

УДК 616.711-007.53-073.7(045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872018431-40>

## Рентгенометрические параметры нижнесегментарного лордоза поясничного отдела позвоночника и их взаимосвязь с наклоном таза и крестца во фронтальной плоскости у пациентов с дисфункцией крестцово-подвздошного сустава

В. А. Стауде<sup>1</sup>, Е. Б. Радзишевская<sup>2</sup>, Р. В. Златник<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М. И. Ситенко НАМН Украины», Харьков

<sup>2</sup> Харьковский национальный медицинский университет. Украина

*Objective: to study X-ray parameters of low segments and lumbar spine lordosis in patients with sacroiliac joint dysfunction with healthy volunteers and to compare these parameters relations with x-rays parameters of pelvic tilt, sacral base tilt in frontal plane. Methods: 26 volunteers (18–34 y. o.) and 50 patients (20 to 71 y. o.) with sacroiliac joint dysfunction were examined. Inclusion criterias were: pain in the area posterior spinae iliac superior, irradiated to groin, buttocks, thigh; more than 3 months history of pain; failure the previous conservative treatment; positive 4 from 6 provocative tests. On X-rays we measured: the angles of the cranial plane of sacrum tilt in frontal plane, pelvis and sacrum rotation around axial plane; the width of sacro-iliac joint space. We studied angles of lumbar, segmental lordosis  $L_{IV}-L_V$ ,  $L_V-S_I$ , Albrecht angle, cranial plane of sacrum tilt in sagittal plane. Results: the average value of SS angle in vertical position was lower in all patients than in volunteers (1<sup>st</sup> cluster — 37,7°; 2<sup>nd</sup> — 42,8°; 3<sup>rd</sup> — 30,8°; 4<sup>th</sup> — 36,8°; volunteers — 43,5°). Patients of all clusters had larger  $L_V-S_I$  angle than volunteers (1<sup>st</sup> cluster — 17,3°; 2<sup>nd</sup> — 18,6°; 3<sup>rd</sup> — 17,2°; 4<sup>th</sup> — 15,6°; volunteers — 12,2°). Patients of 1<sup>st</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> clusters had smaller LL angle than volunteers in vertical position. Patients of 2<sup>nd</sup> cluster had the same LL angle as volunteers have (1<sup>st</sup> cluster — 40,7°; 3<sup>rd</sup> — 37,2°; 4<sup>th</sup> — 43,5°; 2<sup>nd</sup> — 49,3°; volunteers — 48,3°). Conclusions: all patients with sacroiliac joint dysfunction had larger segmental lordosis  $L_V-S_I$  with adjacent sacroiliac joint compare to volunteers. Patients of the the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> clusters had larger segmental lordosis  $L_{IV}-L_V$  than volunteers. Patients of the 1<sup>st</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> clusters had smaller lumbar lordosis. The most favorable results were in patients of the 2<sup>nd</sup> cluster. Key words: sacro-iliac joint, sacrum tilt, pelvic tilt, lumbar segmental lordosis.*

*Мета: вивчити рентгенометричні параметри нижньосегментарного та поперекового лордозів у пацієнтів із дисфункцією крижово-клубового суглоба (ККС) порівняно зі здоровими волонтерами та їхній взаємозв'язок із рентгенометричними показниками крижі й таза у фронтальній площині. Методи: обстежено 26 практично здорових волонтерів (вік від 18 до 34 року) і 50 пацієнтів із дисфункцією ККС (вік від 20 до 71 років). Критерії включення: анамнез болю в зоні posterior spinae iliac superior, що іррадіює в пах, сідниці та стегно, понад 3 міс.; безуспішність консервативного лікування; позитивні мінімум 4 із 6 провокаційних тестів. На рентгенограмах вимірювали: кути нахилу краніальної пластинки крижі у фронтальній площині, таза, ротації крижі навколо аксіальної осі; ширину суглобових щілин ККС. Визначали кути: поперекового, сегментарного лордозів  $L_{IV}-L_V$ ,  $L_V-S_I$ , Альбрехта, нахилу краніальної пластинки крижі в сагітальній площині (SS). Результати: середня величина кута SS у положенні стоячи у всіх пацієнтів була меншою, ніж у волонтерів (кластер 1 — 37,7°; 2 — 42,8°; 3 — 30,8°; 4 — 36,8°; волонтери — 43,5°). Середні показники сегментарного лордозу  $L_V-S_I$  у пацієнтів усіх рентгенометричних кластерів виявилися значно більшими, ніж у волонтерів. У пацієнтів рентгенометричних кластерів 1, 3 та 4 із дисфункцією ККС був згладжений поперековий лордоз у положенні стоячи — 40,7°; 37,2° і 43,5° відповідно. Середнє значення поперекового лордозу LL у хворих кластеру 2 дорівнювало 49,3°; у волонтерів — 48,3°. Висновки: у пацієнтів із дисфункцією ККС значно збільшений сегментарний лордоз  $L_V-S_I$ , суміжного ККС сегмента порівняно зі здоровими волонтерами, а у хворих кластерів 1, 2 та 3 — сегментарний лордоз  $L_{IV}-L_V$ . У пацієнтів кластерів 1, 3 та 4 визначено сплюснення поперекового лордозу. Найбільш сприятливі показники виявлено в пацієнтів кластера 2. Ключові слова: крижово-клубовий суглоб, нахил крижів, нахил таза, поперековий лордоз, сегментарний лордоз.*

**Ключевые слова:** крестцово-подвздошный сустав, наклон крестца, наклон таза, поясничный лордоз, сегментарный лордоз

## Введение

Сагиттальный позвоночно-тазовый баланс (СПТБ) отражает взаимосвязь параметров позвоночника и таза и определяет поддержание вертикального положения тела при минимальной активности мышц. Наиболее распространенными и часто упоминаемыми в литературе являются параметры, предложенные и определенные G. Duval-Beaupere и соавт. [1, 2]. К параметрам позвоночника относят показатели грудного кифоза и поясничного лордоза (LL); таза — его инклинацию (PI), наклон краниальной пластинки крестца к горизонтали (SS), таза к вертикали (PT). При этом PI — врожденная характеристика, которая в течение жизни не меняется и равна сумме SS и PT. Чем больше SS, тем больше величина поясничного лордоза [1, 2].

Во время изучения данных литературы, посвященной СПТБ, отмечено, что при анализе параметров таза предполагают относительно него движение крестца вокруг четко определенной оси вращения, расположенной горизонтально на уровне  $S_{II}$ . При этом у здоровых людей, если крестец двигается кпереди, то таз — кзади (нугация крестца и ретроверсия таза) [3]. Что будет происходить со смежными с крестцом сегментами поясничного лордоза, если во время вертикальной нагрузки ось вращения крестца сместится на уровень  $S_I$  на одной стороне крестца и на  $S_{III}$  на другой, а в крайних положениях крестец будет терять подвижность относительно таза и фиксироваться, не вполне ясно. По данным авторов [4, 5], при дисфункции крестцово-подвздошного сустава (КПС) именно так и происходит. При этом крестец может фиксироваться относительно таза и двигаться при вертикальной нагрузке в одном направлении с ним [6]. Это вызовет такое состояние таза, как «скрученный таз» (термин широко используемый в литературе по остеопатии). Эти изменения хорошо видны на рентгенограммах таза во фронтальной плоскости в положении стоя [7] и при математическом моделировании [8, 9]. Учитывая СПТБ, для компенсации указанных нарушений в КПС должно происходить переразгибание в сегменте  $L_V-S_I$ .

Некоторые специалисты называют одной из основных причин развития дисфункции КПС наличие в анамнезе спондилодеза смежных КПС нижнесегментарных сегментов  $L_{IV}-L_V$ ,  $L_V-S_I$  [10]. По мнению А. Ivanov и соавт. [11], спондилодез

$L_{IV}-L_V$ ,  $L_V-S_I$  увеличивает подвижность и напряжения в элементах КПС, что является причиной нижнепоясничной боли. К. У. На и соавт. [12] говорят, что дегенеративные изменения КПС развиваются значительно чаще у пациентов, которым был выполнен спондилодез нижнепоясничных сегментов, независимо от их количества. Факт перегрузки КПС и крестца после пояснично-крестцового спондилодеза подтверждается наблюдением многих случаев стрессорных переломов крестца [13, 14]. Следовательно, логично предположить, что при функциональном смещении и фиксации крестца относительно таза произойдут компенсаторные изменения позиционных параметров смежных нижнесегментарных сегментов  $L_V-S_I$ ,  $L_{IV}-L_V$ .

Выявлены единичные работы, в которых исследован поясничный лордоз и его сегментарные особенности у больных с дисфункцией КПС [15].

*Цель исследования:* изучить рентгенометрические параметры нижнесегментарного  $L_{IV}-L_V$ ,  $L_V-S_I$  и поясничного лордозов у пациентов с дисфункцией КПС в сравнении со здоровыми волонтерами и их взаимосвязь с рентгенометрическими параметрами крестца и таза во фронтальной плоскости.

## Материал и методы

Материалы работы утверждены на заседании комитета по биоэтике при ГУ «ИППС им. проф. М. И. Ситенко НАМН» (протокол № 99 от 12.03.2012).

Обследована группа 26 практически здоровых волонтеров (11 парней и 15 девушек) возрастом от 18 до 34 лет (в среднем 23,5), регулярно занимающихся спортом, и 50 пациентов с жалобами на длительные нижнепоясничные боли возрастом от 20 до 71 года (в среднем 39). Критерии включения и исключения пациентов в исследование были описаны нами в предыдущей работе [7].

Всем волонтерам и пациентам проведена рентгенография по описанной ранее методике [7]. На полученных рентгенограммах измерили во фронтальной плоскости — угол наклона крестца [19]; угол наклона таза, угол ротации крестца [20]; ширину суставных щелей КПС; в сагиттальной — угол поясничного лордоза (LL) [21, 22]; сегментарный лордоз; угол Альбрехта [20]; угол наклона краниальной пластинки крестца (SS) или Ferguson угол измеряли между линией, проведенной

по краниальной пластинке тела  $S_1$  позвонка и линией горизонта в положении стоя, линией вертикали, полученной в результате построения перпендикуляра к горизонтальной линии, в положении лежа [23].

В результате предыдущих этапов работы для обследованной группы пациентов были выделены четыре кластера, характеризующие рентгенометрические типы нарушений позвоночно-тазового баланса во фронтальной плоскости. Типизация реализована при помощи многомерного кластерного анализа с использованием пакета программ Statistica 6.1.

Разбиение на кластеры (типы) проведено по искусственно полученным данным асимметрии вентрального, медиального и дорсального отделов позвоночника. Показатели асимметрии рассчитывали как абсолютную разность между правым и левым краями суставной щели для каждого отдела.

Дополнительно сравнивали все параметры после проведенного лечения с относительной нормой — данными 26 волонтеров.

Первый рентгенометрический тип нарушений характеризовался высокой степенью асимметрии вентрального отдела и небольшой в двух остальных; второй — минимальной степенью асимметрии всех отделов; третий — высокой асимметрией медиального отдела, а четвертый — дорсального.

Интегральные показатели асимметрии были наиболее выраженными у пациентов 1, 3 и 4-го рентгенометрических типов (рис. 1), что обуславливает худший прогноз течения дисфункции КПС.

Статистическую обработку данных проводили методами описательной статистики, определяли среднее ( $M$ ), медиану ( $Me$ ), стандартное отклонение ( $m$ ), интерквартильный размах ( $LQ \div UQ$ ),

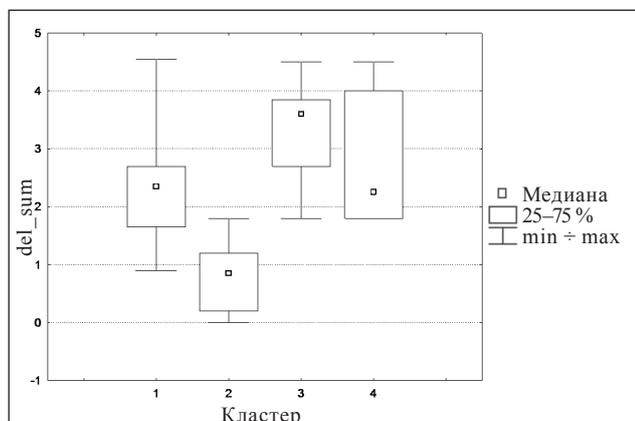


Рис. 1. Коробчатые графики интегративного показателя асимметрии четырех рентгенометрических типов изменений позвоночно-тазового баланса во фронтальной плоскости

размах выборки ( $\min \div \max$ ). Также использованы метод непараметрической статистики — критерий Краскела-Уоллиса (ККУ) — и многомерной статистики — кластерный анализ — при помощи пакета прикладных программ Statistica.

В исследовании решалась задача нахождения естественного расслоения группы пациентов на подгруппы по величине асимметрии ширины суставных щелей, возникающей за счет наклона основания крестца и таза во фронтальной плоскости, и, в частности, сопровождаемой ротацией крестца.

Для решения поставленной задачи использованы методы кластерного анализа, позволяющие разбить изучаемую совокупность объектов на группы схожих, называемых кластерами (таксономиями, классами). Другими словами, процедуры кластерного анализа позволяют упорядочить объекты по однородным группам так, чтобы элементы, входящие в одну группу, были максимально схожи по какому-то заранее определенному критерию (в нашем случае — по величине асимметрии суставных щелей), а элементы из разных групп были максимально отличными друг от друга.

Для характеристики асимметрии ширины суставных щелей КПС в вентральном, медиальном и дорсальном отделах введен дополнительный расчетный показатель — абсолютная разность ( $\Delta$ ) между шириной суставной щели справа и слева, которая ниже обозначена как  $del\_a$  для вентрального,  $del\_m$  — медиального,  $del\_d$  — дорсального отделов суставных щелей КПС. Сумма всех трех величин рассматривалась как интегративный показатель асимметрии ( $del\_sum$ ).

## Результаты и их обсуждение

В работе проанализирована взаимосвязь показателей асимметрии ширины суставных щелей, наклона краниальной поверхности крестца и таза во фронтальной плоскости с показателями поясничного лордоза в сагиттальной, представленными углами  $SS$ ,  $LL$  и Альбрехта, измеренными в положениях стоя и лежа, а также углов  $L_{IV}-L_V$  и  $L_V-S_1$  в положении стоя (табл. 1).

Первый этап — исследование взаимосвязи между указанными группами показателей на общей выборке (50 пациентов), в частности, корреляции углов  $SS$ ,  $LL$ ,  $L_{IV}-L_V$  и  $L_V-S_1$  и Альбрехта, измеренных в положениях стоя и лежа, между собой. Для изучения зависимостей использовали ранговые корреляции Спирмена. Выявленные зависимости приведены в табл. 2.

Таблица 1

## Исследованные показатели в сагиттальной плоскости у 50 пациентов с дисфункцией КПС

Показатель	Среднее	Медиана	Минимум	Максимум	Нижняя квартиль	Верхняя квартиль	Стандартное отклонение
LL_верт	44,3	45,0	10,0	69,0	38,0	50,0	11,0
LL_гориз	33,4	32,0	5,0	68,0	26,0	40,0	12,4
Альбр_верт	60,6	61,5	29,0	85,0	52,5	69,0	12,5
Альбр_гориз	47,4	50,0	10,0	80,0	37,0	57,0	15,3
SS_верт	144,9	146,0	120,0	163,0	138,0	153,0	10,6
SS_гориз	146,7	147,0	128,0	168,0	141,0	152,0	9,8
L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub>	13,1	12,0	8,0	25,0	11,0	15,0	3,6
L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub>	17,5	18,0	7,0	27,0	14,5	21,5	4,7
a_слева	3,3	3,2	1,8	7,2	2,7	3,6	0,9
a_справа	3,4	3,2	1,8	5,5	2,7	3,9	1,0
del_a	0,5	0,5	0,0	2,7	0,0	0,9	0,6
m_слева	3,6	3,6	1,8	6,3	2,7	4,5	1,2
m_справа	3,6	3,6	1,8	6,3	2,7	4,5	1,2
del_m	0,7	0,5	0,0	2,7	0,0	0,9	0,8
d_слева	3,5	3,2	1,8	6,2	2,7	4,5	1,1
d_справа	3,7	3,6	1,8	6,3	2,7	4,5	1,1
del_d	0,7	0,7	0,0	3,2	0,0	0,9	0,7
del_sum	1,9	1,8	0,0	4,6	0,9	2,7	1,3
h_г	2,0	1,8	0,0	6,0	1,0	3,0	1,7
h_к	2,1	1,5	0,0	6,0	1,0	3,5	1,8
p_к	2,3	2,0	0,0	5,5	1,0	3,0	1,5

Таблица 2

Зависимость между вертикальными и горизонтальными составляющими углов SS, LL, L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub> и L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> и Альбрехта на общей выборке пациентов

Показатель	LL	L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub>	L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub>	Альбр_верт	Альбр_гориз
LL	1,00	0,22	-0,19	0,09	0,11
L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub>	0,22	1,00	0,44*	-0,22	-0,26
L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub>	-0,19	0,44*	1,00	-0,32*	-0,37*
Альбр_верт	0,09	-0,22	-0,32*	1,00	0,65*
Альбр_гориз	0,11	-0,26	-0,37*	0,65*	1,00

\* Значимые корреляции

Помимо высоких значимых зависимостей между вертикальными и горизонтальными значениями каждого из углов, очевидными, ввиду способа их измерения, являются также зависимости между углами L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub>, L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> и Альбрехта.

Задачей последующих этапов работы явилось выяснение информационной значимости этих углов в рамках рассматриваемой проблемы.

В результате анализа показателей асимметрии ширины суставных щелей, наклона краиниальной поверхности крестца и таза во фронтальной плоскости с показателями поясничного лордоза в сагиттальной плоскости, представ-

ленными углами SS, LL, L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub>, L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> и Альбрехта не выявлено взаимосвязи между ними ( $r > 0,5$ ).

Полученные данные указывают либо на то, что сильной зависимости действительно не существует, либо на то, что исследование проведено на неоднородной выборке пациентов.

Приняв за отправную точку факт неоднородности выборки, дальнейшая работа проводилась в пределах четырех типов рентгенометрических кластеров, влияющих на позвоночно-тазовый баланс во фронтальной плоскости: первый тип — 16 пациентов, второй — 20, третий — 8, четвертый — 6.

Таблица 3

**Значимые корреляции между исследованными для пациентов 1-го рентгенометрического кластера 1**

Пара показателей	Спирмена R	t (N-2)	p – уров.
LL_верт & del_d	-0,50	-2,08	0,052
LL_гориз & m_слева	0,56	2,45	0,029
L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub> & d_справа	-0,71	-2,47	0,048
SS_верт & a_справа	0,51	2,12	0,054
SS_гориз & m_слева	0,72	3,74	0,002
SS_гориз & a_справа	0,56	2,53	0,024

Таблица 4

**Значимые корреляции между значениями углов LL, SS и Альбрехта в сагиттальной плоскости и показателями асимметрии суставных щелей, наклона краниальной поверхности крестца и таза во фронтальной плоскости для пациентов рентгенометрического кластера 2**

Пара показателей	Спирмена R	t (N-2)	p – уров.
SS_гориз & m_справа	0,53	2,48	0,025
SS_гориз & н_к	0,57	2,83	0,011
Альбр_верт & m_справа	0,58	2,84	0,012
Альбр_гориз & d_слева	0,60	2,99	0,009
L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub> & L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub>	0,74	4,99	< 0,01
L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub> & Альбр_гориз	-0,50	-2,54	< 0,01

Значимые корреляции для пациентов кластера 1 представлены в табл. 3. Из данных таблицы для пациентов этого кластера не выявлено взаимосвязи показателей асимметрии суставных щелей с углами Альбрехта. Максимальное значение коэффициента корреляции ( $r = 0,72$ ) имеет связь между углом SS в горизонтальном положении и шириной суставной щели в медиальном отделе КПС. Кроме того, этот же показатель характеризует связь с шириной суставной щели в вентральном отделе КПС справа. При этом угол LL в вертикальном положении отрицательно коррелирует с показателем асимметрии ширины суставных щелей в дорсальном отделе КПС. Следующей по величине является отрицательная взаимосвязь L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> и шириной суставной щели в дорсальном отделе КПС справа ( $r = -0,72$ ).

Для 2-го анатомического типа две значимые корреляции были связаны с углами L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub>, L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> и Альбрехта (табл. 4).

Максимальная взаимосвязь ( $r = 0,74$ ) отмечена между углами L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub> и L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub>. Угол Альбрехта в горизонтальном положении (Альбр\_гориз) связан с шириной суставной щели в дорсальном отделе КПС слева ( $r = 0,60$ ) и углом L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> ( $r = 0,50$ ). Угол Альбрехта в вертикальном положении и угол SS в горизонтальном характеризуют ширину суставных щелей КПС в медиальном отделе справа ( $r = 0,58$  и  $r = 0,53$  соответственно). Высокий

коэффициент корреляции выявлен между углом SS в горизонтальном положении в сагиттальной плоскости и наклоном крестца во фронтальной ( $r = 0,57$ ).

Нарастание рентгенометрических изменений у пациентов 3 и 4-го анатомических типов характеризуется существенным увеличением исследуемых коэффициентов корреляции, связанных, в основном, с углом Альбрехта (табл. 5, 6).

У пациентов 3-го типа угол Альбрехта в горизонтальном положении отрицательно коррелирует с наклоном крестца ( $r = -0,80$ ), а в вертикальном — с наклоном таза ( $r = -0,74$ ). Последняя корреляция не имеет значимого характера, что, вероятнее всего, связано с ограниченным объемом выборки (8 человек), однако чрезвычайно высокое абсолютное значение дает основание предполагать, что с увеличением объема выборки зависимость выйдет на статистически значимый уровень. Кроме того, угол Альбрехта в горизонтальном положении сильно коррелирует с шириной щели вентрального отдела ( $r = 0,67$ ).

У пациентов 4-го рентгенометрического типа констатированы высокие корреляции со всеми изучаемыми углами, которые отражают их взаимосвязь с асимметрией ширины и шириной суставных щелей КПС в дорсальном и медиальном отделах, общую асимметрию ширины суставных щелей КПС, наклон и ротацию крестца.

Таблица 5

**Статистически значимые корреляции между значениями угла Альбрехта в сагиттальной плоскости и показателями асимметрии суставных щелей, наклона краниальной поверхности крестца и таза во фронтальной плоскости для пациентов рентгенометрического кластера 3**

Пара показателей	Спирмена R	t (N-2)	p – уров.
Альбр_гориз & н_к	-0,80	-3,21	0,018
Альбр_гориз & а_справа	0,67	2,19	0,071
Альбр_верт & н_т	-0,74	-2,17	0,096

Таблица 6

**Статистически значимые корреляции между значениями углов LL, SS и Альбрехта в сагиттальной плоскости и показателями асимметрии суставных щелей, наклона краниальной поверхности крестца и таза во фронтальной плоскости для пациентов рентгенометрического кластера 4**

Пара показателей	Спирмена R	t (N-2)	p – уров.
LL_гориз & d_справа	0,81	2,75	0,051
LV-SI & Альбр_верт	-0,69	-2,55	0,038
LV-SI & Альбр_гориз	-0,65	-2,25	0,059
SS_верт & del_d	-0,85	-3,16	0,034
SS_верт & m_слева	-0,88	-3,76	0,020
Альбр_верт & del_m	-0,85	-3,16	0,034
Альбр_верт & del_sum	-0,82	-2,86	0,046
Альбр_верт & p_к	0,74	2,17	0,096

Как видно из табл. 6, последняя корреляция не значима, что, так же как и в предыдущем случае, вероятнее всего, связано с ограниченным объемом выборки (6 человек).

Помимо рассмотрения корреляций между показателями фронтальной и сагиттальной плоскостей, исследовались также характеристики углов SS, LL,  $L_{IV}-L_V$ ,  $L_V-S_I$  и Альбрехта в каждом из четырех рентгенометрических типов.

Описания всех показателей зоны интереса приведены в табл. 7.

На рис. 2–5 представлены коробчатые графики сравнительных характеристик значений изучаемых углов у волонтеров (кластер 0) и пациентов четырех кластеров.

Зависимость от кластера (от 0 до 4) для угла SS имеет статистически значимый характер (ККУ,  $p = 0,015$ ) и приведена на рис. 2. Как можно видеть из коробчатого графика, значение угла у волонтеров превышает аналогичные показатели у пациентов всех кластеров.

Для угла LL (рис. 3) зависимость имеет характер тенденции ( $p = 0,082$ ; ККУ). Значение угла соизмеримо с характеристиками пациентов кластера 2 и превышает остальные.

Распределение по группам значений угла  $L_{IV}-L_V$ , имеющее статистически значимый характер ( $p = 0,029$ ; ККУ), приведено на рис. 4. Значения

угла монотонно снижаются от 1 к 4-му кластеру. Относительно сопоставимыми с группой волонтеров являются показатели у пациентов кластера 4.

Статистически высоко значимый характер (ККУ,  $p < 0,01$ ) имеет зависимость от группы показателя  $L_V-S_I$ . При этом значения угла у группы волонтеров значительно ниже соответствующих значений у пациентов всех кластеров (рис. 5).

Выраженная корреляция между углом SS в сагиттальной плоскости и наклоном крестца во фронтальной у пациентов кластера 1 легко объясняется с биомеханической точки зрения. Чем больше угол наклона крестца во фронтальной плоскости, тем значимее смещение горизонтальной оси ротации крестца и наклон краниальной пластинки крестца в сагиттальной плоскости.

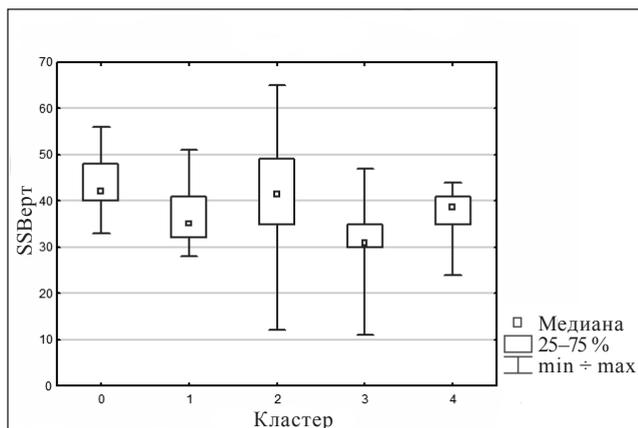
Для пациентов рентгенометрических кластеров 2–4 корреляция между углом Альбрехта и характерными для них показателями асимметрии суставных щелей объясняется увеличением смещения горизонтальной оси ротационной подвижности крестца при изменении этих показателей, что компенсируется увеличением сегментарного лордоза  $L_V-S_I$  и, следовательно, изменением угла Альбрехта.

Средняя величина угла SS в положении стоя вертикально у всех пациентов меньше, чем у волонтеров (кластер 1 — 37,7°; 2 — 42,8°; кластер 3 — 30,8°; 4 — 36,8°; волонтеры — 43,5°).

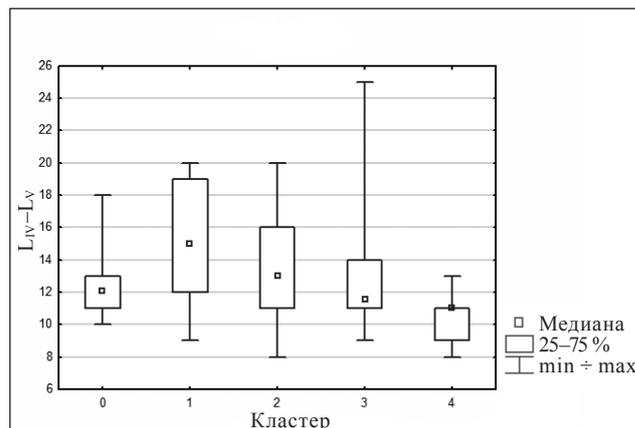
Таблица 7

**Характеристика углов SS, LL, Альбрехта, L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub> и L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> у волонтеров и пациентов с дисфункцией КПС в пределах четырех рентгенометрических кластеров**

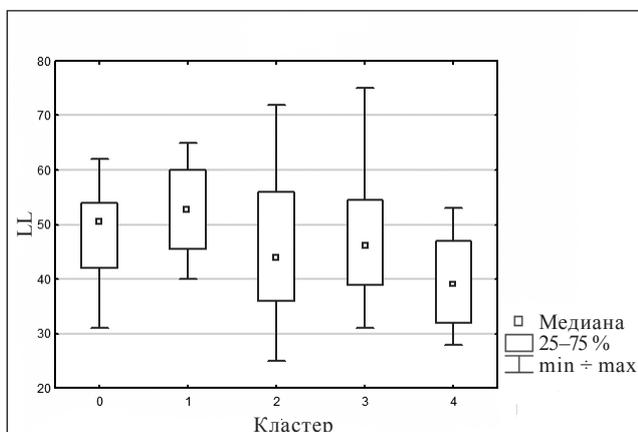
Показатель	Среднее	Медиана	Минимум	Максимум	Нижняя квартиль	Верхняя квартиль	Стандартное отклонение
кластер 1							
LL_верт	40,7	42,0	27,0	52,0	38,0	47,0	7,3
LL_гориз	30,7	30,5	19,0	48,0	24,0	36,0	8,5
Альбр_верт	145,6	147,0	130,0	160,0	139,0	152,0	8,7
Альбр_гориз	147,4	147,0	130,0	164,0	141,5	153,0	8,4
SS_верт	37,7	35,0	28,0	51,0	32,0	41,0	7,6
SS_гориз	39,7	37,5	22,0	60,0	33,0	45,0	11,0
L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub>	15,1	15,0	9,0	20,0	12,0	19,0	4,1
L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub>	17,3	16,5	14,0	22,0	15,5	19,0	2,7
кластер 2							
LL_верт	49,3	49,0	20,0	69,0	45,5	58,0	11,2
LL_гориз	40,3	40,0	7,0	68,0	31,0	48,0	13,7
Альбр_верт	146,5	147,5	120,0	163,0	139,5	156,5	11,5
Альбр_гориз	149,3	150,0	130,0	168,0	141,0	154,0	9,6
SS_верт	42,8	43,0	21,0	65,0	36,0	50,0	10,6
SS_гориз	46,8	45,5	25,0	76,0	37,0	55,0	14,8
L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub>	13,5	13,0	8,0	20,0	11,0	16,0	3,2
L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub>	18,6	20,0	11,0	25,0	15,0	22,0	4,4
кластер 3							
LL_верт	37,2	40,0	10,0	58,0	33,0	42,0	15,7
LL_гориз	24,5	28,5	5,0	36,0	16,5	32,5	11,0
Альбр_верт	140,0	137,5	122,0	163,0	134,0	146,0	13,8
Альбр_гориз	143,0	144,5	128,0	158,0	136,0	148,5	9,9
SS_верт	30,8	31,0	11,0	47,0	30,0	35,0	11,6
SS_гориз	28,6	29,0	14,0	45,0	18,5	37,5	11,3
L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub>	13,1	11,5	9,0	25,0	11,0	14,0	4,2
L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub>	17,2	17,0	10,0	27,0	13,0	21,5	5,3
кластер 4							
LL_верт	43,5	44,5	33,0	53,0	39,0	47,0	7,0
LL_гориз	31,0	29,0	22,0	43,0	23,0	40,0	8,7
Альбр_верт	142,7	144,0	129,0	153,0	137,0	149,0	9,0
Альбр_гориз	141,3	138,5	128,0	163,0	135,0	145,0	12,2
SS_верт	36,8	38,5	24,0	44,0	35,0	41,0	7,0
SS_гориз	38,0	35,5	35,0	45,0	35,0	42,0	4,4
L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub>	10,4	11,0	8,0	13,0	9,0	11,0	1,7
L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub>	15,6	16,0	7,0	25,0	12,0	18,0	5,6
волонтеры							
LL_верт	48,3	50,5	31,0	62,0	42,0	54,0	8,3
SS_верт	43,5	42,0	33,0	56,0	40,0	48,0	6,1
L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub>	12,4	12,0	10,0	18,0	11,0	13,0	2,1
L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub>	12,2	12,0	8,0	19,0	11,0	13,0	2,1
Альбр_верт	142,8	142,0	130,0	161,0	138,0	148,0	7,6
Альбр_гориз	141,1	140,5	128,0	158,0	138,0	145,0	7,2



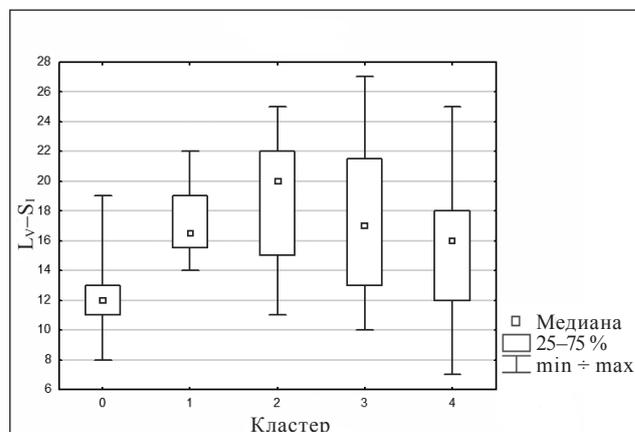
**Рис. 2.** Зависимость угла SS от групповой принадлежности (0 — волонтеры, 1–4 — выделенные рентгенологические типы)



**Рис. 4.** Зависимость угла  $L_{IV}-L_V$  от групповой принадлежности (0 — волонтеры, 1–4 — выделенные рентгенологические типы)



**Рис. 3.** Зависимость угла LL от групповой принадлежности (0 — волонтеры, 1–4 — выделенные рентгенологические типы)



**Рис. 5.** Зависимость угла  $L_V-S_I$  от групповой принадлежности (0 — волонтеры, 1–4 выделенные рентгенологические типы)

Это может происходить за счет ретроверсии крестца и таза. Таким образом, у этих пациентов крестец и таз двигаются в одном направлении. Это совпадает с мнением авторов, изучающих направление движения крестца относительно таза при дисфункции КПС [4–6].

Для сохранения СПТБ, чтобы компенсировать подобное изменение положения крестца и таза в смежном крестце сегменте  $L_V-S_I$  наблюдается переразгибание и сегментарный гиперлордоз  $L_V-S_I$  у всех пациентов с дисфункцией КПС в положении стоя. Средняя величина сегментарного лордоза  $L_V-S_I$  у пациентов всех рентгенометрических кластеров значительно больше, чем у волонтеров (кластер 1 —  $17,3^\circ$ ; 2 —  $18,6^\circ$ ; 3 —  $17,2^\circ$ ; 4 —  $15,6^\circ$ ; волонтеры —  $12,2^\circ$ ).

У пациентов 1, 3, 4-го рентгенометрических кластеров с дисфункцией КПС наблюдается сглаженный поясничный лордоз в положении стоя (средние величины составили соответственно

$40,7^\circ$ ;  $37,2^\circ$ ;  $43,5^\circ$ ). При этом у пациентов наиболее благоприятного рентгенометрического кластера 2, уменьшение среднего значения угла SS в положении стоя (ретроверсия крестца и таза) не сопровождалось уменьшением поясничного лордоза. Среднее значение поясничного лордоза LL больных этого кластера в положении стоя составило  $49,3^\circ$ , а у волонтеров —  $48,3^\circ$ . M. Adams и соавт. [24] приводят величину поясничного лордоза у волонтеров от  $49^\circ$  до  $61^\circ$  при измерении в положении стоя [24], другие авторы приводят значение около  $50^\circ$  [25–27] и уменьшение его у пациентов с хронической поясничной болью [27–30].

Важно подчеркнуть, средние величины поясничного лордоза нельзя считать нормативными. R. Vedantam и соавт. [31], P. Stagnara и соавт. [32] считают, что средние значения LL не отображают норму.

G. Vaz и соавт. [33] при обследовании 100 больных с хронической нижнепоясничной болью установили среднюю величину поясничного лордоза по Cobb  $32,8^\circ \pm 15,4^\circ$ . По данным С. Tilzun и соавт. [29], у больных с нижнепоясничной болью величина поясничного лордоза, измеренного по Cobb (LL) в положении стоя, находилась в интервале от  $20^\circ$  до  $40^\circ$ .

Есть мнение, что увеличение локального лордоза в сегменте  $L_V-S_I$  более  $15^\circ$  в положении стоя ведет к возрастанию компрессионных и срезающих нагрузок на дугоотростчатые суставы  $L_V-S_I$ , что будет вызывать риск возникновения нижнепоясничной боли, связанной с избыточными механическими нагрузками [34, 35]. У всех наших пациентов с дисфункцией КПС сегментарный лордоз  $L_V-S_I$  был больше  $15^\circ$ . У волонтеров среднее значение сегментарного лордоза составило  $12,2^\circ$ . В. А. Куценко [36] описал, что такое изменение нагружения дугоотростчатых суставов при спондилолистезе нижнепоясничных сегментов приводит не только к изменениям в люмбосакральном и вышележащих сегментах, но и к дислокации крестца, что является причиной ранней дисфункции КПС и развития в них артроза. В эксперименте на лабораторных крысах, впервые в мире, доказано, что создание искусственного гиперлордоза в смежных КПС сегментах вызывает дегенеративные изменения КПС и формирование остеоартроза КПС [36].

## Выводы

У всех пациентов с дисфункцией КПС наблюдается значительное увеличение сегментарного лордоза  $L_V-S_I$ , смежного КПС сегмента, в сравнении со здоровыми волонтерами.

У пациентов рентгенометрических кластеров 1–3 выявлено увеличение сегментарного лордоза  $L_{IV}-L_V$  по сравнению со здоровыми волонтерами.

В кластере 2, наиболее благоприятного с математической точки зрения, несмотря на уменьшение угла SS отмечена такая же средняя величина поясничного лордоза в положении стоя, как и у здоровых волонтеров. У пациентов рентгенометрических кластеров 1, 3 и 4 зафиксировано уплощение поясничного лордоза в положении стоя по сравнению с волонтерами, несмотря на нижнесегментарный гиперлордоз.

Перспективным направлением является исследование величины нижнесегментарного лордоза у больных с дисфункцией КПС до и после консервативного лечения.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

## Список литературы

1. Duval-Beaupere G. A baricentrementrie study of sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position / G. Duval-Beaupere, C. Schmidt, P. Cossom // *Annals of Biomedical Engineering*. — 1992. — Vol. 20 (4). — P. 451–462. — DOI: 10.1007/BF02368136.
2. Sagittal profile of normal spine, changes in spondylolisthesis / G. Duval-Beaupere, B. Boisauvert, J. Hecquet [et al.] // *Severe spondylolisthesis* / J. Harms, H. Sturz. — Springer, Steinkopff, Darmstadt, 2003. — P. 21–32. — DOI:10.1007/978-3-642-57525-9\_3.
3. Jacob H. The mobility of the sacroiliac joints in healthy volunteers between 20 and 50 years of age / H. Jacob, R. Kissling // *Clinical Biomechanics*. — 1995. — Vol. 10 (7). — P. 352–361.
4. Don Tigny R. L. A detailed and critical biomechanical analysis of the sacroiliac joints and relevant kinesiology: the implications for lumbopelvic function or dysfunction / R. L. Don Tigny // *Movement, stability and low back pain. The essential role of pelvis* // A. Vleeming, V. Mooney, T. Dortman [et al.]. — Edinburg : Churchill Livingstone, 2007. — P. 265–278.
5. Gracovetsky S. Stability or controlled instability / S. Gracovetsky // *Movement, stability and low back pain. The essential role of pelvis* // A. Vleeming, V. Mooney, T. Dortman [et al.]. — Edinburg : Churchill Livingstone, 2007. — P. 279–294.
6. Hungerford B. The pattern of intrapelvic motion and lumbopelvic muscle recruitment alters in the presence of pelvic girdle pain / B. Hungerford, W. Gilleard // *Movement, Stability & Lumbopelvic Pain. Integration of Research and Therapy* / A. Vleeming, V. Mooney, R. Stoecart. — Edinburg : Churchill Livingstone, 2007. — Ch. 25. — P. 361–376.
7. Стауде В. А. Рентгенометрические параметры крестца и таза у пациентов с дисфункцией крестцово-подвздошного сустава, влияющие на позвоночно-тазовый баланс во фронтальной плоскости / В. А. Стауде, Е. Б. Радзишевская, Р. В. Златник // *Ортопедия, травматология и протезирование*. — 2017. — № 3 (607). — С. 52–61. — DOI: 10.15674/0030-59872017252-61.
8. Напряженно-деформированное состояние системы «поясничный отдел позвоночника – крестец – таз» при фронтальном наклоне таза / Н. А. Корж, В. А. Стауде, А. В. Кондратьев, М. Ю. Карпинский // *Ортопедия, травматология и протезирование*. — 2016. — № 1 (602). — С. 54–61. — DOI: 10.15674/0030-59872016154-61.
9. Напряженно-деформированное состояние кинематической цепи «поясничный отдел позвоночника – крестец – таз» при асимметрии суставных щелей крестцово-подвздошного сустава / Н. А. Корж, В. А. Стауде, А. В. Кондратьев, М. Ю. Карпинский // *Ортопедия, травматология и протезирование*. — 2015. — № 3 (600). — С. 5–14. — DOI: 10.15674/0030-5987201535-13.
10. Sacroiliac joint pain after lumbar and lumbosacral fusion: findings using dual sacroiliac joint blocks / P. C. Li Liang, K. Lu, C. L. Liang [et al.] // *Pain Medicine*. — Vol. 12 (4). — P. 565–570. — DOI: 10.1111/j.1526-4637.2011.01087.x.
11. Lumbar fusion leads to increases in angular motion and stress across sacroiliac joint: a finite element study / A. Ivanov, A. Kiarpour, N. A. Ebraheim, V. Goel // *Spine*. — 2009. — Vol. 34 (5). — P. E162–E169. — DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181978ea3.
12. Ha K. Y. Degeneration of sacroiliac Joint after instrumented lumbar or lumbosacral fusion / K. Y. Ha, J. S. Lee, Y. W. Kim // *Spine*. — 2008. — Vol. 33 (11). — P. 1192–1198. — DOI: 10.1097/BRS.0b013e318170fd35.
13. Sacral insufficiency fractures caudal to instrumented

- posterior lumbosacral arthrodesis / E. Klineberg, T. McHenry, C. Bellabarda [et al.] // *Spine*. — 2008. — Vol. 33 (16). — P. 1806–1811. — DOI: 10.1097/BRS.0b013e31817b8f23.
14. Papadopoulos E. C. Sacral fractures complicating thoracolumbar fusion to the sacrum / E. C. Papadopoulos, F. P. Cammisa, F. P. Girardi // *Spine*. — 2008. — Vol. 33 (19). — P. 1155–1156. — DOI: 10.1097/BRS.0b013e31817e03db.
  15. Radiological investigation of the lumbar spinal alignment in patients with sacroiliac joint disorders / S. Nakajuku, Y. Matsumoto, T. Morito [et al.] // abstracts book of 9<sup>th</sup> Interdisciplinary World Congress on Low Back & Pelvic Pain (Singapore, October 31–November 4, 2016). — Singapore, 2016. — P. 444–445.
  16. Diagnosing painfull sacroiliac joints: a validity study of a McKenzie evaluation and sacroiliac provocation tests / M. Laslett, S. B. Young, C. N. Aprill, B. McDonald // *Australian Journal of Physiotherapy*. — 2003. — Vol. 49 (2). — P. 89–97.
  17. European guidelines for the diagnosis and treatment of pelvic girdle pain / A. Vleeming, H. B. Albert, H. Ostgaard [et al.] // *European Spine Journal*. — 2008. — Vol. 17 (6). — P. 794–819. — DOI: 10.1007/s00586-008-0602-4.
  18. Perlman R. Diagnosis of sacroiliac joint syndrome in low back / pelvic pain: reliability of 3 key clinical signs / R. Perlman, J. Golan, M. Lugo // abstracts book of 9<sup>th</sup> Interdisciplinary World Congress on Low Back & Pelvic Pain (Singapore, October 31–November 4, 2016). — Singapore, 2016. — P. 408–409.
  19. Irvin R. E. Why and how to optimize posture / R. E. Irvin // *Lumbopelvic pain integration of research and therapy* / A. Vleeming, V. Mooney, R. Stoeckart. — Edinburg : Chyrchill Livingstone, 2007. — Ch. 16. — P. 239–251.
  20. Орел А. М. Рентгенодиагностика позвоночника для мануальных терапевтов / А. М. Орел. — Видар, 2007. — 311 с.
  21. Chen Y. L. Vertebral centroid measurement of lumbar lordosis compared with the Cobb technique / Y. L. Chen // *Spine*. — 1999. — Vol. 24 (17). — P. 1786–1790.
  22. Radiographic analysis of the sagittal alignments and balance of the spine in asymptomatic subjects / R. Viall, N. Levasor, L. Rilladson [et al.] // *Journal of Bone and Joint Surgery. Am.* — 2005. — Vol. 87 (2). — P. 266–267. — DOI: 10.2106/JBJS.D.02043.
  23. Ravin T. Visualization of pelvic biomechanical dysfunction / T. Ravin // *Lumbopelvic pain integration of research and therapy* / A. Vleeming, V. Mooney, R. Stoeckart. — Edinburg : Chyrchill Livingstone, 2007. — Ch. 20. — P. 335.
  24. The biomechanic of back pain / M. Adams, M. Bogduk, K. Burton, P. Dolan. — 2<sup>nd</sup> ed. — Edinburg : Churchill Livingstone, 2007. — 336 p.
  25. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth / J. M. Mac-Thiong, E. Berthonnaud, J. R. Dimar 2<sup>nd</sup> [et al.] // *Spine*. — 2004. — Vol. 29 (15). — P. 1642–1647.
  26. Lumbar lordosis effects of sitting and standing / J. Lord, M. Small, M. Dinsay, G. Watkins // *Spine*. — 1997. — Vol. 22 (21). — P. 2571–2574.
  27. Lumbar lordosis: study of patients with and without low back pain / V. L. Murrie, A. K. Dixon, W. Hollinguorth [et al.] // *Clinical Anatomy*. — 2003. — Vol. 16 (2). — P. 144–147. — DOI: 10.1002/ca.10114/
  28. Low back pain and lumbar angles in Turkish coal miners / S. Sarikaya, S. Ozdolap, S. Gumstar, U. Koc // *American Journal of Industrial Medicin.* — 2007. — Vol. 50 (2). — P. 92–96. — DOI: 10.1002/ajim.20417.
  29. Low back pain and posture / C. Tuzun, I. Yorulmaz, A. Cindas, S. Vatan // *Clinical Rheumatology*. — 1999. — Vol. 18 (4). — P. 308–312.
  30. Smit A. Classification of sagittal thoraco-Lumbo-Pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain / A. Smith, P. O'Sullivan, L. Straker // *Spine*. — 2008. — Vol. 33 (19). — P. 2101–2107. — DOI: 10.1097/BRS.0b013e31817ec3b0.
  31. The effect of variation in arm position on sagittal spinal alignment / R. Vedantam, L. G. Lenke, K. H. Bridwell [et al.] // *Spine*. — 2000. — Vol. 25 (17). — P. 2204–2209.
  32. Reciprocal angulation of vertebral bodies in sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis / P. Stagnara, J. De Mauroy, G. Dran [et al.] // *Spine*. — 1982. — Vol. 7 (4). — P. 335–342.
  33. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine / G. Vaz, P. Roussouly, E. Berthonsod, J. Dimnet // *European Spine Journal*. — 2002. — Vol. 11 (1). — P. 80–87.
  34. Cox J. M. Low back pain: Mechanisms, Diagnosis and Treatment / J. M. Cox. — 6<sup>th</sup> ed. — Baltimor : Williams and Wilkins, 1999. — 735 p.
  35. Yochum T. R. Essentials of skeletal radiology. Vol. 1 / T. R. Yochum, L. J. Rowe. — 3<sup>rd</sup> ed. — Philadelphia : Williams and Wilkins, 2005. — 537 p.
  36. Куценко В. А. Поясничный спондилолистез (патогенез, диагностика, прогнозирование и лечение) / В. А. Куценко: дис. ... д-ра мед. наук. — Харьков, 2009. — 555 с.

Статья поступила в редакцию 03.07.2018

## X-RAY PARAMETERS OF LOW SEGMENTAL LORDOSIS OF LUMBAR SPINE AND THEIR RELATION WITH SACRAL AND PELVIC TILT IN FRONTAL PLANE IN PATIENTS WITH SACROILIAC JOINT DYSFUNCTION

V. A. Staude<sup>1</sup>, Ye. B. Radzishavska<sup>2</sup>, R. V. Zlatnik<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv

<sup>2</sup> Kharkiv National Medical University, Ukraine

✉ Volodymyr Staude, PhD in Traumatology and Orthopaedics: staudev1@gmail.com

✉ Yevgenya Radzishavska, PhD: radzishavska@mail.ru

✉ Ruslan Zlatnyk: ruslan.zlatnik@gmail.com