многофакторному влиянию, поэтому в своей основе не может иметь только анатомические нарушения. Тем не менее, планируя оперативное лечение таких пациентов, хирург должен представлять наиболее важные с точки зрения компрессии элементы позвоночного канала и наиболее вероятный компримирующий субстрат, чтобы минимизировать травматичность вмешательства и снизить вероятность дестабилизации позвоночно-двигательного сегмента за счет необоснованной резекции костных структур, особенно у пациентов с монорадикулярной симптоматикой.

Возможными ограничениями нашего исследования являются ретроспективный характер и недостаточное количество пациентов в каждой клинической группе (1-я группа, n = 22; 2-я группа, n = 21; 3-я группа, n = 32), что повышает риск возникновения в ходе анализа ошибок второго типа.

Заключение

Применение КТ у пациентов с дегенеративным стенозом поясничного отдела позвоночника существенно расширяет информативность МРТ, позволяя оценить наличие и локализацию костного субстрата компрессии и обосновать объем оперативного вмешательства.

Метод КТ обладает высокой специфичностью по отношению к пациентам с клинической картиной нейрогенной перемежающейся хромоты или двусторонней радикулопатии. При этом наибольшую прогностическую значимость имеют минимальная глубина латерального кармана и площадь поперечного сечения позвоночного канала, что может быть использовано при планировании дегенеративного этапа вмешательства.



У пациентов с монорадикулярной симптоматической клинической картина в большинстве случаев обусловлена мягкотканной и сочетанной (мягкотканной и костной) компрессией корешков. В этом случае в ходе предоперационного планирования преобладающий фактор компрессии должен быть установлен, а объем костной резекции тщательно обоснован.

Список литературы / References

1. Deyo R.A., Ciol M.A., Cherkin D.C., Loeser J.D., Bigos S.J. Lumbar spinal fusion: a cohort study of complications, reoperations, and resource use in the Medicare population. *Spine*. 1993; 18 (11): 1463–1470.
2. Kalichman L., Cole R., Kim D.H., Li L., Suri P., Guermazi A., Hunter D.J. Spinal stenosis prevalence and association with symptoms: the Framingham Study. *Spine J*. 2010; 10 (9): S34–S35. DOI: 10.1016/j.spinee.2009.03.005.
3. Kent D.L., Haynor D.R., Larson E.B., Deyo R.A. Diagnosis of lumbar spinal stenosis in adults: a metaanalysis of the accuracy of CT, MR, and myelography. *Am. J. Roentgenol*. 1992; 158 (5): 1135–1144.
4. Yagci I., Gunduz O.H., Ekinci G., Diracoglu D., Us O., Akyuz G. The utility of lumbar paraspinous mapping in the diagnosis of lumbar spinal stenosis. *Am. J. Phys. Medicine & Rehabilitation*. 2009; 88 (10): 843–851. DOI: 10.1097/PHM.0b013e3181b333a9.
5. Singh K., Samartzis D., Vaccaro A.R., Nassr A., Andersson G.B., Yoon S.T., Phillips F.M., Goldberg E.J., An H.S. Congenital lumbar spinal stenosis: a prospective, control-matched, cohort radiographic analysis. *Spine J*. 2005; 5 (6): 615–622. DOI: 10.1016/j.spinee.2005.05.385.
6. Mlyavykh S., Ludwig S.C., Mobasser J.P., Kepler C.K., Anderson D.G. Twelve-month results of a clinical pilot study utilizing pedicle-lengthening osteotomy for the treatment of lumbar spinal stenosis: Clinical article. *J. Neurosurg. Spine*. 2013; 18 (4): 347–355. DOI: 10.3171/2012.11.SPINE12402.
7. Malmivaara A., Slätis P., Heliövaara M., Sainio P., Kinnunen H., Kankare J., Dalin-Hirvonen N., Seitsalo S., Herno A., Kortekangas P., Niinimäki T. Surgical or nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis?: a randomized controlled trial. *Spine*. 2007; 32 (1): 1–8. DOI: 10.1097/01.brs.0000251014.81875.6d.
8. Lurie J.D., Tosteson A.N., Tosteson T.D., Carragee E., Carrino J., Kaiser J., Sequeiros R.T., Lecomte A.R., Grove M.R., Blood E.A., Pearson L.H. Reliability of readings of magnetic resonance imaging features of lumbar spinal stenosis. *Spine*. 2008; 33 (14): 1605. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181791af3.
9. Arbite E., Pannullo S. Lumbar stenosis: a clinical review. *Clin. Orthopaed. Related Research*. 2001; 384: 137–143.
10. Atlas S.J., Keller R.B., Wu Y.A., Deyo R.A., Singer D.E. Long-term outcomes of surgical and nonsurgical management of lumbar spinal stenosis: 8 to 10 year results from the maine lumbar spine study. *Spine*. 2005; 30 (8): 936–943.
11. Сороковиков В.А., Брюханов В.Г., Кошкарёва З.В., Горбунов А.В. Оценка степени стенозирующего процесса (стеноза) позвоночного канала на поясничном уровне. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2013; 2–2 (90): 78–82. Sorokovikov V.A., Briukhanov V.G., Koshkareva Z.V., Gorbunov A.V. Evaluation of the degree of stenotic process (stenosis) of the spinal canal at the lumbar level. *Bulletin of the East Siberian Scientific Center SBRAMS*. 2013; 2–2 (90): 78–82. (In Russian)
12. Truumees E. Spinal stenosis: pathophysiology, clinical and radiologic classification. *Instructional Course Lectures*. 2004; 54: 287–302.
13. Yamashita K., Aono H., Yamasaki R. Clinical classification of patients with lumbar spinal stenosis based on their leg pain syndrome: its correlation with 2-year surgical outcome. *Spine*. 2007; 32 (9): 980–985. DOI: 10.1097/01.brs.0000261031.10091.f5.
14. Takahashi K., Olmarker K., Holm S., Porter R.W., Rydevik B. Double-level cauda equina compression: An experimental study with continuous monitoring of intraneural blood flow in the porcine cauda equina. *J. Orthopaed. Res*. 1993; 11 (1): 104–109. DOI: 10.1002/jor.1100110112.
15. Beattie P.F., Meyers S.P., Stratford P., Millard R.W., Hollenberg G.M. Associations between patient report of symptoms and anatomic impairment visible on lumbar magnetic resonance imaging. *Spine*. 2000; 25 (7): 819–828.
16. Konno S., Hayashino Y., Fukuhara S., Kikuchi S., Kaneda K., Seichi A., Chiba K., Satomi K., Nagata K., Kawai S. Development of a clinical diagnosis support tool to identify patients with lumbar spinal stenosis. *Eur. Spine J*. 2007; 16 (11): 1951–1957. DOI: 10.1007/s00586-007-0402-2.

Поступила в редакцию 16.08.2017.
Принята к печати 11.09.2017.

Received on 16.08.2017.
Accepted for publication on 11.09.2017.