



# КОРРЕЛЯЦИЯ ПАРАМЕТРОВ САГИТТАЛЬНОГО ПОЗВОНОЧНО-ТАЗОВОГО БАЛАНСА И ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НИЖНЕПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ СЕГМЕНТОВ

А.И. Продан<sup>1</sup>, А.Н. Хвисьук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт патологии позвоночника и суставов им. М.И. Ситенко, Харьков

<sup>2</sup>Харьковская медицинская академия последипломного образования

**Цель исследования.** Анализ корреляции между параметрами позвоночно-тазового баланса и дегенеративными изменениями нижнепоясничных позвоночных сегментов.

**Материал и методы.** Проанализированы протоколы клинического и рентгенологического обследований 100 пациентов (68 мужчин, 32 женщины; средний возраст —  $38,7 \pm 9,7$  лет) с хронической люмбалгией и люмбаишалгией. По боковым рентгенограммам измеряли наклон таза (PI), наклон крестца (SS), отклонение таза от вертикали (PT) и глобальный поясничный лордоз (GLL). По специально разработанной шкале оценивалась выраженность дегенеративных изменений трех нижнепоясничных позвоночно-двигательных сегментов: диска, дугоотростчатых суставов, переднего и заднего опорных комплексов. Проведена статистическая обработка полученных данных.

**Результаты.** Определено, что дегенерация диска и дегенеративные изменения переднего опорного комплекса негативно коррелируют с PI, SS и GLL, а дегенеративные изменения дугоотростчатых суставов и заднего опорного комплекса позитивно коррелируют с этими параметрами. Возраст пациента не влияет на дегенерацию диска и дегенеративные изменения переднего опорного комплекса, но дегенеративные изменения дугоотростчатых суставов и заднего опорного комплекса существенно увеличиваются с возрастом ( $r = 0,564$  и  $r = 0,467$  соответственно).

**Заключение.** При малых величинах PI, SS и GLL преобладают дегенеративные изменения дисков, при больших величинах — дегенеративные изменения дугоотростчатых суставов и суммарная тяжесть дегенерации заднего опорного комплекса.

**Ключевые слова:** сагиттальный позвоночно-тазовый баланс, патогенез, дегенерация диска, дегенерация дугоотростчатых суставов.

CORRELATION BETWEEN SAGITTAL SPINOPELVIC BALANCE PARAMETERS AND DEGENERATIVE CHANGES OF THE LOWER LUMBAR SPINAL SEGMENTS

A.I. Prodan, A.N. Khvysyuk

**Objective.** To study correlation between spinopelvic balance parameters and degenerative changes in the low lumbar spinal segments.

**Material and Methods.** Clinical and radiological findings in 100 patients (32 women, 68 man; mean age  $38.7 \pm 9.7$  years) with chronic lumbodinia and lumbar ischialgia were analysed. Pelvic incidence (PI), sacral slope (SS), pelvic tilt (PT) and global lumbar lordosis (GLL) were measured from lateral radiographs. The severity of degenerative changes in three lower lumbar segments: disk, facet, anterior and posterior supportive columns was assessed using a specially developed scale. The obtained data were statistically processed.

**Results.** It was revealed that disk and anterior supportive column degenerations correlate negatively with parameters of PI, SS and GLL, whereas facet and posterior supportive column degenerations demonstrate positive correlation with the same parameters. Age does not effect disk and anterior supportive column degenerations, but degenerations of facet and posterior supportive column increase severely with age ( $r = 0.564$  and  $r = 0.467$ , respectively).

**Conclusion.** Degenerative disc changes predominate in patients with low values of PI, SS, and GLL. Degeneration of facet joints and summarized severity of posterior supportive column degeneration predominate in patients with high values of PI, SS, and GLL.

**Key Words:** sagittal spino-pelvic balance, pathogenesis disc degeneration, facet joint degeneration.

Hir. Pozvonoc. 2007;(1):44–51.

Дегенеративные заболевания позвоночника относятся к обширной группе мультифакториальных заболеваний, этиологически и патогенетически связанных с влиянием генетически детерминированной предрасположенности, а также с факторами внешней среды, в том числе и с механическими нагрузками.

Однако не выяснена относительная степень влияния генетических факторов и механических нагрузок на генезис дегенеративных заболеваний позвоночника. В последнее десятилетие на основании исследований монозиготных близнецов удалось доказать важное значение наследственных детерминантов дегенеративных заболеваний позвоночника [8, 23]. По мнению большинства ученых, преобладающую роль играют биомеханические факторы, в том числе на уровне взаимодействия микромеханической стимуляции и генетических факторов в регуляции экспрессии и ремоделирования молекул межклеточного матрикса, цитокинов и медиаторов боли и воспаления в дегенерированных тканях [20, 22, 24].

Нагрузки на позвоночно-двигательный сегмент (ПДС) при прочих равных условиях определяются состоянием позвоночно-тазового баланса.

Впервые понятие позвоночно-тазового баланса в исследовании физиологии и патологии позвоночника ввела G. Duval-Beaupere [10], которая на основании бароцентриметрических исследований пришла к выводу, что в вертикальном положении тела парциальные центры тяжести за счет закономерного изменения пространственной конфигурации таза и позвоночника располагаются таким образом, чтобы координаты общего центра массы части тела над тазобедренными суставами у данного индивида были бы константными, а ось гравитации, то есть проекция общего центра тяжести, постоянно располагается несколько кзади (35 мм) от бикоксофеморальной оси [11].

Позвоночно-тазовый баланс в вертикальной позе регулируется нервно-

мышечной системой, обеспечивающей минимизацию работы мышц для сохранения вертикальной позы, и определяется параметрами морфологии таза.

В научных исследованиях основное внимание уделяется изучению позвоночно-тазового баланса в сагиттальной плоскости, потому что во фронтальной плоскости, за исключением сколиотической осанки и сколиоза, взаимоотношения таза и позвоночника сбалансированы. Подробно изучены параметры сагиттального позвоночно-тазового баланса (СПТБ) у здоровых волонтеров, в том числе у детей и подростков [18, 21, 26], и у пациентов со спондилолистезом [5, 9, 11, 17].

Особый интерес, с нашей точки зрения, вызывает состояние СПТБ и влияние его параметров на дегенеративные изменения переднего и заднего опорных комплексов ПДС, но исследований такого рода очень мало. Есть данные, что состояние СПТБ влияет на риск развития дегенеративных изменений в диске, соседнем со спондилодезировавшимся сегментом [16], а уменьшение наклона таза и крестца коррелирует с более высокой частотой грыж поясничных дисков [12].

Других публикаций по интересующей нас проблеме, в том числе в наиболее информативных журналах «Spine», «Eur. Spine J.», «J. Spine Disord», насколько нам известно, нет.

Цель нашего исследования – изучение корреляции параметров СПТБ и дегенеративных изменений нижнепоясничных ПДС у пациентов с хронической люмбагией и люмбоишиалгией.

### Материал и методы

Изучены материалы протоколов клинического и рентгенологического обследования сплошной выборки популяции 100 пациентов с хронической люмбагией или люмбоишиалгией. Мужчин из них – 68, женщин – 32. Средний возраст пациентов –  $38,7 \pm 9,7$  лет.

Критерии включения в материал исследования следующие: продолжительность люмбагии или люмбоишиалгии не менее 6 мес.; сохранение подвижности позвоночника в сагиттальной плоскости, то есть отсутствие функциональных блокад поясничных сегментов и выраженных митонических реакций; возраст в момент исследования не менее 20 и не более 50 лет.

Критерии исключения из материала исследования: все варианты диспластического и дегенеративного спондилолистеза и сколиоза; болезнь Шейерманна – Мау; травмы позвоночника, любые воспалительные заболевания и опухоли позвоночника, дисплазии и аномалии развития позвоночника, способные вызвать его деформацию.

Рентгенограммы поясничного отдела позвоночника и таза с захватом тазобедренных суставов выполнялись в боковой проекции в положении стоя. Измеряли величину глобального поясничного лордоза (GLL) по Cobb от верхней поверхности тела L<sub>1</sub> до верхней поверхности S<sub>1</sub>. Параметры таза определяли по методике G. Duval-Beaupere et al. [11, 18, 26]. Измеряли величину наклона таза (PI), наклона верхней поверхности S<sub>1</sub> (SS) к горизонтали, отклонения таза от вертикали (PT).

Показатель относительной высоты трех нижнепоясничных дисков определяли по индексу Id, равному отношению площади дисков к площади тела вышележащего позвонка на боковой рентгенограмме. Методики измерения параметров СПТБ и величин Id показаны на рис. 1.

По переднезадним и боковым снимкам, а также по данным МРТ и КТ регистрировали остеофиты тел позвонков, грыжи Шморля, признаки дугоотростчатого артроза, межкостистого и апикулярного артроза.

Тяжесть дегенеративных изменений каждого из трех нижнепоясничных дисков оценивали по следующей шкале:

Id > 0,35 – 0 баллов;

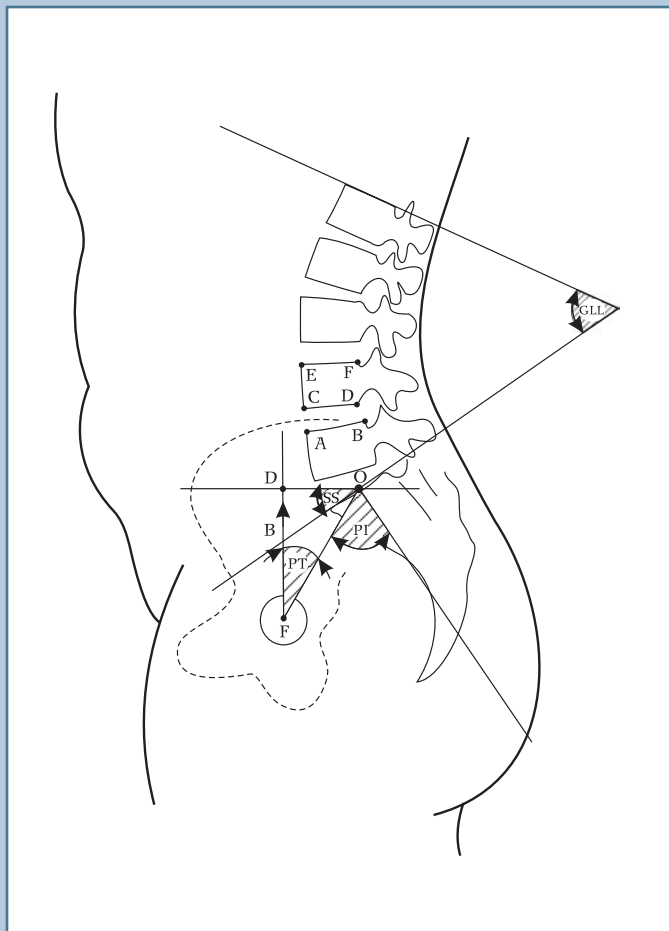


Рис. 1

Схема измерения параметров сагиттального позвоночно-тазового баланса и индекса высоты диска (Id): PI (наклон таза) – угол между линией, соединяющей середину верхней поверхности крестца (O) с центром головок бедер (F) и перпендикуляром к верхней поверхности крестца, восстановленным в точке O; SS (наклон крестца) – угол между горизонталью (OD) и верхней поверхностью крестца (OB); PT (отклонение таза) – угол между вертикалью (FD) и линией, соединяющей середину верхней поверхности крестца (O) с центром головок бедер. При несовпадении контуров правой и левой головок бедер точка F располагается на середине бикоксофеморальной линии, соединяющей центры головок обеих бедер; GLL (глобальный поясничный лордоз) – угол между верхней поверхностью тела L<sub>1</sub> и верхней поверхностью тела S<sub>1</sub> (по Cobb).

Формула расчета Id:

$$Id = \frac{(AC + BD) / 2 \times (AB + CD) / 2}{(CE + DF) / 2 \times (CD + EF) / 2} = \frac{(AC + BD) \times (AB + CD)}{(CE + DF) \times (CD + EF)}$$

Id от 0,31 до 0,35 – 1 балл;  
Id от 0,26 до 0,3 – 2 балла;  
Id от 0,21 до 0,25 – 3 балла;  
Id от 0,16 до 0,2 – 4 балла;  
Id ≤ 0,15 – 5 баллов.

Сумма баллов в трех нижнепоясничных дисках отражает общую степень дегенерации дисков. Отсутствие осеофитов тел позвонков ПДС обозначали 0 баллов, а наличие осеофитов в сегменте – 1 балл, наличие осеофитов в двух ПДС – 2 балла. Максимальная оценка степени дегенеративных изменений в связи с осеофитами для трех нижнепоясничных сегментов – 3 балла. Аналогично оценивали наличие или отсутствие грыж Шморля. Тяжесть дегенерации переднего опорного комплекса трех нижнепоясничных ПДС представляет собой сумму баллов дегенерации дисков, степени дегенеративных изменений по осеофитозу

(от 0 до 3 баллов) и грыж Шморля (от 0 до 3 баллов).

Дегенеративные изменения дугоотростчатых суставов оценивали по следующей шкале: дугоотростчатого артроза нет ни в одном из нижнепоясничных сегментов – 0 баллов; дугоотростчатый артроз в одном сегменте – 1 балл; в двух сегментах – 2 балла; во трех сегментах – 3 балла.

Аналогично оценивали степень тяжести дегенерации по межостистому артрозу и апикоаркуальному артрозу. Тяжесть дегенеративных изменений заднего опорного комплекса трех нижнепоясничных ПДС представляет собой сумму дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов, межостистого артроза и апикоаркуального артроза.

Таким образом, степень дегенерации дисков варьировала от 0 до 15 баллов, тяжесть дегенерации переднего

опорного комплекса – от 0 до 21 балла, тяжесть дугоотростчатого артроза – от 0 до 3 баллов; межостистого артроза – от 0 до 3 баллов, апикоаркуального артроза – от 0 до 3 баллов, а суммарная тяжесть дегенерации заднего опорного комплекса – от 0 до 9 баллов.

Статистические исследования и расчеты проводились в программах Excel и SPSS 11.0. Применялись следующие методы: описательная статистика с построением гистограмм и с выводом кривой нормального распределения, при этом в некоторых выборках нормализацию проводили методом логарифмирования по основанию 10; регрессионный анализ с построением линии регрессии (линейной и логарифмической); корреляционный анализ по методам Пирсона и Спирмана, а также графическое представление зависимости сред-

них значений данных, сгруппированных по интервалам.

### Результаты и их обсуждение

Дегенеративных изменений дисков не было (0 баллов) у 14 пациентов, дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов не выявлено тоже у 14 пациентов; у остальных 72 пациентов имелись различные сочетания дегенеративных изменений переднего и заднего опорных комплексов.

Характер распределения величин дегенерации дисков, дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов, дегенеративных изменений переднего и заднего опорных комплексов показан на рис. 2. Обращает на себя внимание тот факт, что кривые нормального распределения дегенерации дисков, дегенеративных изменений заднего и переднего опорных комплексов почти соответствуют симметричному Гауссовскому распределению, но слегка смещены влево, а кривая нормального распределения тяжести дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов сильно смещена вправо. Очевидно, это связано с особенностями корреляции тяжести дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов и других параметров.

Результаты регрессионного анализа дегенерации дисков, дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов, дегенеративных изменений переднего и заднего опорных комплексов в зависимости от возраста показаны на рис. 3. Наклон линии регрессии тем больше, чем сильнее связь избранного параметра с возрастом. Оказалось, что тяжесть дегенерации переднего опорного комплекса не связана с возрастом, величина дегенерации дисков слабо отрицательно связана с возрастом, регрессия дегенеративных изменений заднего опорного комплекса положительная, но относительно слабая, зато регрессия дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов от возраста очень сильная и положительная: чем

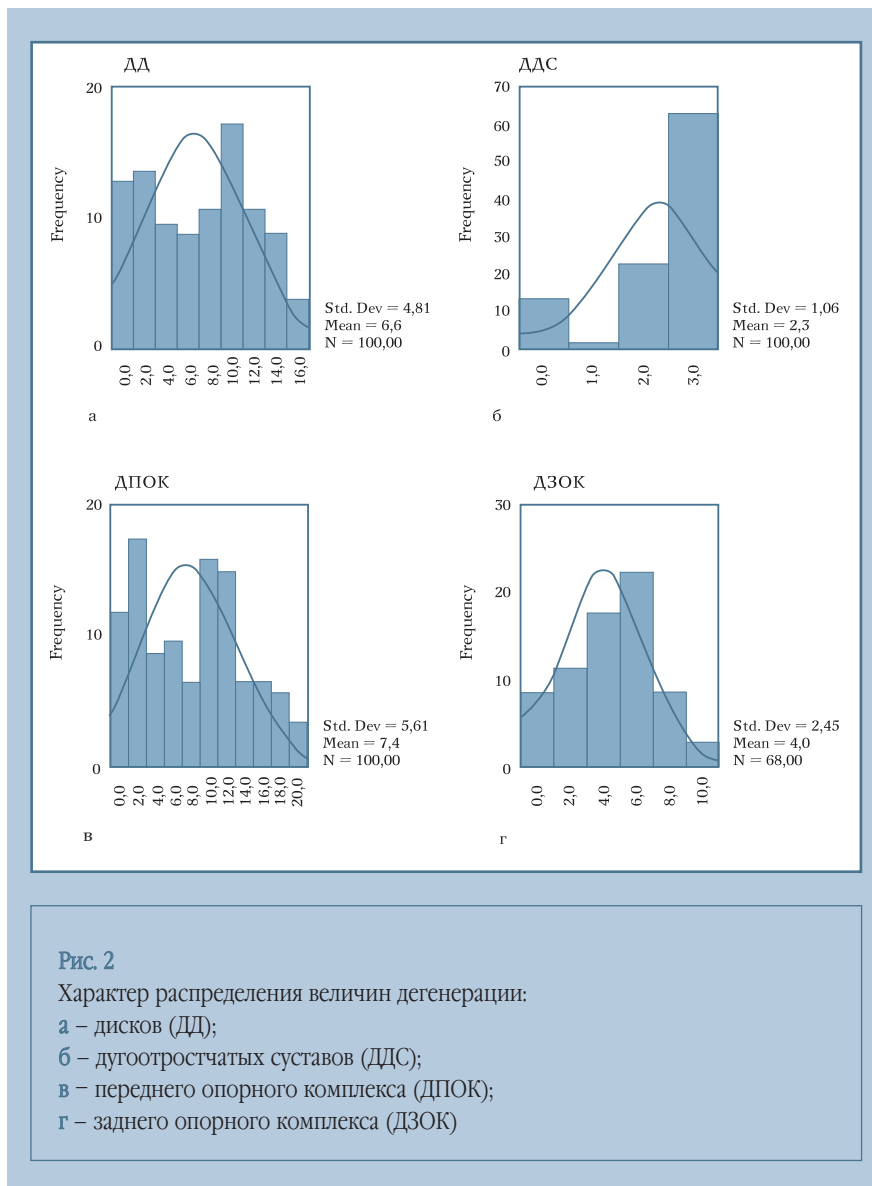
старше пациент, тем вероятнее более тяжелый дугоотростчатый артроз.

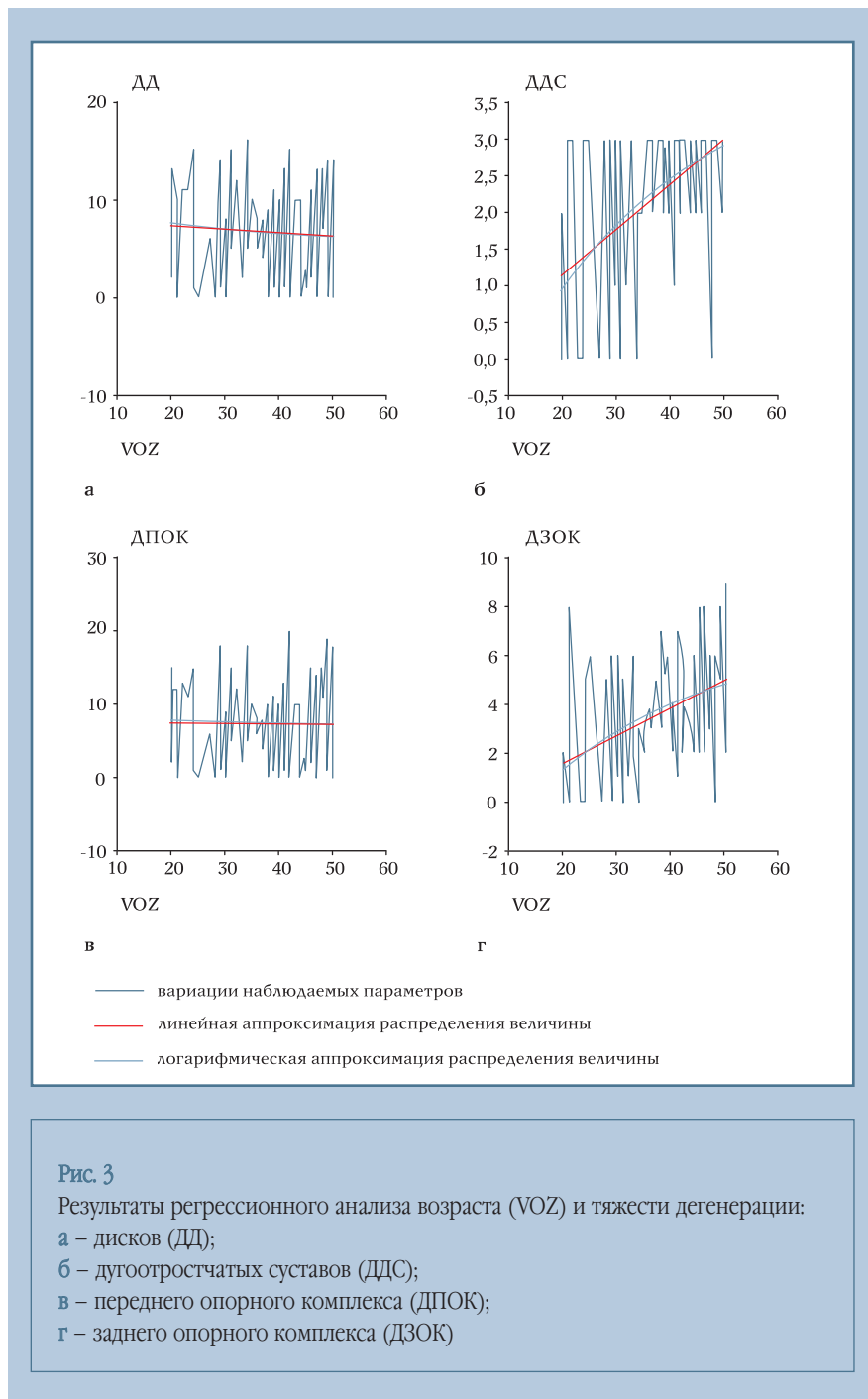
Результаты регрессионного анализа тяжести дегенерации дисков, дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов, дегенеративных изменений переднего и заднего опорных комплексов и анатомического константного параметра СПТБ, то есть величины PI, представлены на рис. 4. Видно, что имеется сильная связь PI и показателей тяжести дегенеративных изменений межпозвоноковых дисков, дугоотростчатых суставов, суммарной тяжести дегенерации переднего и заднего опорных комплексов.

Характер связи очевиден: чем меньше PI, тем больше дегенерация дисков и суммарная дегенерация переднего опорного комплекса. И, наоборот, тяжесть дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов и суммарная тяжесть дегенерации заднего опорного комплекса тем больше, чем больше PI.

Параметр PI является анатомическим, у взрослых людей не изменяется, то есть величина его остается постоянной независимо от возраста и положения тела. PI определяет величины SS, PT и нормальную величину GLL.

Результаты регрессионного анализа показывают, что морфология таза,





в частности PI, в значительной мере определяет характер и особенности дегенеративных изменений поясничных позвоночных сегментов. По нашим данным, между константным тазовым параметром PI и позиционным параметром SS имеется сильная корреляция ( $r = 0,880$ ;  $p < 0,01$ ), а SS сильно коррелирует с величиной поясничного лордоза ( $r = 0,902$ ;  $p < 0,01$ ).

Связь GLL с тяжестью дегенеративных изменений дисков, дугоотростчатых суставов, а также с суммарной тяжестью дегенерации переднего и заднего опорных комплексов показана на рис. 5.

Сравнив данные регрессионного анализа (рис. 4, 5), можно легко убедиться в том, что величина GLL, производного от SS и PI, сильно и нега-

тивно коррелирует с дегенерацией дисков и переднего опорного комплекса, и, наоборот, позитивно связана с дегенеративными изменениями дугоотростчатых суставов и заднего опорного комплекса.

В табл. приведены коэффициенты двухсторонней корреляции (по Пирсону) тяжести дегенерации дисков, дугоотростчатых суставов и суммарной тяжести дегенерации переднего и заднего опорных комплексов с параметрами СПТБ и с возрастом.

Таким образом, результаты регрессионного и корреляционного анализов свидетельствуют, что, чем меньше PI и производные от него позиционные параметры SS и GLL, тем больше тяжесть дегенеративных изменений нижних поясничных дисков и суммарная тяжесть дегенерации переднего опорного комплекса нижнепоясничных позвоночных сегментов. Наоборот, чем больше величина PI, SS и GLL, тем больше тяжесть дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов и суммарная тяжесть дегенерации заднего опорного комплекса трех нижних поясничных ПДС. Возраст не влияет на тяжесть дегенерации дисков и всего переднего опорного комплекса, но тяжесть дегенерации дугоотростчатых суставов и заднего опорного комплекса существенно увеличивается по мере увеличения возраста.

Увеличение нагрузки на передний опорный комплекс при уменьшении PI, SS и GLL сопряжено с относительным уменьшением нагрузки на задний опорный комплекс. Наоборот, увеличение PI, SS и GLL приводит к уменьшению нагрузки на передний опорный комплекс и к относительному увеличению нагрузки на задний опорный комплекс.

Если учесть, что вертикальная осанка человека определяется параметрами PI, SS и GLL у здоровых людей [11, 18, 26], а, по нашим данным, и у пациентов с дегенеративными заболеваниями позвоночника, то становится ясным, что у лиц с гиполордотической осанкой (плоская спина) выше риск дегенеративных заболева-

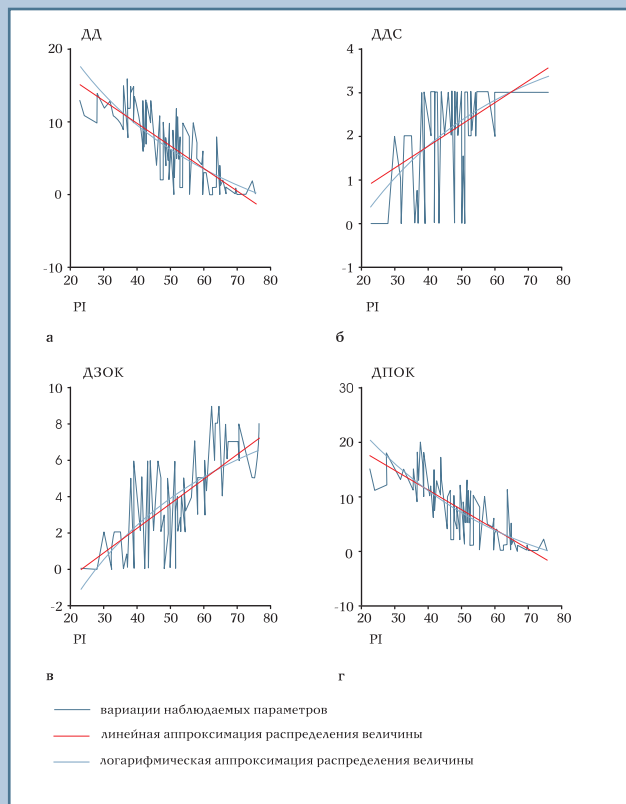


Рис. 4

Результаты регрессионного анализа (линейного и логарифмического) величины наклона таза (PI) и дегенерации:

а – дисков (ДД);

б – дугоотростчатых суставов (ДДС);

в – переднего опорного комплекса (ДПОК);

г – заднего опорного комплекса (ДЗОК)

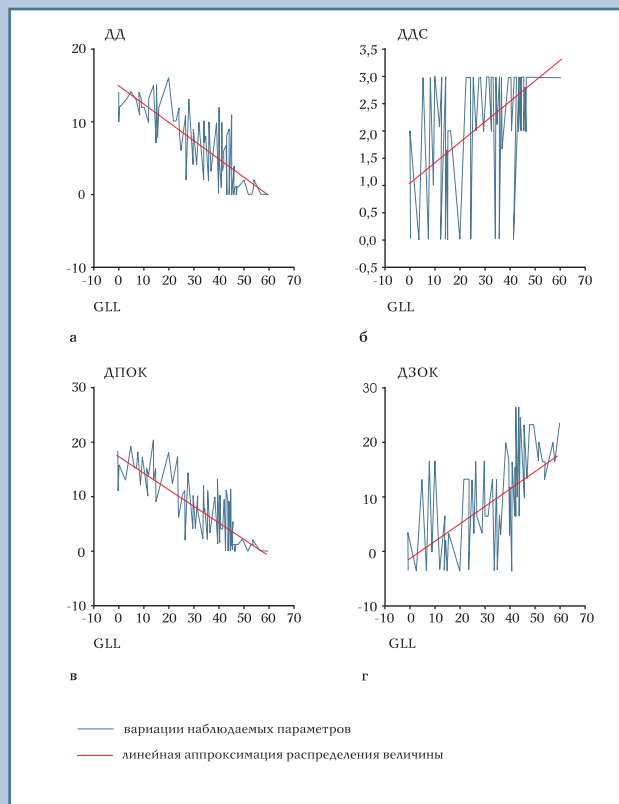


Рис. 5

Результаты регрессионного анализа (линейного и логарифмического) величины глобального поясничного лордоза (GLL) и дегенерации:

а – дисков (ДД);

б – дугоотростчатых суставов (ДДС);

в – переднего опорного комплекса (ДПОК);

г – заднего опорного комплекса (ДЗОК)

Таблица

Коэффициенты корреляции тяжести дегенерации с параметрами сагиттального позвоночно-тазового баланса и с возрастом (по Пирсону)

Параметры	Дегенерация			
	дисков	дугоотростчатых суставов	переднего опорного комплекса	заднего опорного комплекса
Наклон таза	-0,793	0,582	-0,787	0,699
Наклон крестца	-0,758	0,533	-0,759	0,626
Глобальный поясничный лордоз	-0,793	0,543	-0,805	0,615
Возраст	-0,078*	0,564	-0,007*	0,467

$P < 0,01$ ;

\*  $P > 0,05$ .

ний переднего опорного комплекса поясничных ПДС, а риск дегенеративных заболеваний заднего опорного комплекса существенно меньше.

Наоборот, при гиперлордотической осанке человека риск дегенеративного поражения переднего опорного комплекса поясничных ПДС значительно меньше, а риск дегенеративного изменения заднего опорного комплекса достоверно больше.

Иными словами, поясничный остеохондроз возникает преимущественно у лиц с гиполордотической осанкой, а поясничный спондилоартроз развивается преимущественно у лиц с гиперлордотической осанкой. У субъектов с параметрами СПТБ, близкими к норме, равновероятны дегенеративные изменения и переднего, и заднего опорных комплексов, причем риск дегенерации существенно меньше.

В настоящее время считаются конкурирующими старая биомеханическая теория, связывающая этиологию и патогенез дегенеративных заболеваний позвоночника с нагрузками [22, 24], и новая наследственная теория [8, 23].

Факт, что тазовые параметры (PI, SS) генетически детерминированы (с учетом наших данных [29] о влиянии параметров СПТБ на развитие дегенеративных заболеваний позвоночника опосредовано, через особенности распределения нагрузки на передний и задний опорный комплексы) приводит к тому, что из конкурирующих эти две теории становятся взаимосвязанными и взаимодополняющими.

Заметим, что диагноз «остеохондроз поясничного отдела позвоночника» у пациентов без дегенеративных изменений межпозвонковых дисков не имеет смысла. Диагноз «поясничный остеохондроз» достоверен лишь у пациентов с признаками дегенеративных изменений межпозвонковых дисков и без дегенерации заднего опорного комплекса. У части пациентов с сочетанием дегенерации переднего и заднего опорных комплексов сложно выяснить, что первично: либо

дегенерация дисков (остеохондроз) постепенно привела к дезадаптации и дегенерации элементов заднего опорного комплекса (спондилоартроз), либо первичный спондилоартроз привел к дезадаптации и дегенерации межпозвонковых дисков.

В литературе преобладает точка зрения, что дегенерация диска предшествует спондилоартрозу и служит его причиной [3], так как сужение диска приводит к существенному увеличению компрессионной нагрузки на дугоотростчатые суставы.

Следовало бы ожидать, что дегенерация дугоотростчатых суставов альтернативно приведет к повышению нагрузки на диски, что может ускорить их дегенерацию. Но такую причинно-следственную связь считают реальной лишь немногие [14, 15]. M.V. Swanepoel et al. [25] наряду с обычной связью дегенерации дисков с последующими дегенеративными изменениями дугоотростчатых суставов обнаружили и прямо противоположную связь, когда значительная дегенерация дугоотростчатых суставов имеется при здоровом диске. Еще в работе Levine [19] отмечено, что дегенерация дисков не является единственной или доминирующей причиной дегенерации дугоотростчатых суставов, а T. Videman et al. [28] выявили, что в 20 % дегенеративные изменения дугоотростчатых суставов предшествуют дегенерации дисков.

Впрочем, отношение к взаимосвязи дегенерации дисков и дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов постепенно меняется. Так, B. Vernon-Robles и C.J. Pirie [27] в более ранних работах считали, что дегенерация дисков предшествует дегенеративным изменениям дугоотростчатых суставов, то есть дегенерация дисков первична, а дегенерация дугоотростчатых суставов вторична, но позже на основании гистологических исследований подобной корреляции не обнаружили [14].

В наших ранних работах [3, 6] дегенеративные изменения дугоотростчатых суставов считались результатом поясничного остеохондроза, поз-

же нами была показана возможность и вероятность первичного спондилоартроза [4, 7], а затем спондилоартроз окончательно выделен в качестве отдельного варианта дегенеративных заболеваний позвоночника [1, 2].

## Заключение

Результаты исследования показали, что параметры СПТБ существенно влияют на характер дегенеративных изменений нижнепоясничных позвоночных сегментов.

При малой величине анатомического константного параметра PI и производных от него малых значениях SS и GLL преобладают дегенеративные изменения дисков и суммарная тяжесть дегенерации переднего опорного комплекса. В такой ситуации дегенерация дисков предшествует дегенерации дугоотростчатых суставов и служит причиной последних.

При больших величинах PI, SS и GLL, то есть при гиперлордотической осанке, преобладают дегенеративные изменения дугоотростчатых суставов и суммарная тяжесть дегенерации заднего опорного комплекса. В таких ситуациях спондилоартроз предшествует дегенерации дисков и может служить их причиной.

При величинах PI, SS и GLL, близких к нормальным значениям, равновероятны дегенеративные изменения и межпозвонковых дисков, и дугоотростчатых суставов, а риск их развития меньше, чем при крайне больших и крайне малых значениях параметров СПТБ.

## Литература

1. **Корж НА, Продан А.И., Барыш А.Е.** Патогенетическая классификация дегенеративных заболеваний позвоночника // Ортопед, травматол. и протезир. 2004. № 3. С. 5–13.
2. **Корж НА, Продан А.И., Радченко В.А. и др.** Классификация дегенеративных деформаций поясничного отдела позвоночника // Ортопед, травматол. и протезир. 2004. № 4. С. 94–98.
3. **Продан А.И., Радченко В.А., Криничанская М.И.** Дегенеративные изменения дугоотростчатых суставов при поясничном остеохондрозе // V съезд ортопедов-травматологов Сов. Прибалтики: Тез. докл. Рига, 1986. С. 389–392.
4. **Продан А.И., Радченко В.А., Пашук А.Ю. и др.** Поясничный спондилоартроз. Харьков, 1992.
5. **Продан А.И., Грунтовский А.С., Куценко В.А.** Рентгенометрические характеристики стенозирующих вариантов диспластического спондилолистеза // Украинский радиологический журн. 2005. № 1. С. 18–23.
6. **Радченко В.А.** Диагностика и лечение артроза дугоотростчатых суставов при поясничном остеохондрозе: Автореф. 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.
8. **Battie M.C., Videman T., Parent E.** Lumbar disc degeneration: epidemiology and genetic Influences // Spine. 2004. Vol. 29. P. 2679–2690.
9. **Curylo L.J., Edwards C., DeWald R.W.** Radiographic makers in spondyloptosis: implications for spondylolisthesis progression // Spine. 2002. Vol. 27. P. 2021–2025.
10. **Duval-Beaupere G., Robain G.** Visualization on full spine radiographs of the anatomical connections of the centers of the segmental body mass supported by each vertebra and measured in vivo // Int. Orthop. 1987. Vol. 11. P. 261–269.
11. **Duval-Beaupere G., Boisaubert B., Hecquet J., et al.** Sagittal profile of normal spine changes in Spondylolisthesis // In: Harms J., Sturz H., eds. Severe spondylolisthesis. Springer, Steinkopff, Darmstadt. 2003. P. 22–31.
12. **Fiere V, Mota H, Berthonnaud E, et al.** Discal herniation, pelvic incidence and spinopelvic balance: a correlations study // Eur. Spine J. 2001. Vol. 10. P. 45.
13. **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. 396–401.
14. **Gries N.C., Berlemann U, Moore R.J., et al.** Early histologic changes in lower lumbar discs and facet joints and their correlation // Eur. Spine J. 2000. Vol. 9. P. 23–29.
15. **Hafer T.R., O'Brien M., Dryer J.W., et al.** The role of lumbar facet joints in spinal stability. Identification of alternative paths of loading // Spine. 1994. Vol. 19. P. 2667–2671.
16. **Kumar M.N., Baklanov A., Chopin D.** Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion // Eur. Spine J. 2001. Vol. 10. P. 314–319.
17. **Labelle H, Roussouly P., Berthonnaud E, et al.** Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study // Spine. 2004. Vol. 29. P. 2049–2054.
18. **Legaye J, Duval-Beaupere G, Hecquet J, et al.** Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves // Eur. Spine J. 1998. Vol. 7. P. 99–103.
19. **Lewin T.** Osteoarthritis in lumbar synovial joints. A morphologic study // Acta Orthop. Scand. Suppl. 1964. Suppl. 73. P. 1–112.
20. **Roughley P.J.** Biology of intervertebral disc aging and degeneration: involvement of the extracellular matrix // Spine. 2004. Vol. 29. P. 2691–2699.
21. **Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, et al.** Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position // Spine. 2005. Vol. 30. P. 346–353.
22. **Setton L.A., Chen J.** Cell mechanics and mechanobiology in the intervertebral disc // Spine. 2004. Vol. 29. P. 2710–2723.
23. **Solovieva S, Lohiniva J, Leino-Arjas P, et al.** Intervertebral disc degeneration in relation to the COL9A3 and the IL-1 $\beta$  gene polymorphisms // Eur. Spine J. 2006. Vol. 15. P. 613–619.
24. **Stokes I.A., Iatridis J.C.** Mechanical conditions that accelerate intervertebral disc degeneration: overload versus immobilization // Spine. 2004. Vol. 29. P. 2724–2732.
25. **Swanepoel M.W., Adams L.M., Smeathers J.E.** Human lumbar apophyseal joint damage and intervertebral disc degeneration // Ann. Rheum. Dis. 1995. Vol. 54. P. 182–188.
26. **Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, et al.** Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine // Eur. Spine J. 2002. Vol. 11. P. 80–87.
27. **Vernon-Roberts B, Pirie C.J.** Degenerative changes in the intervertebral discs of the lumbar spine and their sequelae // Rheumatol. Rehabil. 1977. Vol. 16. P. 13–21.
28. **Videman T, Battie M.C., Gill K, et al.** Magnetic resonance imaging findings and their relationship in the thoracic and lumbar spine. Insights into the etiopathogenesis of spinal degeneration // Spine. 1995. Vol. 20. P. 298–305.
29. **Whitesides T.E., Horton W.C., Hutton W.C., et al.** Spondylolytic 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:

Хвисюк Алексей Николаевич  
61002, Украина, Харьков, ул. Гиршмана,  
17, кв. 107,  
vert@med.edu.ua

Статья поступила в редакцию 23.08.2006