

УДК 611.96:616-073.7](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872017252-61>

Рентгенометрические параметры крестца и таза, влияющие на позвоночно-тазовый баланс во фронтальной плоскости, у здоровых волонтеров

В. А. Стауде¹, Е. Б. Радзишевская², Р. В. Златник¹

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

² Харьковский национальный медицинский университет. Украина

Objective: to study in healthy volunteers radiometric parameters of sacrum and pelvis, affecting the spinal-pelvic balance in the frontal plane and their relationship to each other. Methods: we examined 36 healthy student volunteers (25 males and 11 females aged 17 to 23 years). The average height was 173 cm (from 168 to 183), average body mass index — 22.23 (from 17.90 to 29.38). Standing X-ray examination performed in all the volunteers. X-rays were measured: 1) the angle of the cranial sacral bone plate by the method of R. E. Irvin in frontal plane; 2) the angle of the pelvic tilt; 3) the angle of rotation around the sacrum axis by method of A. Orel; 4) width of sacroiliac joint in the ventral, dorsal and medial portions. Results were assessed using statistical methods. Results: the majority of volunteers (81 %) had asymmetric joint space width of sacroiliac joint, which accompanied pelvic and sacral tilt and sacral bone rotation. The sacral slope measured in 95 % of patients, pelvis — 83 %, sacral rotation in 92 %. The width of the joint space of volunteers was (3.3 ± 0.9) mm. Using cluster analysis all volunteers were divided into four clusters (groups), characterized by certain parameters. In the first group examined joint space width was symmetrical in all portions, pelvic tilt and sacral slope were the same, the rotation of sacrum decreased. Joint asymmetry found in two groups of volunteers in the third and fourth groups (39 %, 14 persons) and three parts — other (42 %, 15 people). Found that 20 volunteers (56 %) had joint space asymmetry, pelvic tilt and sacral slope, sacral rotation 3° , the maximum deviation (more than 3°) these indicators are recorded in 7 volunteers (19 %). Key words: sacroiliac joints, sacral foundation, pelvic tilt, sacral slope.

Мета: вивчити в здорових волонтерів рентгенометричні параметри крижової кістки і таза, які впливають на хребтотно-тазовий баланс у фронтальній площині та їхній взаємозв'язок між собою. Методи: обстежено 36 практично здорових студентів-волонтерів (25 юнаків та 11 дівчат віком від 17 до 23 років). Середній зріст становив 173 см (від 168 до 183), середній індекс маси тіла — 22,23 (від 17,90 до 29,38). Виконували рентгенологічне обстеження волонтера в положенні стоячи. На рентгенограмах вимірювали: 1) кут нахилу краніальної пластинки крижової кістки за методом R. E. Irvin у фронтальній площині; 2) кут нахилу таза; 3) кут ротації крижової кістки навколо аксіальної осі за методом О. М. Орла; 4) ширину суглобових щілин крижово-клубового суглоба у вентральному, медіальному та дорсальному відділах. Отримані показники опрацьовували статистично. Результати: більшість волонтерів (81 %) мали асиметрію ширини суглобових щілин крижово-клубового суглоба, яка супроводжувалась нахилом таза та крижової кістки, ротацією крижової кістки. Нахил крижової кістки виявлено в 95 % обстежених, таза — у 83 %, ротацію крижової кістки — у 92 %. Ширина суглобових щілин у волонтерів становила $(3,3 \pm 0,9)$ мм. За допомогою кластерного аналізу всіх волонтерів розподілили на чотири кластери (групи), для кожної з яких були характерними певні параметри. В обстежених першої групи ширина суглобових щілин була симетричною в усіх відділах, нахил крижової кістки і таза — однаковим, ротація крижової кістки — незначною. Асиметрію ширини суглобових щілин у двох відділах виявлено у волонтерів третьої та четвертої груп (39 %, 14 осіб), а в трьох відділах — другої (42 %, 15 людей). Виявлено, що 20 волонтерів (56 %) мали асиметрію суглобових щілин, нахил таза і крижі, ротацію крижі до 3° , а максимальні відхилення (понад 3°) цих показників зафіксовано у 7 волонтерів (19 %). Ключові слова: крижово-клубовий суглоб, основа крижової кістки, нахил таза, нахил крижової кістки.

Ключевые слова: крестцово-подвздошный сустав, основание крестца, наклон таза, наклон крестца

Введение

Важность влияния наклона крестца и таза во фронтальной плоскости на механическую дисфункцию крестцово-подвздошного сустава (КПС) и поясничную боль, вызванную разной длиной ног, определено и описано более 100 лет назад [1].

По мнению R. E. Kappler [2], разница длины ног является одним из основных факторов, определяющих наклон основания крестца во фронтальной плоскости, который, в свою очередь, обуславливает нарушение биомеханики позвоночника [3], дисфункцию КПС в тазовом кольце, что проявляется торсионными и линейными смещениями крестца, а в осевом скелете — сколиозом с длинной и короткой дугой искривления [4].

Наклон основания крестца часто сопровождается компенсаторным наклоном поясничного отдела позвоночника на уровне люмбосакрального перехода и L_{IV} . Если крестец наклонен в одну сторону, то наблюдается компенсаторный наклон в эту же сторону с небольшой ротацией L_{IV} и L_V позвонков [5].

На математической модели Н. А. Корж и соавт. [6, 7] доказали, что смещение горизонтальной оси ротационной подвижности крестца и ротация его вокруг вертикальной оси вызывают изменения функционирования КПС из-за перегрузки, перерастяжения и микротравматизации определенных связок. Это может приводить к развитию такой функциональной деформации, как скрученный таз, ротации крестца и асимметрии ширины суставных щелей КПС.

На группе практически здоровых волонтеров мы решили проверить, как часто встречается у них наклон основания крестца и таза во фронтальной плоскости и сопровождается ли это асимметрией ширины суставных щелей и ротацией крестца.

Цель исследования: изучение рентгенометрических параметров крестца и таза у здоровых волонтеров, влияющих на позвоночно-тазовый баланс во фронтальной плоскости и их взаимосвязь между собой.

Материал и методы

Исследовано 36 практически здоровых волонтеров — студентов факультета физической культуры Харьковского национального педагогического университета им. Г. С. Сковороды. Все они жаловались на периодически возникающие боли в нижнем отделе спины. Группа состояла из 25 юношей и 11 девушек в возрасте от 17 до 23 лет со средним ростом 173 см (от 168 до 183) и средним

индексом массы тела 22,23 (от 17,90 до 29,38). Таким образом, была набрана группа практически здоровых молодых людей нормостенического телосложения, регулярно занимающихся спортом. Проведение исследования утверждено комитетом по биоэтике ГУ «ИППС им. проф. М. И. Ситенко НАМН» (протокол № 99 от 12.03.2012).

Для рентгенологического обследования практически здорового волонтера располагали стоя. Ноги находились на ширине таза, стопы параллельно, ягодицы касались деки стола рентгеноаппарата. Контакт с декой стола минимизирует возможную ротацию таза. Вес волонтера распределялся равномерно между двумя ногами. Руки размещали через грудную клетку на плечах, чтобы исключить их попадание в поле визуализации. Трубку располагали на фокусном расстоянии 115 см и центрировали на уровне L_V так, чтобы нижний край рентгенограммы был строго горизонтальным.

На полученных рентгенограммах измеряли:

1. Угол наклона крестца по методу R. E. Irvin [8]. Для этого проводили дополнительную линию краниальной поверхности крестца (рис. 1, а), измеряли угол между ней (3, рис. 1, б) и линией горизонта.

2. Угол наклона таза, образованный прямой, соединяющей верхние точки подвздошных костей (1, рис. 1, б), и линией горизонта.

3. Угол ротации крестца по методу А. М. Орла [9]. Для этого проводили дополнительную крестцовую линию (2), соединяющую верхние точки контура крестца. Измерение угла отклонения перпендикуляра к этой линии от вертикали дает нам искомую величину (рис. 1, б). И хотя описанный метод имеет определенные ограничения, его точности вполне достаточно для нашей цели, т. к. он дает четкое представление о ротации крестца и ее направлении (вправо, влево).

4. Ширину суставных щелей КПС измеряли в трех отделах (рис. 2) — вентральном (1), медиальном (2), дорсальном (3).

Статистическую обработку данных проводили методами многомерной статистики (кластерный анализ) при помощи пакета прикладных программ «Statistica». Для описания данных по тексту использовали медиану (Me) и среднее выборочное (M) как характеристики центральных тенденций, интерквартильный размах ($LQ \div UQ$), размах вариации ($\min \div \max$) и среднее квадратичное отклонение (m) как характеристики разброса.

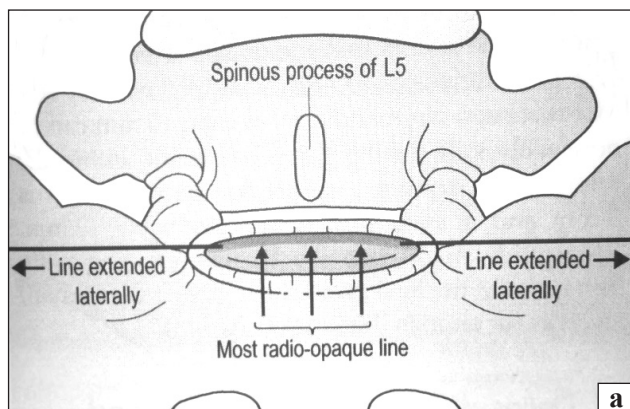


Рис. 1. Построение: а) линии краниальной поверхности крестца по R. E. Irvin; б) прямых для измерения рентгенометрических параметров, влияющих на фронтальный позвоночно-тазовый баланс — соединяющих верхние точки подвздошных костей (1), контура крестца (2), краниальной пластинки крестца (3)

Для анализа асимметрии суставных щелей крестцово-подвздошного сустава для каждого отдела (вентральный, медиальный, дорсальный) у всех пациентов рассчитывали абсолютную разность (Δ) между правым и левым краем суставной щели (показатели del_a , del_m , del_d), а также интегративный показатель асимметрии (del_sum) как суммы асимметрий (вентрального, медиального и дорсального отделов). В качестве дополнительного параметра изменения положения таза и крестца вводили составной трехпозиционный код (ПКЗ). Первая позиция кода характеризовала наклон таза и принимала значение «1», если угол наклона был меньше 3° и значение «2», если он больше или равен 3° . Исходя из такого же принципа формировали остальные позиции, а именно:

- вторая характеризовала угол наклона крестца;
- третья — угол его ротации.



Рис. 2. Обзорная рентгенограмма таза. Места измерения суставных щелей КПС: вентральный (1), медиальный (2), дорсальный (3) отделы

Результаты и их обсуждение

В табл. 1 представлены показатели ширины суставных щелей КПС и рентгенометрические параметры, влияющие на фронтальный позвоночно-тазовый баланс 36 волонтеров.

В соответствии с технологией, описанной выше, каждому волонтеру был присвоен индивидуальный код ПКЗ, характеризующий изменение положений таза и крестца. Полученные результаты представлены в виде гистограммы (рис. 3).

Как можно видеть из приведенной гистограммы, большинство волонтеров (20 человек, 56 %) имели код патологии «111» (нарушение по всем позициям меньше 3°), а максимальный характер нарушений (код «222», все позиции более 3°) выявлен у 7 человек (19 %).

Описательные статистики всех анализируемых показателей непрерывной шкалы приведены в табл. 2.



Рис. 3. Гистограмма изменений положений таза и крестца, выявленных в исследуемой группе волонтеров и закодированных при помощи ПКЗ

Таблица 1

Рентгенометрические параметры 36 волонтеров

Волонтер	Отдел суставной щели						Угол		
	вентральный (a)		медиальный (m)		дорсальный (d)		наклона таза	наклона крестца	ротации крестца
	слева	справа	слева	справа	слева	справа			
1	4	3,6	3,6	4,5	5	6	0	1,5	1
2	2,7	2,7	2,7	2,7	3,6	3,2	0	1,5	1
3	2,7	1,8	3,5	3,5	5	4	0	0	0
4	1,8	1,8	3,6	4,5	2,7	3,6	0	1,5	1
5	3,6	3,6	2,7	3,6	2,7	2,7	0	0	1
6	2,7	2,7	2,7	1,8	3,6	2,7	0	2	1
7	4,5	3,6	4,5	4,5	3,2	3,6	1,5	1,5	1
8	3	3,6	2,2	2,7	4,5	5,2	1,5	1,5	1
9	4,5	3,6	3,6	2,7	4	4	1,5	1,5	1
10	4,2	3,2	2,7	3,6	3,2	5	1,5	1,5	1
11	2,7	2,7	1,8	2,7	3,6	3,6	1,5	1,5	2
12	3,6	3,2	3,6	3,6	4,2	4,2	1,5	1,5	0
13	3,6	3,2	2,7	3,6	2,7	3,6	1,5	1,5	1
14	4,5	3,6	2,7	3,6	3,6	3,5	2	2	1
15	1,8	1,8	1,8	1,8	3,6	2,7	2	2	1
16	3,6	4,5	1,8	2,2	2,7	3,6	2	1,5	1
17	2,7	1,8	1,8	2,7	2,7	3,6	2	2	0
18	4,5	3,2	2,7	1,8	3,6	3,2	2,5	2,5	1
19	2,7	2,7	1,8	2,7	2,7	3,6	2,5	2,5	1
20	4,5	3,6	2,7	2,7	3,6	3,6	2,5	2,5	4
21	3,6	2,7	4,5	3,6	3,6	4,5	2,5	2	1
22	2,7	3,6	2,7	2,7	3,6	3,6	2,5	1	1
23	1,8	1,8	3,6	2,7	3,6	3,6	2,5	2,5	3
24	4,5	4,5	2,2	1,8	3,6	3,6	2,5	2,5	2
25	2,7	3,6	1,8	2,7	3,6	2,8	3	2	3
26	4,5	3,6	2,7	2,7	3,2	3,4	3	3	4
27	3,6	4,5	4,5	3,6	4,5	3,6	3	3	1
28	3,6	3,6	2,7	2,7	4,5	3,6	3	3	2
29	3,6	3,6	3,6	3,6	4,5	4,5	3	3	3
30	3,6	3,5	2,7	1,8	3,5	3,5	3	2	1
31	3,6	2,7	1,8	2,7	3,6	3,6	3	3	4
32	5,2	4,5	3,6	3,6	2,7	3,6	4	3,5	4
33	2,7	2,7	2,7	2,7	3,6	3,6	4	3,5	2,5
34	1,8	2,7	3,6	2,7	2,7	3,6	6	3,5	6
35	4,5	4,5	2,8	3,6	3,5	2,7	6	3	4
36	3,6	4,5	4,5	3,6	3,6	3,6	6	3	3

Значение медиальной ширины суставной щели КПС в вентральном отделе слева составило 3,6 мм, интерквартильный размах — (2,7 ÷ 4,4) мм при размахе выборки от 1,8 до 5,2 мм. Значение ширины суставной щели КПС в вентральном отделе справа составило 3,6 мм (медиана), интерквартильный размах — (2,7 ÷ 3,6) мм, размах

выборки от 1,8 до 4,5 мм. Медиана, интерквартильный размах и размах ширины суставной щели КПС в медиальном отделе слева составили 2,7 (2,5 ÷ 3,6) и (1,8 ÷ 4,5) мм соответственно. Аналогичные величины для выборки, характеризующей ширину суставной щели медиального отдела справа, составили 2,7 (2,7 ÷ 3,6) и (1,8 ÷ 4,5) мм.

Таблица 2

Характеристики суставных щелей, наклона таза и крестца, ротации крестца и показателей асимметрии у волонтеров

Показатель	Статистический показатель						
	M	Me	min	max	LQ	UQ	m.
a, слева	3,4	3,6	1,8	5,2	2,7	4,4	0,9
a, справа	3,3	3,6	1,8	4,5	2,7	3,6	0,8
del_a	0,5	0,7	0,0	1,3	0,0	0,9	0,4
m, слева	2,9	2,7	1,8	4,5	2,5	3,6	0,8
m, справа	3,0	2,7	1,8	4,5	2,7	3,6	0,8
del_m	0,6	0,9	0,0	0,9	0,0	0,9	0,4
d, слева	3,6	3,6	2,7	5,0	3,2	3,6	0,6
d, справа	3,7	3,6	2,7	6,0	3,5	3,6	0,7
del_d	0,5	0,6	0,0	1,8	0,0	0,9	0,5
del_sum	1,6	1,8	0,0	3,7	0,9	2,2	0,9
n_таза	2,4	2,5	0,0	6,0	1,5	3,0	1,6
n_крестец	2,1	2,0	0,0	3,5	1,5	3,0	0,9
p_крестец	1,8	1,0	0,0	6,0	1,0	3,0	1,4

Для дорсального отдела суставной щели КПС слева медиальное значение ширины суставной щели оказалось равным 3,6 мм, интерквартильный размах — (3,2 ÷ 3,6) мм, размах выборки — (2,7 ÷ 5,0) мм; показатели справа были 3,6 (3,5 ÷ 3,6) и (2,7 ÷ 6,0) мм соответственно.

Для большинства публикаций, касательно вопроса ширины суставных щелей, более типичным является описание при помощи одного измерения в виде (M ± m). В соответствии с правилами теории измерений, действительным в этом случае является среднее значение показателей вентрального, медиального и дорсального отделов суставных щелей, измеренных справа и слева. При таком подходе к анализируемым данным ширина суставных щелей у обследованных волонтеров составила (3,3 ± 0,9) мм.

В рамках проводимого нами исследования решалась задача определения естественного расщепления исследуемой выборки на однородные по степени нарушения группы с использованием метода кластеризации.

Таблица 3

Значения евклидовых расстояний между кластерами (протокол программной среды «Statistica»)

Кластер, номер	Евклидово расстояние между кластерами			
	1	2	3	4
1	0,000000	2,427533	1,326033	1,150119
2	1,558054	0,000000	1,289730	1,434100
3	1,151535	1,135663	0,000000	2,742069
4	1,072436	1,197539	1,655920	0,000000

С учетом введенных в рассмотрение показателей асимметрии, была рассмотрена классификация на основе показателей del_a, del_m, del_d. Проведенный разведывательный анализ позволил считать наиболее оптимальным набор из четырех кластеров (групп). Кластеризация проводилась методом k-средних с использованием пакета программ «Statistica» на предварительно стандартизованных показателях асимметрии трех исследуемых отделов позвоночника.

Как видно из табл. 3, значения всех расстояний превышают единицу, что при условии выполнения кластеризации на множестве стандартизованных данных свидетельствует об успешном проведении процедуры.

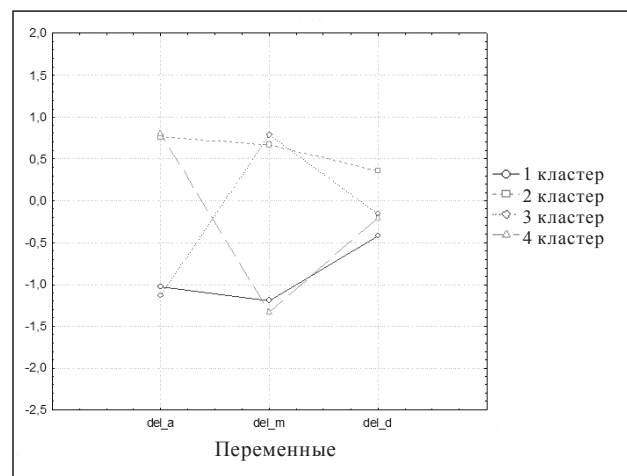


Рис. 4. График средних значений стандартизованных показателей кластеризации

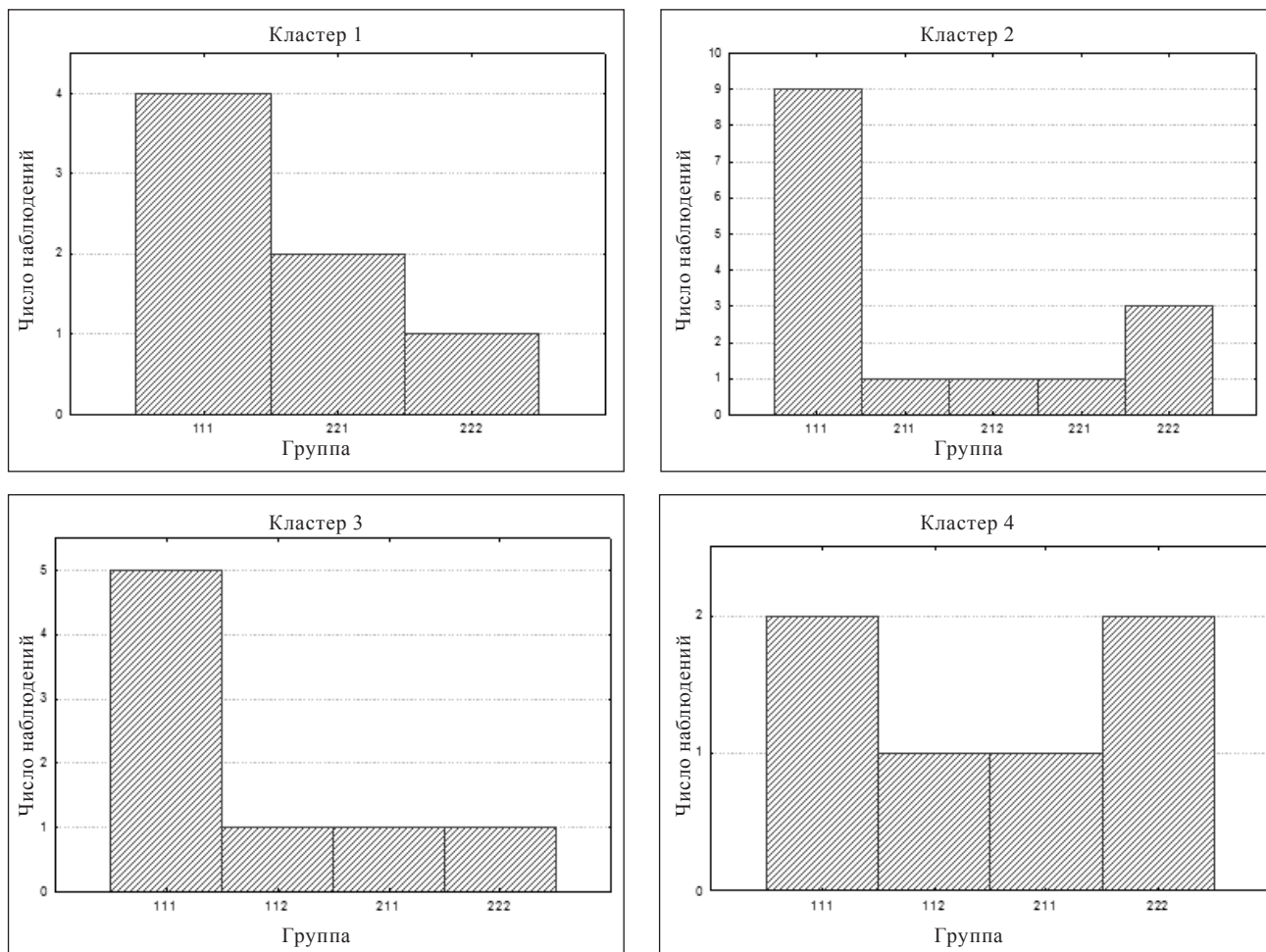


Рис. 5. Гистограммы кодов изменений положений таза и крестца в выделенных кластерах

Для визуализации средних значений стандартизованных показателей кластеризации предусмотрены линейные графики средних, которые приведены на рис. 4. График демонстрирует достаточно очевидные различия по совокупности стандартизованных показателей del_a , del_m , del_d .

Для клинической интерпретации полученных результатов проведено исследование всех рабочих показателей в каждом из выделенных кластеров.

На серии гистограмм (рис. 5) представлены значения кодов изменения положений таза и крестца (порядковая шкала измерений) для каждого кластера, которые фактически являются причиной имеющейся асимметрии суставных щелей.

На фоне преобладания в каждом кластере кода «111» (наименьшая степень изменений) в кластере 1 количество наиболее выраженных изменений было минимальным, а в кластерах 2 и 4 — максимальным.

Спровоцированная приведенными изменениями асимметрия суставных щелей, представленная при помощи интегративного показателя асимметрии

(del_sum), имела вид, показанный на рис. 6. Наиболее выраженный показатель асимметрии был у пациентов, отнесенных к кластеру 2 (группе), а кластер 4 был сопоставим с кластером 3 и занимал промежуточное значение между первым и вторым.

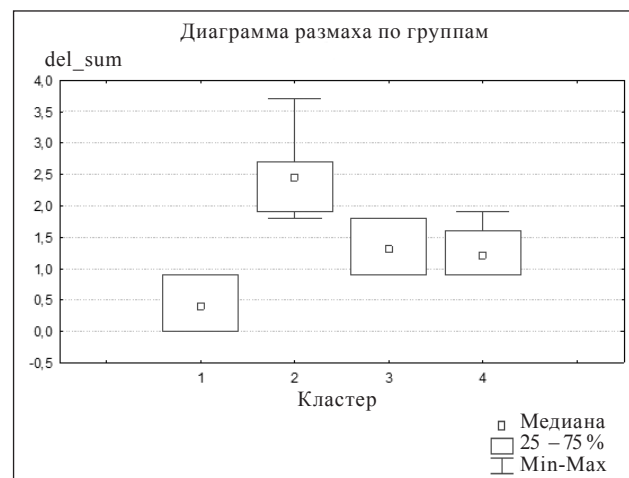


Рис. 6. Коробчатые диаграммы интегративного показателя асимметрии в выделенных кластерах

Таблица 4

Характеристика суставных щелей, наклона таза, крестца, ротации крестца и показателей асимметрии у волонтеров в пределах выделенных четырех кластеров

Показатель	N	M	Me	min	max	LQ	UQ	m.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кластер 1								
а, слева	7,0	3,2	3,6	1,8	4,5	2,7	3,6	0,9
а, справа	7,0	3,2	3,2	1,8	4,5	2,7	3,6	0,9
del_a	7,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2
т, слева	7,0	2,8	2,7	1,8	3,6	2,2	3,6	0,7
т, справа	7,0	2,7	2,7	1,8	3,6	1,8	3,6	0,7
del_m	7,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2
д, слева	7,0	3,9	3,6	3,6	4,5	3,6	4,5	0,4
д, справа	7,0	3,6	3,6	2,7	4,5	3,2	4,2	0,6
del_d	7,0	0,3	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9	0,4
del_sum	7,0	0,4	0,4	0,0	0,9	0,0	0,9	0,4
н_таза	7,0	2,3	2,5	0,0	4,0	1,5	3,0	1,3
н_крестец	7,0	2,4	2,5	1,5	3,5	1,5	3,0	0,8
р_крестец	7,0	1,6	2,0	0,0	3,0	1,0	2,5	1,0
Кластер 2								
а, слева	15,0	3,6	3,6	1,8	4,5	3,0	4,2	0,8
а, справа	15,0	3,4	3,6	1,8	4,5	2,7	3,6	0,8
del_a	15,0	0,8	0,9	0,4	1,3	0,9	0,9	0,2
т, слева	15,0	3,0	2,7	1,8	4,5	1,8	3,6	1,0
т, справа	15,0	3,1	2,7	1,8	4,5	2,7	3,6	0,7
del_m	15,0	0,8	0,9	0,4	0,9	0,9	0,9	0,2
д, слева	15,0	3,6	3,6	2,7	5,0	2,7	4,0	0,7
д, справа	15,0	4,0	3,6	2,8	6,0	3,6	4,5	0,9
del_d	15,0	0,7	0,9	0,0	1,8	0,1	0,9	0,5
del_sum	14,0	2,4	2,5	1,8	3,7	1,9	2,7	0,5
н_таза	15,0	2,6	2,5	0,0	6,0	1,5	3,0	1,6
н_крестец	15,0	2,1	2,0	1,5	3,5	1,5	3,0	0,7
р_крестец	15,0	1,7	1,0	0,0	6,0	1,0	3,0	1,6
Кластер 3								
а, слева	8,0	2,9	2,7	1,8	4,5	2,3	3,6	0,9
а, справа	8,0	2,9	2,7	1,8	4,5	2,3	3,6	0,9
del_a	8,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
т, слева	8,0	2,7	2,7	1,8	3,6	2,3	3,2	0,7
т, справа	8,0	2,9	2,7	1,8	4,5	2,3	3,6	0,9
del_m	8,0	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,0
д, слева	8,0	3,2	3,5	2,7	3,6	2,7	3,6	0,4
д, справа	8,0	3,3	3,6	2,7	3,6	2,7	3,6	0,5
del_d	8,0	0,4	0,4	0,0	0,9	0,0	0,9	0,5
del_sum	8,0	1,3	1,3	0,9	1,8	0,9	1,8	0,4
н_таза	8,0	1,9	2,0	0,0	6,0	0,0	2,8	2,1
н_крестец	8,0	1,9	2,0	0,0	3,0	1,5	2,5	0,9
р_крестец	8,0	1,8	1,0	1,0	4,0	1,0	2,5	1,2

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кластер 4								
a, слева	6,0	4,0	4,5	2,7	5,2	2,7	4,5	1,1
a, справа	6,0	3,5	3,6	1,8	4,5	3,6	3,6	0,9
del_a	6,0	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	0,1
m, слева	6,0	3,3	3,1	2,7	4,5	2,7	3,6	0,7
m, справа	6,0	3,3	3,1	2,7	4,5	2,7	3,6	0,7
del_m	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
d, слева	6,0	3,6	3,4	2,7	5,0	3,2	3,6	0,8
d, справа	6,0	3,6	3,6	3,4	4,0	3,6	3,6	0,2
del_d	6,0	0,4	0,3	0,0	1,0	0,0	0,9	0,4
del_sum	6,0	1,3	1,2	0,9	1,9	0,9	1,6	0,4
h_таза	6,0	2,5	2,8	0,0	4,0	2,5	3,0	1,3
h_крестец	6,0	1,9	2,0	0,0	3,5	1,0	3,0	1,3
p_крестец	6,0	2,3	2,5	0,0	4,0	1,0	4,0	1,9

Проведен анализ показателей непрерывной шкалы в пределах сформированных кластеров (табл. 4).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что для первой группы (кластера) волонтеров характерны симметрия ширины суставных щелей во всех отделах суставных щелей, одинаковый наклон таза, крестца и небольшая ротация крестца.

Во второй группе волонтеров отмечено возрастание степени асимметрии ширины суставных щелей во всех трех отделах и, соответственно, большой наклон таза и крестца с небольшой ротацией последнего.

У волонтеров третьей группы обнаружено увеличение степени асимметрии ширины суставных щелей в вентральном отделе и небольшая в дорсальном, одинаковый наклон таза и крестца с небольшой ротацией последнего.

В четвертой группе выявлена большая степень асимметрии ширины суставных щелей на уровне вентрального отдела и небольшая — в дорсальном отделе, разный наклон таза и крестца и большая ротация крестца.

Симметрия ширины суставных щелей КПС во всех отделах зафиксирована у волонтеров первой группы (7 человек, 19 %), асимметрия в двух отделах — у волонтеров третьей и четвертой групп (14 человек, 39 %), асимметрия во всех трех отделах — у обследованных второй группы (15 человек, 42 %). В целом асимметрия ширины суставных щелей обнаружена у 29 человек (81 %).

По мнению R. E. Irvin [8], у большинства взрослых основание крестца на фронтальных рентгенограммах расположено не горизонтально:

его наклон в положении стоя составляет $(6,7 \pm 1,0)$ мм. Наклон до 2 мм наблюдается у 98 % взрослых и может быть клинически значимым. Среди наших обследованных наклона крестца не было только у 2 человек (5 %).

R. E. Irvin считает, что для измерения угла наклона нужно использовать линию краниальной пластинки крестца, потому что именно эта область участвует в передаче вертикальных нагрузок через крестец.

По мнению G. A. Dott и соавт. [10], могут быть большие несоответствия между измерением наклона крестца при помощи линии и его краниальной поверхности, а также с использованием прямой, проведенной через верхние точки крыльев крестца, головки бедренных костей или верхние точки крыльев таза.

R. E. Irvin считает, что для измерения наклона крестца, хотя другие линии легче определяются и чертятся, именно линия наклона краниальной пластинки крестца непосредственно определяет область передачи веса с поясничного отдела позвоночника на крестец и зону формирования позы.

P. F. Dijkstra [11] описал определенную асимметрию формы КПС: левый КПС чуть меньше, чем правый. В нашем исследовании асимметрия ширины суставных щелей КПС была выявлена у 81 % волонтеров.

M. Demir и соавт. [12] при проведении на компьютерной томографии КПС 400 пациентов без жалоб обнаружили, что у людей младше 40 лет ширина суставных щелей составила $(2,49 \pm 0,66)$ мм.

S. Eihara и соавт. [13] сообщили о средней ширине суставной щели ($4,2 \pm 0,7$) мм, определенной с помощью МРТ-обследования КПС у 114 подростков в возрасте от 8 до 17 лет. В нашем исследовании, как отмечалось выше, ширина суставных щелей составила ($3,3 \pm 0,9$) мм; ротации крестца вокруг аксиальной оси не было лишь у 8 % волонтеров, а наклон таза обнаружен у 83 %. T. Ravin [14] отметил часто встречающуюся ротацию крестца у пациентов с нижнепоясничной болью и подчеркнул, что нормальный объем ротации крестца, который можно увидеть на рентгенограммах, КТ- или МРТ-сканах неизвестен.

Математический интегративный показатель асимметрии во второй группе (кластере) был самым большим и, соответственно, эта группа имеет неблагоприятный прогноз (рис. 6). С клинической точки зрения это можно объяснить тем, что большая степень асимметрии ширины суставных щелей во всех трех отделах будет сопровождаться достаточно значимым изменением расположения оси ротационной подвижности крестца. Это обусловит наклон крестца во фронтальной плоскости и его ротацию вокруг аксиальной оси и, соответственно, приводит к разному нагружению мягкотканых структур КПС с разных сторон [4, 6, 7]. Такая ситуация будет сопровождаться постоянными перерастяжением, микротравматизацией, воспалением основных стабилизирующих связок с одной стороны сустава, что может стать причиной нарушения функции КПС при определенных физических нагрузках и возникновения энтензопатии указанных связок.

Выводы

Большинство обследованных волонтеров (81 %) имели асимметрию ширины суставных щелей, сопровождающуюся наклоном таза, крестца, ротацией крестца. Наклон крестца отмечен у 95 % волонтеров, таза — у 83 %, ротация крестца — у 92 %.

В среднем ширина суставных щелей КПС у волонтеров составила ($3,3 \pm 0,9$) мм.

При помощи метода кластерного анализа установлено, что по степени асимметрии вентрального, медиального и дорсального отделов суставной щели КПС исследуемая выборка расслаивалась на четыре группы однородности (кластера) с характерными параметрами.

Наибольший интегративный показатель асимметрии зафиксирован в группе с высокой степенью асимметрии ширины суставных щелей

во всех трех отделах, большим наклоном таза и крестца и небольшой ротацией последнего. Эта группа имеет неблагоприятный прогноз как с математической, так и клинической точки зрения.

Асимметрия ширины суставных щелей в двух отделах выявлена у волонтеров третьей и четвертой групп (14 человек, 39 %), в трех отделах — у обследованных второй группы (15 человек, 42 %).

У 20 волонтеров (56 %) обнаружена асимметрия суставных щелей, наклон таза, крестца и ротация крестца до 3° , а максимальные изменения (более 3°) указанных показателей — у 7 человек (19 %).

Для выяснения более четких закономерностей необходимо продолжать исследования, особенно у больных с дисфункцией КПС.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Список литературы

1. Kerr H. E. Observations on anatomical short leg in a series of patients presenting themselves for treatment of low-back pain / H. E. Kerr // J. Am. Osteopathic Association. — 1913. — Vol. 42. — P. 437–440.
2. Kappler R. E. Postural balance and motion patterns / R. Kappler // Postural balance and imbalance / B. Peterson (ed). — American Academy of Osteopathy, Indianapolis, IN, 1983. — P. 6–12.
3. Denslow J. S. Mechanical stresses in the human lumbar spine and pelvis / J. S. Denslow // Postural balance and imbalance / B. Peterson (ed). — American Academy of Osteopathy, Indianapolis, IN, 1983. — P. 144–151.
4. Kuchera M. L. Prolotherapy in the lumbar spine and pelvis / M. L. Kuchera // Spine: State of the Art Reviews. — 1995. — Vol. 9 (2). — P. 463–490.
5. Greenman P. E. Lift therapy: use and abuse / P. E. Greenman // J. Am. Osteopath. Assoc. — 1979. — Vol. 79 (4). — P. 238–250.
6. 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. 54–62. — DOI: 10.15674/0030-59872016154-61.
7. Напряженно-деформированное состояние кинематической цепи «поясничный отдел позвоночника – крестец – таз» при асимметрии суставных щелей крестцово-подвздошного / 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.
8. Irvin R. E. Reduction of lumbar scoliosis by the use of heel lift to level the sacral base / R. E. Irvin // J. Am. Osteopath. Assoc. — 1991. — Vol. 91 (1). — P. 37–44.
9. Орел А. М. Рентгенодиагностика позвоночника для мануальных терапевтов / А. М. Орел. — Видар, 2007. — 311 с.
10. Dott G. A. Predictability of sacral base unlevelness based on iliac crest measurements / G. A. Dott, C. L. Hart, C. McKay // J. Am. Osteopath. Assoc. — 1994. — Vol. 94 (5). — P. 383–390.
11. Dijkstra P. F. Basic problems in the visualization of the sacroiliac joint / P. F. Dijkstra // Movement, Stability & Lumbopelvic Pain / Eds. A. Vleeming, V. Mooney, R. Stoecart. — Churchill Livingstone, Edinburg, 2007. — P. 299–310.
12. Anatomical variations with joint space measurements on CT /

- M. Demir, A. Mavi, E. Gumusburun [et al.] // *Kobe J. Med. Sci.* — 2007. — Vol. 53 (5). — P. 209–217.
13. Ehara S. The accessory sacroiliac joint a common anatomic variant / S. Ehara, G. El-Khoury, R. Bergman // *Am. J. Roentgenol.* — 1988. — Vol. 150 (4). — P. 857–859. — DOI: 10.2214/ajr.150.4.857.
14. Ravin T. Visualization of peivic biomechanical dysfunction / T. Ravin // *Movement, Stability & Lumbopelvic Pain* / Eds. A. Vleeming, V. Mooney, R. Stoeckart. — Churchill Livingstone, Edinburg, 2007. — P. 327–339.

Статья поступила в редакцию 16.02.2017

RADIOMETRIC PARAMETERS OF THE SACRUM AND PELVIS, AFFECTING THE SPINE AND PELVIC BALANCE IN THE FRONTAL PLANE, IN HEALTHY VOLUNTEERS

V. A. Staude ¹, Ye. B. Radzishavska ², R. V. Zlatnyk ¹

¹ Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology, Kharkiv. Ukraine

² Kharkiv National Medical University. Ukraine

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

✉ Yevgenya Radzishavska, PhD: radzishavska@mail.ru

✉ Ruslan Zlatnyk: ruslan.zlatnik@gmail.com