



# ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСАНКИ И ПАРАМЕТРЫ САГИТТАЛЬНОГО ПОЗВОНОЧНО-ТАЗОВОГО БАЛАНСА У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ЛЮМБАЛГИЕЙ И ЛЮМБОИШИАЛГИЕЙ

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

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

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

**Цель исследования.** Изучение параметров сагиттального позвоночно-тазового баланса у больных с хронической люмбалгией и люмбоишиалгией, определение закономерностей формирования вертикальной осанки в сагиттальной плоскости.

**Материал и методы.** Клинически и рентгенологически обследовано 100 пациентов (32 женщины и 68 мужчин; средний возраст — 38,7 лет) с хронической нижнепоясничной болью и ишиасом. По боковым рентгенограммам измеряли наклон таза (PI), наклон крестца (SS), отклонение таза от вертикали (PT) и величину глобального поясничного лордоза (GLL). Проведена статистическая обработка полученных данных.

**Результаты.** Средняя величина PI (50,7°) у пациентов с хронической люмбалгией и люмбоишиалгией и у здоровых волонтеров почти одинакова, SS и GLL у больных существенно меньше, а PT больше, чем у волонтеров. Пациентов с PI ≤ 35 значительно больше, чем волонтеров. Коэффициенты корреляции по Пирсону следующие: между GLL и PI — 0,916, между GLL и SS — 0,902, между GLL и PT — 0,326. Вертикальная осанка у пациентов с хронической люмбалгией и люмбоишиалгией характеризуется ротацией таза относительно тазобедренного сустава кзади и гиполордотической формой поясничного отдела позвоночника.

**Заключение.** Вертикальная осанка у пациентов с люмбалгией и люмбоишиалгией связана с ретроверсией таза, поэтому SS и GLL уменьшаются, а PT увеличивается. Преобладание крайне малых величин PI (≤35°) свидетельствует о том, что PI может быть фактором риска развития дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника. Изменения вертикальной осанки у больных является своего рода защитным механизмом.

**Ключевые слова:** позвоночник, позвоночно-тазовый баланс, вертикальная осанка.

MECHANISM OF VERTICAL POSTURE FORMATION AND PARAMETERS OF SAGITTAL SPINOPELVIC BALANCE IN PATIENTS WITH CHRONIC LOW BACK PAIN AND SCIATICA

A.I. Prodan, V.A. Radchenko, A. N. Khvysyuk, V.A. Kutsenko

**Objective.** To study parameters of sagittal spinopelvic balance in patients with chronic low back pain and sciatica, and mechanism of vertical posture formation in a sagittal plane.

**Material and Methods.** Total of 100 patients (32 female and 68 male, mean age 38.7 years) with chronic low back pain and sciatica underwent clinical and radiological examinations. Pelvic incidence (PI), sacral slope (SS), pelvic tilt (PT), and global lumbar lordosis (GLL) were measured on lateral standing radiograms. Statistical analysis of the obtained data was performed.

**Results.** The mean value of PI (50.7°) in patients with back pain and sciatica and in healthy volunteers was almost equal, while SS and GLL were significantly lower in patients, and PT — higher, than those in volunteers. Number of patients with PI ≤ 35 was significantly higher than that of volunteers. Pearson's correlation coefficient between GLL and PI was 0.916, between GLL and SS — 0.902, and between GLL and PT — 0.326. Vertical posture in patients with chronic low back pain and lumbar sciatica is characterised by backward pelvic rotation relative to hip and by hypolordotic shape of the lumbar spine.

**Conclusion.** Vertical posture in patients with low back pain and sciatica is determined by a backward rotation of the pelvis, therefore SS and GLL decrease, and PT increases. A prevalence of extremely low values of PI (≤35°) may be considered as a risk factor for lumbar spine degenerative disease. Alteration of vertical posture is a kind of protective mechanism.

**Key Words:** spine, spinopelvic balance, vertical posture.

Hir. Pozvonoc. 2006;(4):61–69.

## Введение

В течение многих десятилетий проводятся исследования влияния особенностей осанки тела на развитие деформаций позвоночника. Причинами формирования патологических вариантов сколиотической осанки (плоской спины) или гиперлордотической осанки (кругло-вогнутой, сутулой спины) считались нарушения мышечно-связочной системы позвоночника, статических и динамических стереотипов функционирования скелетно-мышечной системы [1–4, 7, 8]. Для исправления патологической конфигурации позвоночника у детей и подростков активно, но часто безуспешно применяются методы воспитания правильной осанки и мышечных стереотипов.

Осанка человека определяется пространственной конфигурацией позвоночника, но долгое время оставалось неясным, каким образом формируются изгибы позвоночника в сагиттальной плоскости. Лишь в последнее десятилетие доказано, что пространственная конфигурация позвоночника определяется балансом его искривлений. В сагиттальной плоскости позвоночный баланс зависит от соотношения величин грудного кифоза и поясничного лордоза [10, 20, 32, 35].

Вертикаль, опущенная из центра тела С<sub>7</sub> или С<sub>2</sub> позвонков, в норме проходит через краниальную поверхность крестца. D.E. Celb et al. [10], а за ним R. Vedantam [35, 36], Vam Roeyen [33] и другие исследователи рекомендуют нейтральной точкой на крестце считать передневерхний угол, который хорошо виден на боковой рентгенограмме. Большинство авторов [12, 23, 29] вслед за J. Jackson [19] в качестве нейтральной точки считают задневерхний угол S<sub>1</sub> позвонка. Смещение вертикали из центра тела С<sub>7</sub> кпереди относительно нейтральной точки на верхней поверхности S<sub>1</sub> позвонка считают положительным, а кзади – отрицательным дисбалансом. Состояние позвоночно-го баланса показывает, каким должно

быть оптимальное соотношение грудного кифоза и поясничного лордоза, но не отвечает на вопрос о причинах формирования осанки в сагиттальной плоскости.

Впервые связь величины поясничного лордоза с рентгенометрическими параметрами таза обнаружил J. Duriug [14]. Позже значительно более полно связь позвоночного баланса с параметрами таза исследовала G. Duval-Beaupere [15, 16] и ее сотрудники [9, 13, 25, 31]. Оптимальное соотношение конфигурации позвоночника, анатомических параметров таза и сагиттальной плоскости называется сагиттальным позвоночно-тазовым балансом (СПТБ).

Изучение состояния СПТБ у здоровых детей, подростков и юношей [12, 27, 30], а также у взрослых здоровых волонтеров [24, 30, 31] позволило установить, что величина поясничного лордоза коррелирует с параметрами таза [17, 25], но в этих публикациях приведены лишь средние значительные величины поясничного лордоза и других параметров. G. Vaz et al. [34] исследовали распределение основных параметров СПТБ в популяции взрослых волонтеров 20–45 лет и установили, что частота градаций основных параметров подчиняется закону нормального (Гауссевского) распределения, а между параметрами СПТБ имеется достоверная корреляция.

Аналогичные исследования в популяции взрослых людей с хронической люмбалгией или люмбоишиалгией, насколько нам известно, не проводились.

Цель нашей работы – изучить основные параметры СПТБ в популяции пациентов с хронической люмбалгией или люмбоишиалгией и установить закономерности формирования вертикальной осанки в сагиттальной плоскости.

## Материал и методы

Материалами исследования послужили протоколы клинического и рентгенологического обследований 100 пациентов (32 женщины

и 68 мужчин, средний возраст – 38,7 лет) с хронической люмбалгией или люмбоишиалгией. Использован метод сплошной выборки.

Критерии включения в материал исследования: продолжительность люмбалгии или люмбоишиалгии не менее шести месяцев; сохранение подвижности позвоночника в сагиттальной плоскости (отсутствие функциональных блокад поясничных сегментов и выраженных миотонических 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.

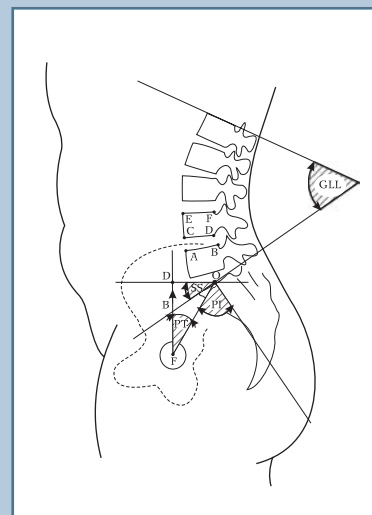


Рис. 1

Рентгенометрические параметры: наклон таза (PI), наклон верхней поверхности крестца к горизонту (SS), отклонение таза от вертикали (PT), глобальный поясничный лордоз от L<sub>1</sub> до S<sub>1</sub> (GLL)

Рентгенограммы поясничного отдела позвоночника и таза с захватом тазобедренных суставов выполнялись в боковой проекции в положении пациента 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 измеряли по методике G. Duval-Beaupere et al. [17, 25, 30, 34]. Измеряли наклон таза (PI), наклон верхней поверхности S<sub>1</sub> (SS), отклонение таза (PT). Рентгенометрические параметры показаны на рис. 1.

Измерения проводили два исследователя. Ошибка измерения каждого из них составила 3,6°. Межисследовательская ошибка – 4,1°. Поскольку величина угловых параметров не зависит от рентгенологического увеличения, то учитывать его не было необходимости.

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, в некоторых выборках нормализацию проводили мето-

дом логарифмирования по основанию 10; регрессионный анализ с построением линии регрессии (линейный и логарифмический); корреляционный анализ по методам Пирсона и Спирмана; графическое представление зависимости средних значений данных, сгруппированных по интервалам.

### Результаты и их обсуждение

С возрастом количество больных увеличивается, но если рассматривать возрастные группы отдельно среди мужчин и женщин, то картина представляется несколько иная: у женщин заболеваемость в возрасте от 20 до 50 лет практически одинакова, а у мужчин с возрастом увеличивается. Пик обращений в клинику у мужчин и женщин также отличается: медиана обращаемости у женщин равна 39, а у мужчин 42 годам. Достоверность различия по Т-тесту для независимых выборок  $p < 0,098$  (рис. 2).

Распределение параметров позвоночно-тазового баланса показано на рис. 3. PI является анатомическим константным параметром [17], вели-

чина которого не зависит от положения тела, формируется в детстве и не изменяется на протяжении всей жизни [5, 6].

SS к горизонтали и PT от вертикали являются позиционными параметрами: при ротации таза относительно тазобедренных суставов кзади SS уменьшается, а PT увеличивается и наоборот: при ротации таза кпереди увеличивается SS и уменьшается PT. Величины позиционных параметров связаны с анатомическим константным параметром:  $PI = SS + PT$ .

Среднее значение, статистическое отклонение, минимальные и максимальные величины параметров СПТБ у здоровых волонтеров (по данным G. Vaz et al.) и у обследованных нами пациентов приведены в табл. 1.

Оказалось, что анатомический параметр PI одинаков и у пациентов с хронической люмбалгией или люмбоишиалгией, и у здоровых волонтеров, но у больных отмечается тенденция к ретроверсии таза, что проявляется в уменьшении SS и увеличении PT на 8–10°. У пациентов с люмбалгией или люмбоишиалгией по сравнению со здоровыми волонтерами

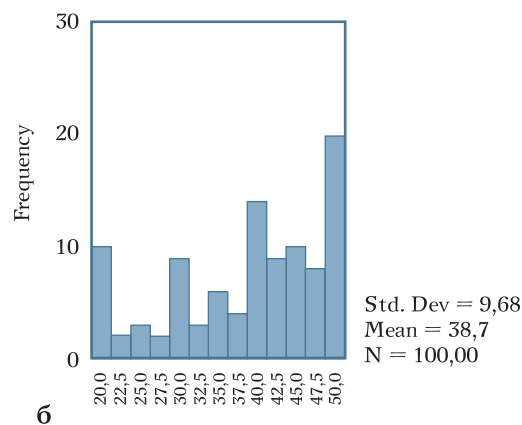
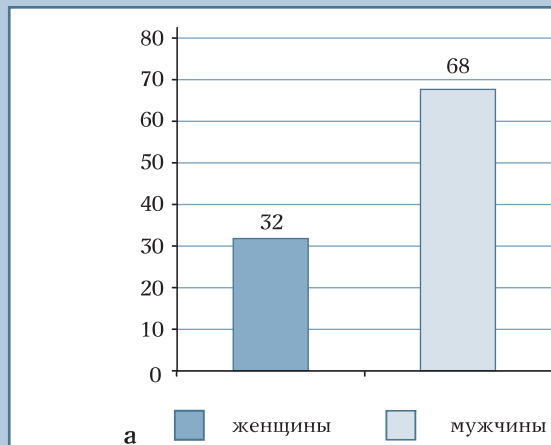


Рис. 2

Распределение больных:

а – по полу;

б – возрасту

уменьшается величина глобального поясничного лордоза на 10–15°.

Мы считаем, что ретроверсия таза с уменьшением величин SS, PT и уплощение поясничного лордоза можно рассматривать как защитную реак-

цию на боль и дегенеративные изменения позвоночных сегментов.

У пациентов из исследуемой группы больше доля крайне малых величин PI по сравнению с волонтерами: в диапазоне  $PI \leq 35^\circ$  число больных бо-

лее чем в два раза превышает число у волонтеров. Из этого следует, что крайне малые величины можно расценить как факторы повышенного риска развития дегенеративных изменений поясничного отдела позвоночника.

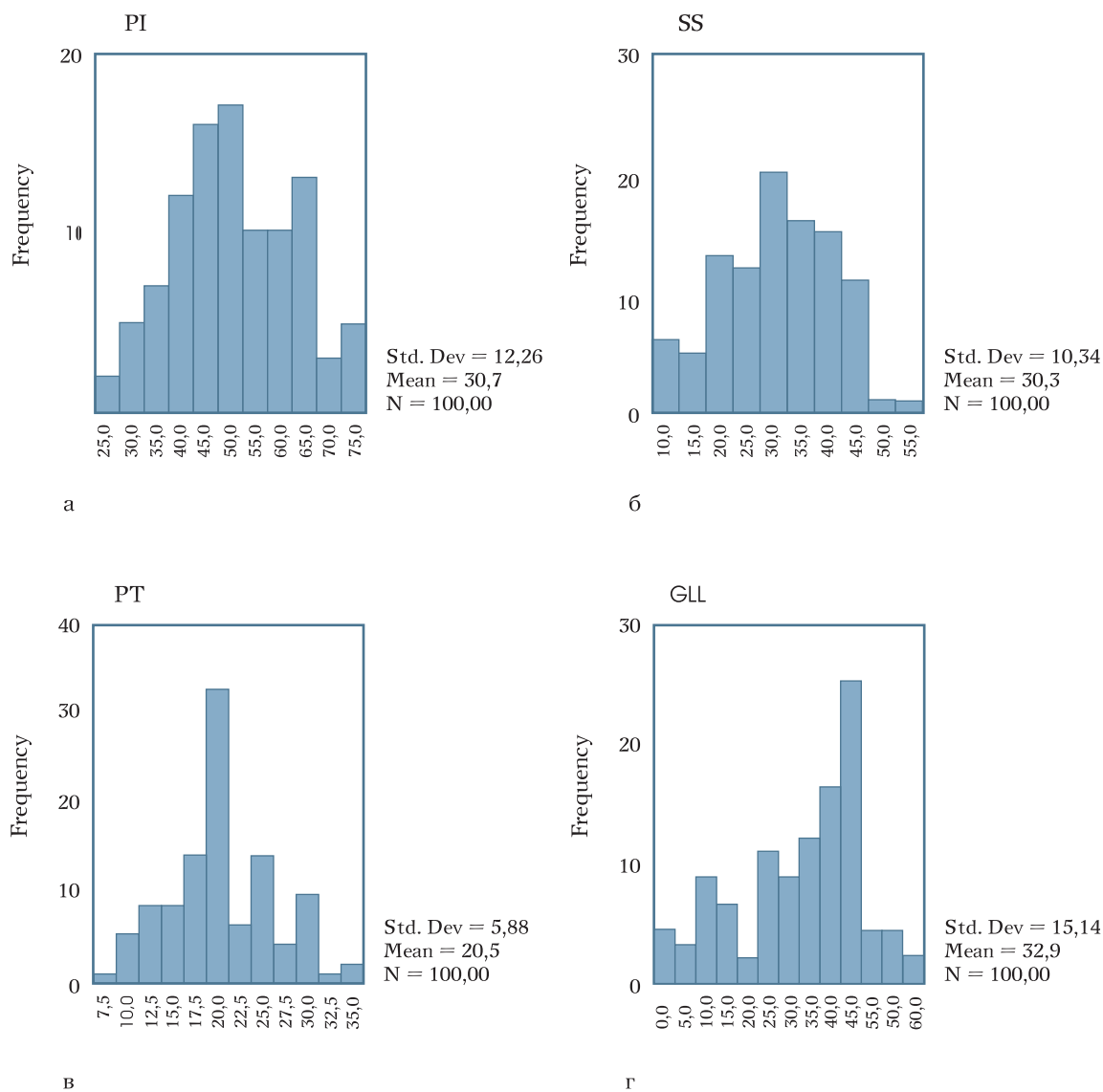


Рис. 3

Параметры позвоночно-тазового баланса:

а – наклон таза (PI);

б – наклон верхней поверхности крестца к горизонтали (SS);

в – отклонение таза от вертикали (PT);

г – величина глобального поясничного лордоза от L<sub>1</sub> до S<sub>1</sub> (GLL)

Распределение величин GLL существенно различается у пациентов и волонтеров. Так, ни у одного из волонтеров GLL не был меньше 26°, среди пациентов с люмбалгией или люмбоишиалгией было 36 человек с GLL в диапазоне от -5 до 26°. Наоборот, гиперлордоз более 60° был у 15 волонтеров, а у пациентов гиперлордоз с такими величинами не обнаружен вообще.

Величина GLL, по данным литературы, варьирует в очень широких

пределах – от 46 до 83° [22, 34]. У волонтеров эта величина близка к 50° [11, 21, 26, 27], но достоверно уменьшается у пациентов с хронической поясничной болью и с грыжами дисков [18, 21].

Важно подчеркнуть, что средние величины GLL и других параметров позвоночно-тазового баланса нельзя считать нормативными. R. Vedantam et al. [35, 36] и P. Stagnara et al. [32] отмечают, что средние величины GLL

имеют лишь индикативное значение, но не отражают норму.

Однако установление корреляции величины основных тазовых параметров (PI и SS) позволяет определить нормативные значения величины GLL. Так, сильная корреляция между GLL и тазовыми параметрами PI и SS приведена в работах L. Lee et al. [24], P. Roussouly et al. [31], Legaye [25]. G. Duval-Beaupere et al. [17] приводят следующие нормативные значения:  $GLL = (1,087SS + 21,61) \pm 4,16$ ;  $SS = (0,548PI + 12,07) \pm 6,39$ .

По данным G. Vaz et al. [34], коэффициенты двухсторонней корреляции Пирсона у взрослых здоровых людей следующие: PI с SS – 0,86 ( $P < 0,0001$ ); PI с GLL 0,69 ( $P < 0,001$ ); SS и GLL – 0,75 ( $P < 0,001$ ).

Результаты расчетов коэффициентов корреляции и их достоверности между величиной GLL и тазовыми параметрами (PI, SS и PT) у наших пациентов показаны в табл. 2. Полученные результаты показывают, что величина GLL прямо пропорциональна величинам PI и SS.

На рис. 4 приведены результаты регрессионного анализа зависимости величины GLL от величин тазовых параметров (PI, SS и PT) с построением линейной и логарифмической линий регрессии. На рис. 5 представлены количественные значения величины GLL у пациентов с хронической поясничной болью в зависимости от величин тазовых параметров (PI, SS и PT). Особенно сильна корреляция величин GLL с анатомическим константным параметром таза PI и позиционным параметром SS (рис. 4, 5). Если учесть, что, по данным Th. Whitesides et al. [37], эти параметры генетически детерминированы, то величина GLL в значительной мере определяется врожденными свойствами человека.

Наши данные и результаты других исследователей [15, 17, 25, 34] позволяют формирование пространственной конфигурации таза и позвоночника считать закономерными с генетическими дегенеративными индивидуальными особенностями анатомии таза.

Таблица 1

Значения основных параметров сагиттального позвоночно-тазового баланса у здоровых волонтеров и у пациентов с хронической поясничной болью

Параметры	Волонтеры	Пациенты с поясничной болью
Наклон таза, град.		
среднее значение	51,7	50,7
статистическое отклонение	11,5	12,3
минимальное значение	35,0	23,0
максимальное значение	85,0	76,0
Наклон крестца, град.		
среднее значение	39,4	30,3
статистическое отклонение	9,3	10,3
минимальное значение	19,0	8,0
максимальное значение	65,0	54,0
Отклонение таза, град.		
среднее значение	12,2	20,5
статистическое отклонение	5,9	5,9
минимальное значение	-1,0	7,0
максимальное значение	28,0	39,0
Глобальный поясничный лордоз, град.		
среднее значение	46,5	32,8
статистическое отклонение	11,1	15,4
минимальное значение	26,0	-5,0
максимальное значение	76,0	60,0

Таблица 2

Корреляция величины глобального поясничного лордоза с другими параметрами сагиттального позвоночно-тазового баланса

Параметры	Коэффициент корреляции*	
	по Пирсону	по Спирману
Наклон таза	0,916	0,944
Наклон крестца	0,902	0,907
Отклонение таза	0,326	0,367

\* $P < 0,001$ .



Особенности пространственной конфигурации таза и поясничного отдела позвоночника определяют пространственную конфигурацию грудного и шейного отделов, поэтому варианты вертикальной осанки тела человека также определяются генетическими дегенеративными анатомическими параметрами таза. На рис. 6 показаны наиболее частые варианты вертикальной осанки тела человека в сагиттальной плоскости в зависимости от величины PI и SS.

Если таз рассматривать как один из недеформируемых элементов кинематической цепи осевого скелета, то величины SS и PT зависят от степени и направления ротации таза вокруг тазобедренных суставов. Но тазобедренная система зависит от коленных суставов, которые, в свою очередь, зависят от голеностопных. Тазобедренная система при сохранении вертикальной позы колеблется относительно оси коленных суставов.

Следовательно, позиционные параметры таза (SS, PT) зависят не только от анатомического константного параметра PI, но и от состояния тазобедренной и коленной систем. В вертикальной позе PT и SS зависят от тазобедренного угла (FP), образованного продольной осью бедра, проходящей через центр головки, и линией, соединяющей центры головок бедер с серединой верхней поверхности крестца [28].

Позиционные параметры таза (PT, SS) зависят от тазобедренного угла и от угла флексии (или экстензии) коленных суставов. При выпрямленных коленях сумма PT и FP равна  $180^\circ$ . Но при флексии суставов PT увеличивается, а при рекурвации коленных суставов уменьшается. Поскольку  $PI = PT + SS$ , то при константном PI увеличение или уменьшение PT из-за состояния тазобедренных и коленных суставов неизменно приводит к соответствующему уменьшению или увеличению SS.

Напомним, что при практически одинаковой величине PI у волонтеров [34] и у наших больных обнаружилось статистически значимое уменьшение SS и увеличение PI, что связано с ретроверсией таза, скорее всего из-за защитной реакции на хроническую боль в пояснице и дегенеративных изменений позвоночных сегментов.

### Заключение

На основании результатов нашего исследования и данных литературы можно утверждать, что вертикальная осанка тела взрослого человека в сагиттальной плоскости закономерно определяется врожденными генетически детерминированными внутренними свойствами элементов кинематической цепи осевого скелета.

Нормальная для каждого индивида осанка зависит от состояния позвоночно-тазового баланса и может быть рассчитана по корреляции величины поясничного лордоза и неизменного

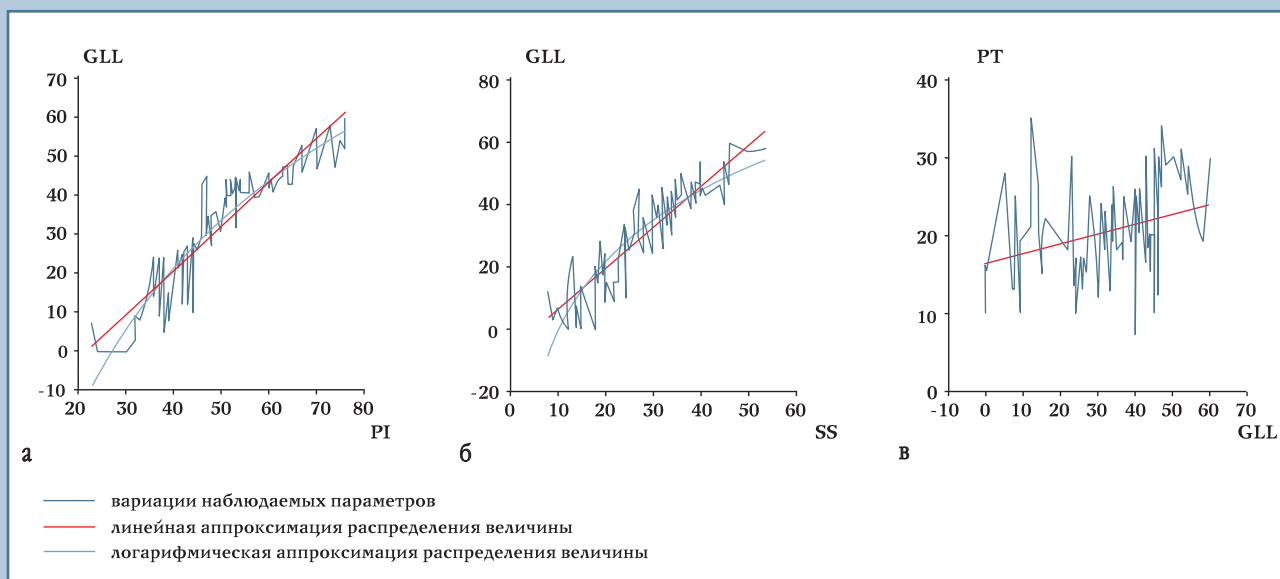


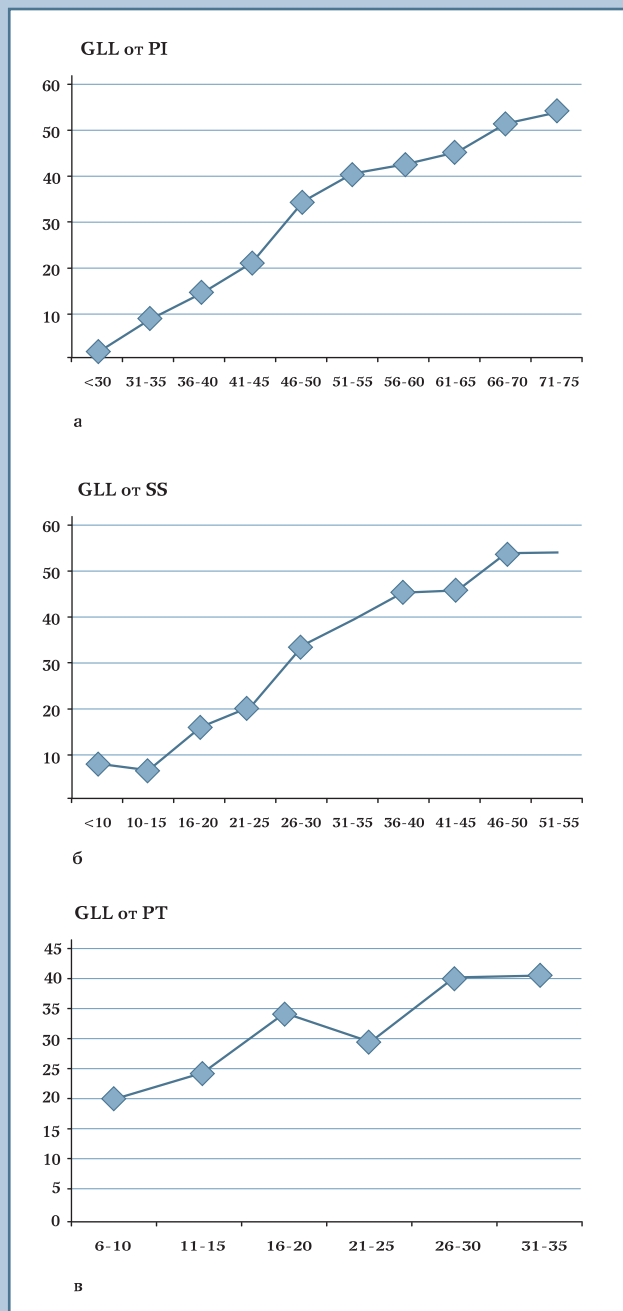
Рис. 4

Результаты регрессионного анализа зависимости глобального поясничного лордоза (GLL):

а – от наклона таза (PI);

б – от наклона крестца (SS);

в – от отклонения таза (PT)

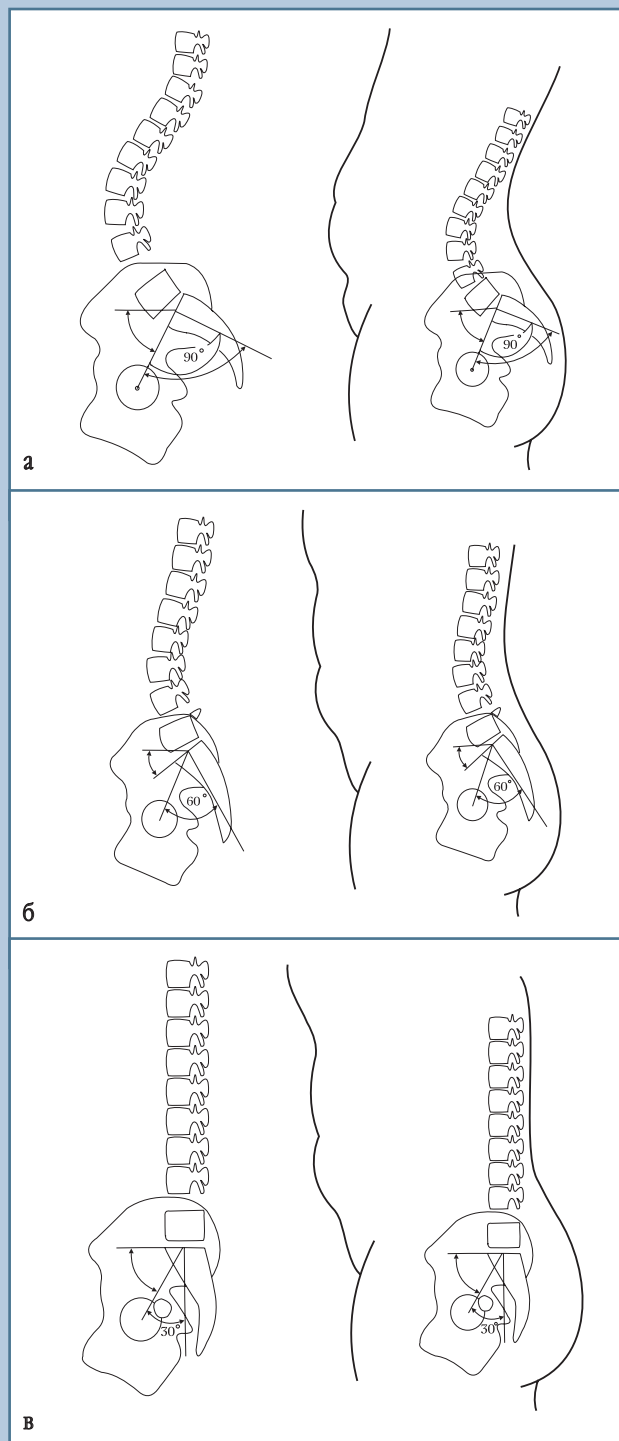
**Рис. 5**

Количественные соотношения глобального поясничного лордоза (GLL) и тазовых параметров:

**а** – наклона таза (PI);

**б** – наклона крестца (SS);

**в** – отклонения таза (PT)

**Рис. 6**

Варианты вертикальной осанки:

**а** – гиперлордотическая (PI = 90°, SS = 60°);

**б** – близкая к норме (PI = 60°, SS = 30°);

**в** – гиполордотическая (PI = 30°, SS = 0°)

в течение взрослой жизни анатомического параметра таза (PI). Нормальная осанка и оптимальный для конкретного индивида СПТБ обеспечивают минимизацию работы мышц и активности центральных систем координации движений, сохраняющих оптимальную вертикальную позу.

Реальная вертикальная осанка в сагиттальной плоскости может существенно отличаться от нормы. Определяется она изменениями позиционных параметров таза (PT, SS) и особенностями нисходящих звеньев кинематической цепи, в частности тазобедренных и коленных суставов.

Так, у больных с хронической поясничной болью из-за защитной реакции увеличивается ретроверсия таза, уменьшается величина SS и уве-

личивается PT, что приводит к закономерному уменьшению величины GLL.

Разница параметров нормальной вертикальной осанки, рассчитанной по анатомическому константному показателю формы таза (PI), и реальных параметров, измеренных антропологически или рентгенологически, может служить критерием тяжести ортопедических заболеваний элементов кинематической цепи осевого скелета: «позвоночник – таз – тазобедренные суставы – коленные суставы – голеностопные суставы».

Нормальная вертикальная осанка обеспечивает оптимальное распределение гравитационных нагрузок на передний и задний опорные комплексы позвоночных сегментов. Если

реальная осанка существенно отличается от нормы, то распределение гравитационных нагрузок на передние и задние элементы позвоночных сегментов нарушается, а избыточная нагрузка, например на передний опорный комплекс, приводит к увеличению напряжения в структуре тел позвонков и межпозвонковых дисков, а затем к их дегенерации и ремоделированию.

Перегрузка заднего опорного комплекса при избыточном поясничном лордозе может привести к дегенеративным изменениям и ремоделированию дуг позвонков и дугоотростчатых суставов. Эта гипотеза, однако, нуждается в проверке в рамках другого исследования.

## Литература

1. Бельский В.Е. Влияние веса тела и мышечных сил на формирование физиологических изгибов позвоночника // Ортопед., травматол., протезир. 1973. № 2. С. 45–50.
2. Мовшович И.А. Позвоночник. М., 1967.
3. Струков А.И. Возрастное развитие позвоночного столба // Анатомия и гистоструктурные особенности детского возраста / Под ред. Э.Ю. Шурпе. М., 1936. С. 55.
4. Цивьян Я.Л. Хирургия позвоночника. М., 1966.
5. Abitbol M.M. Evolution of the lumbosacral angle // Am. J. Phys. Anthropol. 1987. Vol. 72. P. 361–372.
6. Antoniadis S.B., Hammerberg K.W., DeWald R.L. Sagittal plane configuration of the sacrum in spondylolisthesis // Spine. 2000. Vol. 25. P. 1085–1091.
7. Bellugue P. Introduction a l'etude de la forte humaine, anatomic plastique et mecanique. Paris, Maloine, 1963.
8. Bonne A.J. On the shape of the human vertebral column // Acta. Orthop. Belg. 1969. Vol. 35. P. 567–583.
9. Boisaubert B., Montigny J.P., Duval-Beaupere G., et al. Incidence, sacrum and spondylolisthesis // Rachis. 1997. Vol. 9. P. 187–192.
10. Celb D.E., Lenke L.G., Bridwell K.H., et al. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers // Spine. 1995. Vol. 20. P. 1351–1358.
11. Chernukha K.V., Daffner R.H., Reigel D.H. Lumbar lordosis measurement. A new method versus Cobb technique // Spine. 1998. Vol. 23. P. 74–79.
12. Cil A., Yazici M., Uzumcugil A., et al. The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood // Spine. 2005. Vol. 30. P. 93–100.
13. Descamps H., Commare M.C., Marty C., et al. Le parameter incidence chez le petit enfant // Rachis. 1996. Vol. 8. P. 177–180.
14. During J., Goudfroid H., Keessen W., et al. Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions // Spine. 1985. Vol. 10. P. 83–87.
15. Duval-Beaupere G., Schmidt C., Cosson P. Sagittal shape of the spine and pelvis. The conditions for an economic standing position. Barycentremetric study. Proceeding of Scoliosis Research Society (24th Annual meeting) combined with the European Spinal Deformity Society. Amsterdam, 1989.
16. Duval-Beaupere G., Schmidt C., Cosson P. A barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the condition required for an economic standing position // Ann Biomed. Eng. 1992. Vol. 20. P. 451–462.
17. Duval-Beaupere G., Boisaubert B., Hecquet J., et al. Sagittal profile of normal spine: changes in spondylolisthesis // In: Harnes J., Sturz H. Severe spondylolisthesis. Darmstadt, 2003. P. 21–31.
18. Fiere V., Mota H., Berthonnaud E., et al. Discal herniation, pelvic incidence and spinopelvic balance: a correlation study // Eur. Spine J. 2001. Vol. 10. P. S45.
19. Jackson R.P., McManus A.C. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing vol-
- unteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study // Spine. 1994. Vol. 19. P. 1611–1618.
20. Jackson R.P., Peterson M.D., McManus A.C., et al. Compensatory spinopelvic balance over the hip axis and better reliability in measuring lordosis to the pelvic radius on standing lateral radiographs of adult volunteers and patients // Spine. 1998. Vol. 23. P. 1750–1767.
21. Jackson R.P., Hales C. Congruent spinopelvic alignment on standing lateral radiographs of adult volunteers // Spine. 2000. Vol. 25. P. 2808–2815.
22. Korovessis P.G., Stamatakis M.V., Baikousis A.G. Reciprocal angulation of vertebral bodies in the sagittal plane in an asymptomatic Greek population // Spine. 1998. Vol. 23. P. 700–705.
23. 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.
24. Lee L., Chung S.S., Park M.S., et al. Significance of pelvic incidence in the evolution of abnormal sagittal curvature // Eur. Spine J. 2002. Vol. 11. P. S26.
25. 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.
26. Lord M.J., Small J.M., Dinsay J.M., et al. Lumbar lordosis. Effects of sitting and standing // Spine. 1997. Vol. 22. P. 2571–2574.



27. **Mac-Thiong J.M., Berthonnaud E., Dimar J.R., et al.** Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth // *Spine*. 2004. Vol. 9. P. 1642–1647.
28. **Mangione P., Senegas J.** L'équilibre rachidien dans le plan sagittal. Normal and pathologic sagittal balance of the spine and pelvis // *Rev. Chir. Orthop.* 1997. Vol. 83. P. 22–32.
29. **Marks M.C., Stanford C.F., Mahar A.T., et al.** Standing lateral radiographic position does not represent customary standing balance // *Spine*. 2003. Vol. 28. P. 1176–1182.
30. **Marty C., Boisaubert B., Descamps H., et al.** The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants, and spondylolisthesis patients. // *Eur. Spine J.* 2002. Vol. 11. P. 119–125.
31. **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.
32. **Stagnara P., De Mauroy J.C., Dran G., et al.** Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis // *Spine*. 1982. Vol. 7. P. 335–342.
33. **Van Royen B.J., Toussaint H.M., Kingma I., et al.** Accuracy of the sagittal vertical axis in a standing lateral radiograph as a measurement of balance in spinal deformities // *Eur Spine J.* 1998. Vol. 7. P. 408–412.
34. **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.
35. **Vedantam R., Lenke L.G., Keeney J.A., et al.** Comparison of standing sagittal spinal alignment in asymptomatic adolescents and adults // *Spine*. 1998. Vol. 23. P. 211–215.
36. **Vedantam R., Lenke L.G., Bridwell K.H., et al.** The effect of variation in arm position on sagittal spinal alignment // *Spine*. 2000. Vol. 25. P. 2204–2209.
37. **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 correlation // *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