



ВЛИЯНИЕ ПОЗВОНОЧНО-ТАЗОВОГО БАЛАНСА И ДЕГЕНЕРАЦИИ ПОЗВОНОЧНЫХ СЕГМЕНТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ДЕГЕНЕРАТИВНОГО ПОЯСНИЧНОГО СПИНАЛЬНОГО СТЕНОЗА

А.И. Продан¹, А.Н. Хвистюк², О.А. Перепечатый¹, А.Г. Чернышев¹, С.И. Балан³

¹Институт патологии позвоночника и суставов им. М.И. Ситенко, Харьков

²Харьковская медицинская академия последипломного образования

³Ивано-Франковская областная больница, Украина

Цель исследования. Изучение влияния параметров позвоночно-тазового баланса (ПТБ) и дегенерации позвоночных сегментов на формирование дегенеративного поясничного спинального стеноза.

Материал и методы. По рентгенограммам, данным КТ и МРТ у 100 пациентов с хронической люмбагией измерили параметры ПТБ, тяжесть дегенерации переднего и заднего опорных комплексов, дугоотростчатого, межостистого и апикоаркуального артроза, степень стеноза центрального, латерального, фораминального участков позвоночного канала и суммарную тяжесть дегенеративного сужения позвоночного канала. Использованы методы описательной статистики, корреляционного и регрессионного анализов.

Результаты. Дегенеративное сужение позвоночного канала прямо коррелирует с возрастом, наклоном таза, параметрами поясничного лордоза, дугоотростчатого, межостистого, апикоаркуального артрозов и дегенерацией заднего опорного комплекса. Тяжесть сужения отдельных участков позвоночного канала коррелирует с параметрами ПТБ, дугоотростчатого, межостистого, апикоаркуального артрозов, дегенерации заднего опорного комплекса и возраста.

Заключение. Вероятность формирования и тяжесть дегенеративного сужения центрального, латерального и фораминального участков позвоночного канала и суммарная тяжесть дегенеративного спинального стеноза прямо пропорциональны величине параметров ПТБ и тяжести дегенерации задних опорных комплексов позвоночных сегментов.

Ключевые слова: позвоночно-тазовый баланс, дегенерация позвоночных сегментов, поясничный спинальный стеноз.

EFFECT OF SPINOPELVIC BALANCE AND SPINAL DEGENERATION ON THE DEVELOPMENT OF DEGENERATIVE LUMBAR SPINAL STENOSIS

A.I. Prodan, A.N. Khvisyuk, O.A. Perepechay, A.G. Chernyshev, S.I. Balan

Objective. To study the effect of spinopelvic balance parameters and degeneration of spinal segments on the development of degenerative lumbar spinal stenosis.

Material and Methods. Spinopelvic balance parameters, severity of degeneration of anterior and posterior column, severity of zygapophyseal, interspinous, and apicoarcual arthroses, degree of central, lateral, and foraminal spinal canal stenosis, and cumulative severity of spinal canal narrowing were measured on radiographs, CT and MRI scans of 100 patients with chronic lumbalgia. Descriptive statistics, correlation and regression analyses were used.

Results. Degenerative narrowing of spinal canal positively correlates with age, pelvic incidence, and lumbar lordosis, with zygapophyseal, interspinous, and apicoarcual arthroses, as well as with posterior spinal column degeneration. In addition, the correlation was revealed between narrowing severity in different spinal canal regions and spinopelvic balance, zygapophyseal, interspinous and apicoarcual arthroses, posterior spinal column degeneration and age.

Conclusion. Probability of occurrence and severity of degenerative narrowing of central, lateral, and foraminal regions of the spinal canal, and cumulative severity of degenerative spinal stenosis positively correlates with spinopelvic balance parameters and with severity of posterior spinal column degeneration.

Key Words: spinopelvic balance, degeneration of the spinal segments, lumbar spinal stenosis.

Hir. Pozvonoc. 2010;(1):49–56.

А.И. Продан, д-р мед. наук, проф., гл. науч. сотрудник; А.Н. Хвистюк, канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, вертебрологии, спортивной медицины и лечебной физкультуры; О.А. Перепечатый, канд. мед. наук, ортопед-травматолог; А.Г. Чернышев, ортопед-травматолог; С.И. Балан, нейрохирург.

Дегенеративный стеноз позвоночного канала (ПК) впервые выделен в качестве отдельного варианта поясничного спинального стеноза (ПСС) еще в 60-х гг. прошлого века [10, 13]. Частота ПСС с 6–14 % в возрастной группе до 30 лет резко увеличивается в группе 50-летних и достигает 80 % у лиц старше 70 лет [1, 8, 17, 23, 24]. Это объясняется формированием и прогрессированием дегенеративного ПСС, но механизмы уменьшения размеров ПК при дегенерации элементов позвоночных сегментов остаются недостаточно выясненными.

Последние 10–15 лет интенсивно изучается патогенетическое влияние параметров позвоночно-тазового баланса (ПТБ) на развитие диспластических и дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника [4, 5, 12, 20, 28].

Доказано, в частности, что уменьшение анатомического константного параметра наклона таза (PI) существенно повышает риск дегенерации межпозвоночных дисков, а увеличение PI, наклона крестца (SS) и величины поясничного лордоза значительно повышает риск дегенерации элементов заднего опорного комплекса [5, 15].

Можно предположить, что повышение риска дегенеративных изменений различных структур позвоночных двигательных сегментов (ПДС), обусловленных состоянием ПТБ, влияет на формирование различных вариантов дегенеративного ПСС.

Цель исследования — изучение влияния параметров ПТБ и сопряженных с ними дегенеративных изменений нижнепоясничных позвоночных сегментов на формирование приобретенного дегенеративного стеноза ПК.

Материал и методы

Материалом исследования послужили протоколы рентгенологического обследования 100 пациентов с хронической люмбагией или люмбоишиалгией, связанных с поясничным остеохондрозом и (или) спондилоартрозом. Мужчин — 68, женщин — 32; средний возраст пациентов $38,7 \pm 9,7$ лет.

Критерии включения в материал исследования: продолжительность заболевания не менее 6 мес.; сохранение подвижности поясничных сегментов, то есть отсутствие функциональных блокад и миотонических реакций; возраст в момент обследования не менее 20 и не более 50 лет.

Критерии исключения: все варианты диспластического или дегенеративного спондилолистеза и сколиоза; болезнь Шейерманна, травма или воспалительные заболевания позвоночника; дисплазии и аномалии развития позвоночника, способные вызвать его деформацию.

На рентгенограммах поясничного отдела позвоночника и таза с захватом тазобедренных суставов измеряли величину глобального поясничного лордоза (GLL) по Cobb от верхней поверхности тела L_1 до верхней поверхности S_1 . Параметры таза определяли по методикам G. Duval-Beaupere et al. [12], которые иллюстрируются на рис. 1.

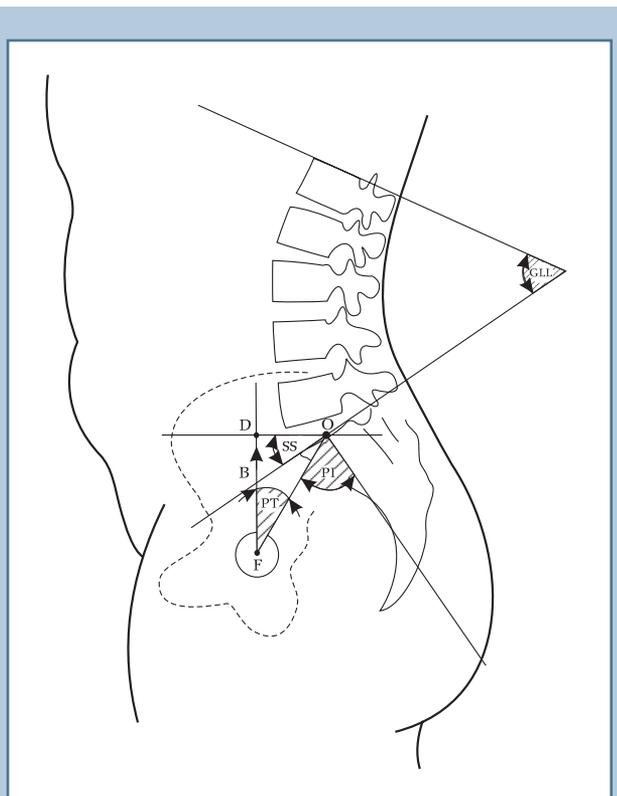


Рис. 1

Рентгенометрические параметры позвоночно-тазового баланса: наклон таза (PI); наклон верхней поверхности крестца к горизонтальной (SS); отклонение таза от вертикали (PT); величина глобального поясничного лордоза (GLL) от L_1 до S_1 [12]

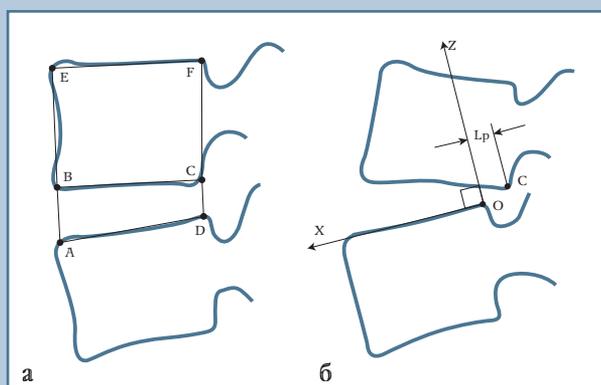


Рис. 2

Рентгенометрическое определение:
а – индекса высоты диска;
б – величины ретролистеза

Рентгенометрическое определение индекса высоты диска (Id) и величины ретролистеза (Lp) представлено на рис. 2. Id равен отношению площади диска к площади вышележащего тела позвонка на боковой рентгенограмме и рассчитывается по формуле:

$$Id = \frac{\frac{AB+CD}{2} \times \frac{BC+AD}{2}}{\frac{EB+FC}{2} \times \frac{EF+BC}{2}}$$

Рентгенологически, а также по данным МРТ- и КТ-исследований регистрировали субхондральный склероз, остеофиты тел позвонков и грыжи Шморля, признаки дугоотростчатого, межкостистого и апиоаркуального артрозов.

Степень дегенеративных изменений межпозвонковых дисков оценивали по следующей шкале: Id > 0,35 — 0 баллов; Id от 0,31 до 0,35 — 1 балл; Id от 0,26 до 0,30 — 2 балла; Id от 0,21 до 0,25 — 3 балла; Id от 0,16 до 0,20 — 4 балла; Id ≤ 0,15 — 5 баллов.

Сумма баллов в трех нижнепоясничных дисках составляет интегральный показатель дегенерации дисков. Субхондральный склероз, остеофитоз и грыжи Шморля в одном сегменте оцениваются по 1 баллу. Степень дегенерации переднего опорного комплекса представлена суммой баллов дегенерации дисков, а также степени изменений по субхондральному склерозу, остеофитозу и наличию грыж Шморля в трех нижнепоясничных ПДС.

Дугоотростчатый артроз в одном сегменте оценивали в 1 балл, в двух — в 2 балла, в трех — в 3 балла. Аналогично оценивали межкостистый и апиоаркуальный артроз. Интегративная тяжесть дегенерации заднего опорного комплекса составила сумму баллов по трем видам артроза в трех нижнепоясничных сегментах.

Регистрировали конституциональное (CLS) и дегенеративное (DSS) сужение ПК, дегенеративное сужение центрального (CSS), латерального (LSS) и фораминального (FSS) участков ПК.

Критерием сужения центрального участка ПК считаем уменьшение сагиттального диаметра ПК

до 13 мм и менее; латерального — уменьшение сагиттального размера верхней вырезки позвонка до 5 мм и менее, при глубине латерального рецессуса ПК в 5 мм и более; фораминального — уменьшение высоты межпозвонкового отверстия до 15 мм и менее, переднезаднего размера нижнего выреза до 8 мм и менее [19] или уменьшение площади поперечного сечения межпозвонкового отверстия до 80 мм² и менее.

Анализ данных проводили методами описательной статистики, расчета корреляций по Пирсону и Спирману, одномерной и множественной регрессий. Использован пакет программ «SPSS 11.0» и «MS Excel».

Результаты и их обсуждение

У всех обследованных пациентов выявлены дегенеративные изменения переднего и заднего опорных комплексов. Дегенерация межпозвонковых дисков по критерию снижения их высоты обнаружена у 87 больных, остеофиты тел позвонков — у 25, субхондральный склероз — у 16, грыжи Шморля — у 4.

У 86 пациентов выявлен дугоотростчатый артроз, в том числе в сочетании с апиоаркуальным (50) и межкостистым (25) артрозами.

Выявлено конституциональное сужение ПК у 16 пациентов, дегенеративное — у 43. Дегенеративное сужение центрального участка ПК обнаружено у 10, латеральное — у 25, фораминальное — у 39 пациентов.

Известно, что PI определяет величину позиционных тазовых параметров — SS и PT (PI = SS + PT). В свою очередь, SS обуславливает величину GLL [4, 12, 15, 28].

В недавно опубликованной работе [5] показано, что дегенеративные изменения переднего и заднего опорных комплексов нижнепоясничных позвоночных сегментов коррелируют с параметрами ПТБ: чем больше PI, SS и GLL, тем больше тяжесть дегенерации заднего опорного комплекса и меньше тяжесть дегенерации переднего опорного комплекса.

В табл. приведены результаты корреляционного анализа степени приобретенного дегенеративного сужения ПК и его отдельных участков в зависимости от возраста, параметров ПТБ (PI, GLL), дегенеративных изменений дугоотростчатого, межкостистого и апиоаркуального артрозов, суммарной тяжести дегенерации заднего и переднего опорных комплексов.

Нами замечено, что конституциональное сужение ПК не связано ни с параметрами ПТБ, ни с тяжестью дегенеративных изменений ПДС. Слабая обратная корреляция конституционального сужения с возрастом объясняется тем, что эта форма спинального стеноза возникает в период роста и созревания скелета, то есть до 20 лет, и проявляется еще в молодом возрасте.

Степень стенозирования центральной части ПК значительно меньше зависит от возраста и суммарной тяжести дегенерации заднего опорного комплекса, а статистически несущественно коррелирует с дугоотростчатым и апиоаркуальным артрозом. Единственный вид дегенерации заднего опорного комплекса, который сильно влияет на стенозирование центральной части ПК, — межкостистый артроз. Степень сужения центрального и фораминального участков ПК прямо пропорциональна возрасту, величинам PI, GLL, тяжести дегенеративного дугоотростчатого, межкостистого, апиоаркуального артрозов и суммарной тяжести дегенерации заднего опорного комплекса.

Слабая обратная корреляция фораминального участка ПК и суммарного дегенеративного сужения ПК выявлена с тяжестью дегенерации переднего опорного комплекса.

Результаты регрессионного анализа показали, что степень сужения ПК и его отдельных участков прямо пропорциональна величине PI, SS, GLL. В качестве примера на рис. 3 показана линейная аппроксимация регрессии степени сужения CSS, LSS и FSS участков и дегенеративного сужения ПК в зависимости от величины GLL.

Таблица

Коэффициенты корреляции по Пирсону степеней стенозирования позвоночного канала и возраста, параметров позвоночно-тазового баланса и тяжести дегенерации

Параметры	Сужение фораминального участка	Сужение латерального участка	Сужение центрального участка	Конституциональное сужение	Дегенеративное сужение
Возраст	0,289 *	0,323 *	0,197 *	-0,195 *	0,311 *
Анатомический константный параметр наклона таза	0,485 **	0,352 *	— ***	— ***	0,416 *
Глобальный поясничный лордоз	0,439 **	0,298 *	— ***	— ***	0,360 *
Дугоотростчатый артроз	0,413 *	0,307 *	— ***	— ***	0,372 *
Межостистый артроз	0,454 **	0,494 **	0,481 **	— ***	0,490 **
Апикоаркуальный артроз	0,415 *	0,316 *	— ***	— ***	0,328 *
Дегенерация заднего опорного комплекса	0,549 **	0,465 **	0,295 *	— ***	0,500 **
Дегенерация переднего опорного комплекса	-0,333 *	— ***	— ***	— ***	0,263 *

* статистическая значимость параметра на уровне $P < 0,05$;

** статистическая значимость параметра на уровне $P < 0,01$;

*** коэффициент корреляции ($r < 0,2$) и его статистическая значимость ($P > 0,05$) несутельны.

Относительная слабая связь степени стенозирования центрального участка ПК с величиной поясничного лордоза выявлена как в регрессионном, так и в корреляционном анализе. Более существенна связь сужения LSS, и особенно FSS, участков ПК с величиной поясничного лордоза. Аналогичный характер связи степени дегенеративного стенозирования ПК и его отдельных участков с тяжестью дегенерации заднего опорного комплекса и возрастом показаны на рис. 4, 5.

Множественный регрессионный анализ показал, что суммарная тяжесть дегенеративного сужения ПК соответствует формуле:

$$DSS = 1,765 + 0,898 CSS + 0,353 GLL + 0,252 \text{ возр.} \\ R = 0,766; R^2 = 0,586 (59 \%).$$

Степень дегенеративного стенозирования отдельных участков ПК определяют уравнениями регрессии:

$$CSS = 1,169 + 0,153 LSS + 0,077 Lps + 1,025 DSS - 0,899 FSS \\ R = 0,745; R^2 = 0,555 (55 \%);$$

$$LSS = 0,814 + 1,050 CSS + 0,309 AAA + 0,172 \text{ возр.} - 0,534 \text{ ж. пол} - 0,178 Lps; \\ R = 0,732; R^2 = 0,535 (53 \%);$$

$$FSS = 1,320 + 0,182 AAA + 0,635 CSS + 0,320 GLL + 0,232 \text{ возр.} \\ R = 0,755; R^2 = 0,569 (57 \%),$$

где R — коэффициент множественной корреляции; R^2 — доля совокупной дисперсии или описание из общей совокупности; AAA — апикоаркуальный артроз; Lps — суммарная величина ретролистеза трех нижнепоясничных позвонков.

Результаты нашего исследования показали, что сужение ПК и его отдельных участков связано преимущественно с тяжестью дегенеративных изменений заднего опорного комплекса позвоночных сегментов, которые, в свою очередь, коррелируют с параметрами ПТБ. Чем больше PI, SS и GLL, тем больше тяжесть дегенеративных изменений заднего опорного комплекса и степень сужения ПК и его отдельных участков.

Связь дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов и дегенеративно-артрогенного стеноза ПК с возрастом установлена в работах многих иссле-

дователей [1, 8, 17, 21, 25, 27]. В работе Eubanks et al. [14] показано, что частота дугоотростчатого артроза увеличивается следующим образом: с 57 % в период 20–29 лет до 82 % в 30–39 лет, до 97 % — среди лиц 50–59 лет и до 100% — у людей 60 лет и старше. В работе В.А. Радченко и А.Г. Скиданова [9], основанной на результатах анализа аксиальных компьютерных томограмм 175 пациентов, показана связь артрогенного дегенеративного латерального стеноза с возрастом и дегенеративными изменениями дугоотростчатых суставов.

Связь дугоотростчатого артроза с дегенеративными изменениями межпозвонковых дисков считалась очевидной, а Fujiwara et al. [16] на основании изучения МРТ показали, что дегенеративные изменения дисков предшествуют этому виду артроза и служат его причиной. При гистологической оценке тяжести дегенерации дисков и дугоотростчатых суставов Gries et al. [18] обнаружили, что дегенеративные изменения одновременно появляются как в дисках, так и в суставах, а корреляции степени дегенерации в пределах ПДС нет.

В свое время была высказана гипотеза о развитии поясничного спондилоартроза при любых дислокациях дугоотростчатых суставов [2,

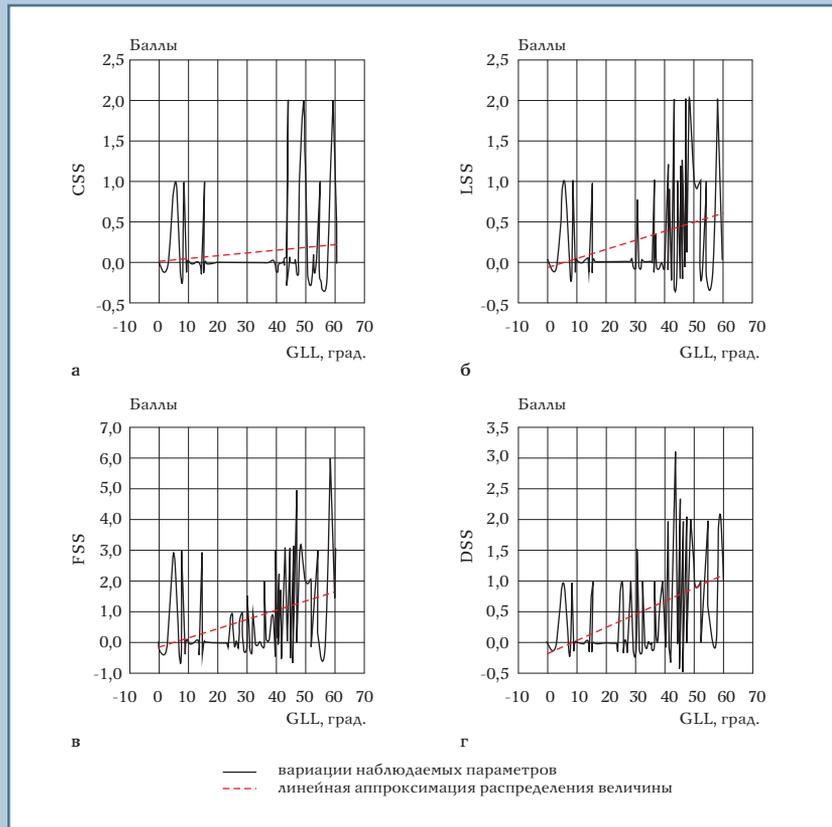


Рис. 3

Зависимость степени сужения участков позвоночного канала и интегрального показателя дегенеративного сужения позвоночного канала от величины поясничного лордоза (GLL):

- а** – сужение центрального участка (CSS);
- б** – сужение латерального участка (LSS);
- в** – сужение фораминального участка (FSS);
- г** – интегральный показатель дегенеративного сужения (DSS)

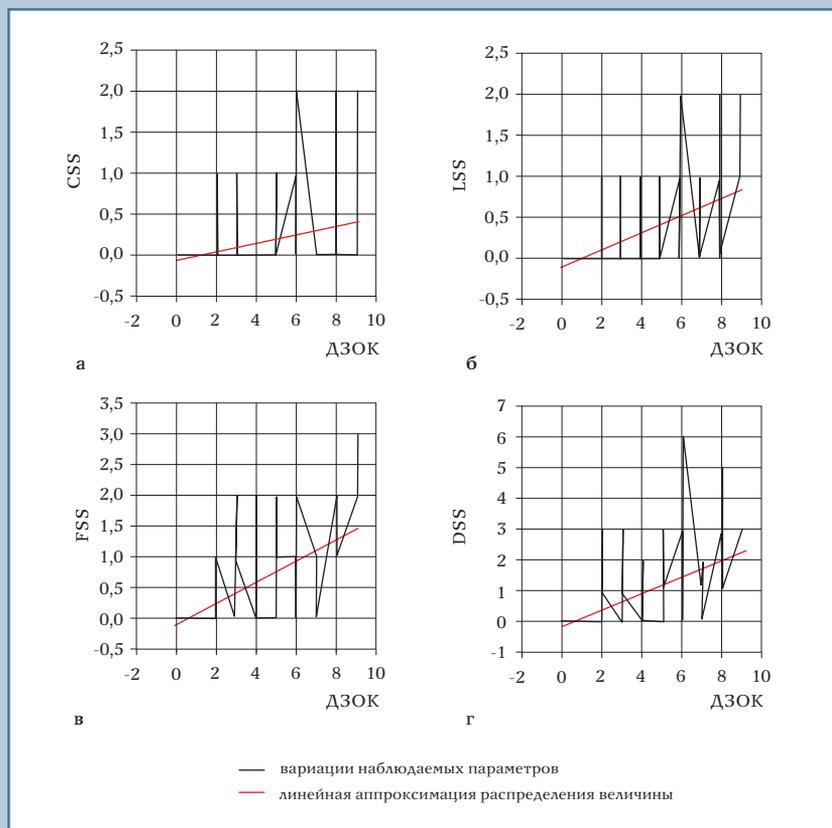
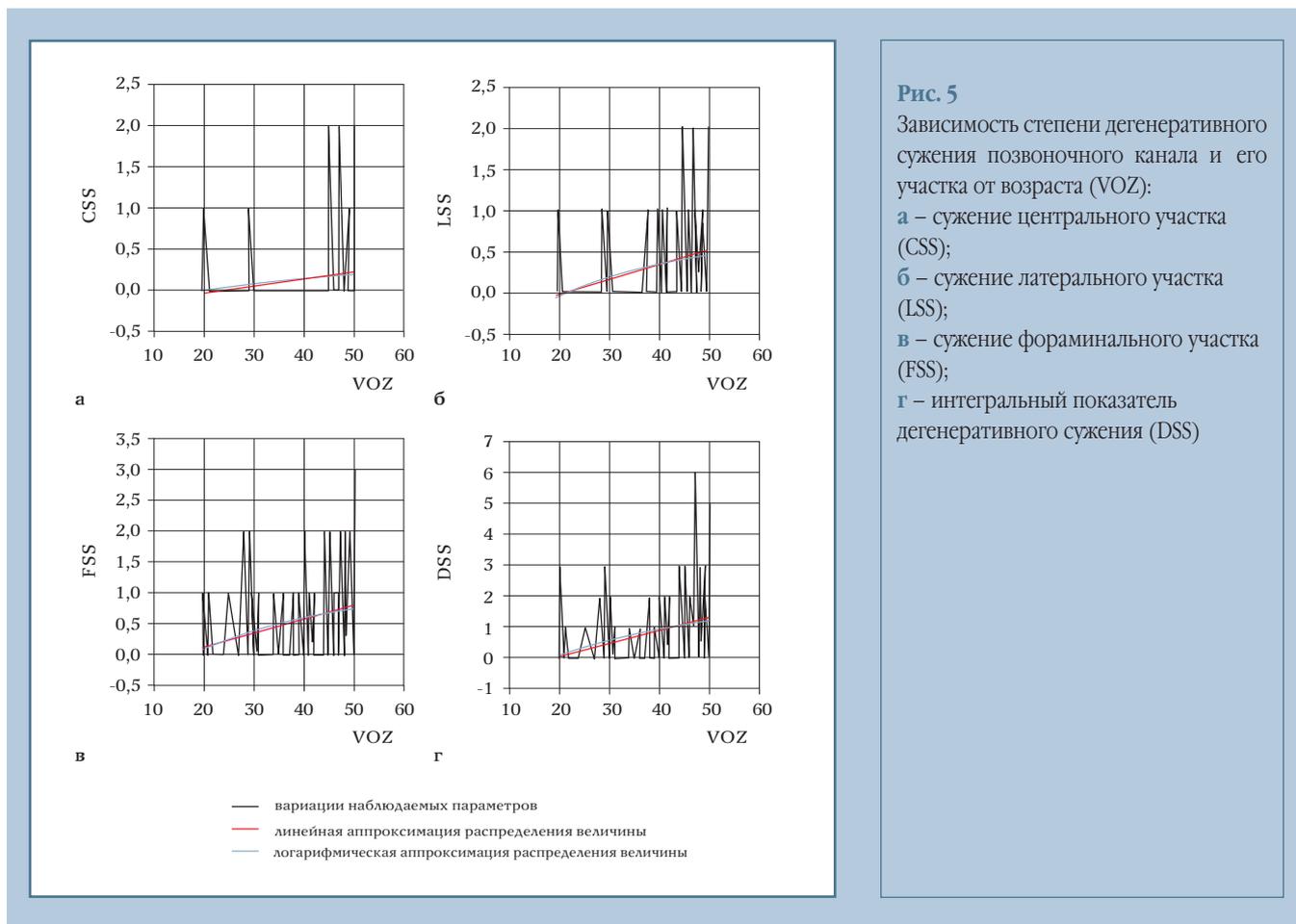


Рис. 4

Зависимость степени дегенеративного сужения позвоночного канала и его участка от тяжести дегенерации заднего опорного комплекса (ДЗОК) нижнепоясничных сегментов:

- а** – сужение центрального участка (CSS);
- б** – сужение латерального участка (LSS);
- в** – сужение фораминального участка (FSS);
- г** – интегральный показатель дегенеративного сужения (DSS)



6, 7]. Выделен вариант дислокационного спондилоартроза, который развивается и/или прогрессирует не только при снижении высоты диска, но и при любых дислокациях, в том числе при сегментарной гиперэкстензии [3].

Гипотеза дислокационной природы поясничного спондилоартроза подтверждается прямой и сильной корреляцией тяжести дегенерации заднего опорного комплекса и параметров ПТБ, в том числе величины поясничного лордоза [5]. Хотя слабая, но обратная корреляция степени стенозирования ПК и тяжести дегенерации переднего опорного комплекса объясняется тем, что значительное уменьшение высоты диска, как правило, сопровождается уменьшением сегментарного лордоза (симптом параллелизации). Как показано ранее [1], риск стеноза ПК прямо пропорционален вели-

чине сегментарного гиперлордоза, что подтверждено в работе Hasegawa et al. [19]. Исследуя влияние снижения высоты диска на формирование фораминального стеноза, авторы доказали, что не любое уменьшение высоты диска, а лишь уменьшение задней высоты до 4 мм и менее, независимо от высоты переднего отдела, приводит к фораминальному стенозу. В экспериментальном исследовании на трупном материале Cinotti et al. [11] показали, что снижение высоты диска обязательно вызывает уменьшение вертикального размера межпозвоночного отверстия, но не сокращает его сагиттальный размер. Авторы пришли к выводу, что снижение высоты диска не приводит к фораминальному стенозу.

Механизмы дегенеративного стенозирования ПК и его отдельных участков остаются недостаточно выясненными.

Стенозирование фораминальной зоны [22] может быть связано с инклинацией верхнего суставного отростка в нижнюю вырезку вышележащего позвонка и с остеофитами суставных фасеток, но Tischer et al. [26] показали, что даже у пожилых людей (средний возраст $80,1 \pm 11,2$ года) остеофиты верхних краев фасеток нижних суставных отростков встречаются очень редко (1,2 %), а в области медиальных краев они вообще не обнаружены. Остеофиты верхних и медиальных краев фасеток верхних суставных отростков выявлены соответственно в 9,5 и 1,2 % случаев. Следовательно, остеофиты суставных фасеток редко приводят к дегенеративному стенозу. Наиболее важным фактором стенозирования ПК является гиперпластическое дегенеративное ремоделирование дуг позвонков и суставных отростков, но эта гипотеза нуждается в документированном доказательстве.

Некоторые результаты множественной регрессии раскрывают определенные механизмы дегенеративного стенозирования ПК. Так, стенозирование центрального участка ПК прямо пропорционально степени латерального стенозирования, величине ретролистеза, суммарной тяжести дегенеративного сужения ПК и обратно пропорционально степени стенозирования фораминального участка ПК.

В свою очередь, степень сужения латерального участка ПК прямо коррелирует со степенью стенозирования центральной части ПК, тяжестью апикоаркуального артроза и с возрастом, в меньшей степени и обратно коррелирует с женским полом и величиной ретролистеза. Факт, что дегенеративный стеноз ПК встречается достоверно чаще у мужчин [1, 17, 21, 27], подтверждается в данной работе.

Степень стеноза фораминального участка ПК пропорциональна тяжести апикоаркуального артроза, степени сужения центрального участка ПК, величине GLL и возрасту.

Обнаруженные корреляции показывают, что центральный и фораминальный варианты стеноза ПК, скорее всего, представляют собой отдельные сущности. Промежуточным звеном их связи служит латеральный стеноз, зависящий преимущественно от тяжести апикоаркуального артроза, который может привести к дегенеративному ремоделированию как пластин дуг позвонков (следствием чего является стенозирование латеральных карманов и центральной части ПК), так и суставных отростков, вызывая тем самым фораминальный стеноз.

Заключение

Степень дегенеративного стенозирования нижнепоясничного ПК, его CSS, LSS и FSS участков прямо пропорциональна возрасту пациентов и тяжести дегенеративных изменений заднего опорного комплекса нижнепоясничных сегментов (дуготростчатого, межостистого и апикоаркуального артрозов), которая, в свою очередь, прямо пропорциональна величине параметров ПТБ (PI, SS, GLL).

Установленные на основании корреляционного и регрессионного анализов закономерности формирования дегенеративного ПСС и его отдельных вариантов служат основой корректных представлений о патогенезе ПСС и количественного прогнозирования развития и течения дегенеративного поясничного стеноза.

Литература

1. **Продан А.И.** Стеноз поясничного отдела позвоночного канала: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Харьков, 1994.
2. **Продан А.И., Радченко В.А., Криничанская М.И.** Дегенеративные изменения дуготростчатых суставов при поясничном остеохондрозе // V съезд ортопедов-травматологов Советской Прибалтики: Тез. докл. Рига, 1986. С. 389–392.
3. **Продан А.И., Радченко В.А., Пащук А.Ю. и др.** Поясничные спондилоартрозы. Харьков, 1992.
4. **Продан А.И., Радченко В.А., Хвисьюк А.Н. и др.** Закономерности формирования вертикальной осанки и параметры сагиттального позвоночно-тазового баланса у пациентов с хронической люмбагией и люмбоишалгией // Хирургия позвоночника. 2006. № 4. С. 56–61.
5. **Продан А.И., Хвисьюк А.Н.** Корреляции параметров сагиттального позвоночно-тазового баланса и дегенеративных изменений нижнепоясничных позвоночных сегментов // Хирургия позвоночника. 2007. № 1. С. 32–37.
6. **Радченко В.А.** Диагностика и лечение артроза дуготростчатых суставов при поясничном остеохондрозе: Дис. ... канд. мед. наук. Харьков, 1988.
7. **Радченко В.А.** Оптимизация хирургической тактики и техники операций при дистрофических заболеваниях поясничного отдела позвоночника: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Харьков, 1996. С. 44.
8. **Радченко В.А., Продан А.И., Куценко В.А. и др.** Структурно-функциональные нарушения при дистрофически-деструктивных заболеваниях позвоночника у людей старшего возраста // Ортопед, травматол. и протезир. 2003. № 3. С. 12–16.
9. **Радченко В.А., Скиданов А.Г.** Латеральный дегенеративный артрогенный стеноз поясничного отдела позвоночного канала. Механизмы развития // Ортопед, травматол. и протезир. 2007. № 3. С. 65–71.
10. **Cauchoux J., Taussig G., Nordin J.Y.** [Sciatica and cauda equina syndrome due to the narrowing of the spinal canal after posterior lumbosacral arthrodesis] // Sem. Hop. 1969. Vol. 45. P. 2023–2025. French.
11. **Cinotti G., De Santis P., Nofroni I., et al.** Stenosis of lumbar intervertebral foramen: anatomic study of predisposing factors // Spine. 2002. Vol. 27. P. 223–229.
12. **Duval-Beaupere G., Boisaubert B., Hecquet J., et al.** Sagittal profile of normal spine change in spondylolisthesis // In: Harms J., Stürz H., eds. Severe Spondylolisthesis. Darmstadt: Steinkopff Verlag, 2001. P. 21–32.
13. **Epstein B.S., Epstein J.A., Lavine L.** The effect of anatomic variations in the lumbar vertebrae and spinal canal on cauda equina and nerve root syndromes // Am. J. Roentgenol. 1964. Vol. 91. P. 1055–1063.
14. **Eubanks J.D., Lee M.J., Cassinelli E., et al.** Prevalence of lumbar facet arthrosis and its relationship to age, sex and race: an anatomic study of cadaveric specimens // Spine. 2007. Vol. 32. P. 2058–2062.
15. **Fiere V., Mota H., Berthounaud E., et al.** Discal hemiation, pelvic incidence and spinopelvic balance: a correlations study // Eur Spine J. 2001. Vol. 10. Suppl. 1. P. 45.
16. **Fujiwara A., Tamai K., Yamato M., et al.** The relationship between facet joint osteoarthritis and disc degeneration of the lumbar spine: an MRI study // Eur. Spine J. 1999. Vol. 8. P. 391–401.
17. **Garfin S.R., Herkowitz H.N., Mirkowic S.** Instruction course lectures. The American Academy of Orthopaedic Surgeons – Spinal Stenosis // J. Bone Joint Surg. Am. 1999. Vol. 81. P. 572–586.
18. **Gries N.C., Berlemann U., Moore R., et al.** Early histologic changes in lower lumbar discs and facet joints and their correlation // Eur. Spine J. 2000. Vol. 9. P. 23–29.
19. **Hasegawa T., An H.S., Haughton V.M., et al.** Lumbar foraminal stenosis: critical heights of the intervertebral discs and foramina. A cryomicrotome study in cadavera // J. Bone Joint Surg. Am. 1995. Vol. 77. P. 32–38.
20. **Jackson R.P., McManus A.C.** Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study // Spine. 1994. Vol. 19. P. 1611–1618.

21. **Jansson K.A., Blomqvist P., Granath F., et al.** Spinal stenosis surgery in Sweden 1987–1999 // *Eur. Spine J.* 2003. Vol. 12. P. 535–541.
22. **Jenis L.G., An H.S.** Spine update: Lumbar foraminal stenosis // *Spine.* 2000. Vol. 25. P. 389–394.
23. **Porter R.W.** Spinal stenosis and neurogenic claudication // *Spine.* 1996. Vol. 21. P. 2046–2052.
24. **Sasaki K.** Magnetic resonance imaging findings of the lumbar root pathway in patients over 50 years old // *Eur. Spine J.* 1995. Vol. 4. P. 71–76.
25. **Stromqvist B., Jonsson B., Fritzell P., et al.** The Swedish National Register for lumbar spine surgery. Swedish Society for Spinal Surgery // *Acta Orthop. Scand.* 2001. Vol. 72. P. 99–106.
26. **Tischer T., Aktas T., Milz S., et al.** Detailed pathological changes of human lumbar facet joints L1–L5 in elderly individuals // *Eur. Spine J.* 2006. Vol. 15. P. 308–315.
27. **Turner J.A., Ersek M., Herron L., et al.** Surgery for lumbar spinal stenosis. Attempted meta-analysis of the literature // *Spine.* 1992. Vol. 17. P. 1–8.
28. **Whitesides T.E., Horton W.C., Hutton W.C., et al.** Spondylolitic spondylolisthesis: a study of pelvic and lumbosacral parameters of possible etiologic effect in two genetically and geographically distinct groups with high occurrence // *Spine.* 2005. Vol. 30. P. S12–S21.

Адрес для переписки:

Хвисяк Алексей Николаевич
61002, Украина, Харьков,
ул. Корчагинцев, 58, ХМАПО,
vert@ua.fm

Статья поступила в редакцию 28.04.2008