

## ПАРАМЕТРЫ САГИТТАЛЬНОГО БАЛАНСА У ПАЦИЕНТОВ С ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ НИЖНЕГРУДНОЙ И ВЕРХНЕПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Борzych К.О.<sup>1</sup>, Рерих В.В.<sup>1,2</sup>, Самохин А.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, Новосибирск, e-mail: VRerih@niito.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Новосибирск

Болезненные кифотические деформации на почве перенесенных переломов позвонков имеют локальный характер и приводят к возникновению компенсаторных изменений грудного и поясничного отделов позвоночника и, возможно, пельвиовертебральных параметров. Нами было проведено исследование 130 пациентов со сформировавшимися в результате перенесенных повреждений области грудопоясничного перехода кифотическими деформациями. Целью исследования было выявление связи вертебральных и пельвиовертебральных параметров у пациентов с посттравматическими кифозами области грудопоясничного перехода с показателями функциональной несостоятельности и боли. В исследовании учитывали параметры, характеризующие сагиттальные изгибы позвоночника и тазового баланса, такие как: PI, SS, PT, SVA, PI-LL. Клиническая картина оценивалась по ODI, боль – по аналоговой 10-балльной шкале VAS. Статистическое исследование проводилось с использованием корреляционного анализа при помощи непараметрического коэффициента Спирмана. Выявленные изменения показателей тазового баланса, таких как SVA, PT, на фоне изменений поясничного лордоза свидетельствовали о признаках дегенеративных изменений позвоночника, которые связаны с функциональной несостоятельностью. С практической точки зрения данные, полученные в исследовании, говорят о том, что в общей своей массе локальные угловые изменения в грудопоясничной области не связаны с имеющимся болевым синдромом и функциональной несостоятельностью. Однако у пациентов с уже имеющимися признаками нарушений позвоночно-тазового баланса изменения локального кифоза связаны с болевым синдромом. По нашему мнению, именно эта категория пациентов требует внимания при хирургическом лечении посттравматических деформаций.

Ключевые слова: посттравматический кифоз, сагиттальный баланс, пельвиовертебральные параметры

## PARAMETERS OF SAGITTAL BALANCE IN PATIENTS WITH POSTTRAUMATIC DEFORMITIES OF THE LOWER THORACIC AND UPPER LUMBAR LOCALIZATION

Borzykh K.O.<sup>1</sup>, Rerikh V.V.<sup>1,2</sup>, Samokhin A.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsiyvan, Novosibirsk, e-mail: VRerih@niito.ru;

<sup>2</sup>Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk

Painful kyphotic deformities due to vertebral fractures suffered are local in nature, which, at the same time, lead to the appearance of compensatory changes in the thoracic and lumbar spine, and, possibly, pelvio-vertebral parameters. A study of 130 patients with kyphotic deformities formed on the basis of transferred injuries of the thoracolumbar junction. Aim of the study was to evaluate possible link between vertebral and pelviovertebral parameters in patients with posttraumatic kyphosis located in the thoracolumbar junction with functional parameters such as ODI and VAS outcomes. The study took into account the parameters of indicators of sagittal bends of the spine and pelvic balance such as: PI, SS, PT, SVA, PI-LL. The clinical picture was evaluated by ODI, pain by analog 10 point VAS scale. A statistical study was conducted using correlation analysis using the non-parametric Spearman coefficient. Revealed changes in the indices of the pelvic balance, such as SVA, PT, against the background of changes in the lumbar lordosis indicated signs of degenerative changes in the spine, which are associated with functional insolvency. From a practical point of view, the data obtained in the study suggest that, in general, local angular changes in the thoracolumbar area are not associated with the existing pain syndrome and functional insolvency. However, in patients with already existing signs of disturbances of the pelvic balance, changes in local kyphosis are associated with pain. In our opinion, it is this category of patients that requires attention in the surgical treatment of post-traumatic deformities.

Keywords: posttraumatic kyphosis, sagittal balance, pelvio-vertebral parameters

Поздние посттравматические кифозы в большинстве случаев проявляются локальными кифотическими деформациями в сагиттальной плоскости, которые наиболее

часто локализируются в области грудного и поясничного отделов позвоночника [1]. Наиболее подвержена травмам область грудопоясничного перехода вследствие своих анатомических и биомеханических особенностей, и именно поэтому вершина большинства локальных посттравматических деформаций представлена нижнегрудными и верхнепоясничными позвонками. По мере существования деформации происходят вторичные компенсаторные изменения и сагиттальных изгибов позвоночника и позвоночно-тазовых параметров [2].

Для грубых посттравматических кифозов характерны локальный болевой синдром и функциональная недееспособность позвоночника; в то же время в практике нередко встречаются малосимптомные и асимптомные пациенты с клинически компенсированными сагиттальными деформациями, которых беспокоит лишь косметический дефект [3]. В ранее проведенных исследованиях отдаленных исходов травм грудных и поясничных позвонков также не отмечается корреляций между величинами посттравматического кифоза и выраженностью болевого синдрома [4].

Гипотеза этого исследования – причина болевого синдрома и функциональной несостоятельности у пациентов с посттравматическими кифозами имеет связь с изменениями не только вторичных компенсаторных сагиттальных изгибов позвоночника, но и позвоночно-тазовых параметров.

**Цель исследования** – выявление связи вертебральных и пельвиовертебральных параметров у пациентов с посттравматическими кифозами области грудопоясничного перехода и показателями функциональной несостоятельности и боли.

#### **Материалы и методы исследования**

*Характеристика материала.* Были исследованы истории болезни и рентгенограммы 130 пациентов, среди которых было 50 мужчин и 80 женщин, возраст пациентов от 18 до 70 лет (в среднем  $45,3 \pm 12,8$  лет), которые были оперированы в ФГБУ «Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России в 2015–2017 гг. по поводу посттравматических кифотических деформаций. Сроки существования деформаций после травмы составили от 5 до 396 месяцев, в среднем  $24,3 \pm 61,3$  месяца. Критерии включения – локальная посттравматическая деформация на уровне Th11, Th12, L1 или L2 позвонков, отсутствие неврологического дефицита, возможность самостоятельно стоять и передвигаться без средств дополнительной опоры.

*Рентгенологическое исследование.* Всем пациентам проводилась цифровая рентгенография позвоночника от черепа до средней трети диафизов бедер с последующей программной обработкой. Для анализа полученных изображений использована программа Surgimap 2.2. Оценивались следующие рентгенометрические критерии: локального кифоза (LK), углы грудного кифоза ТК (от Th1 до Th12) и поясничного лордоза LL (от L1 до S1),

угол переходного груднопоясничного отдела позвоночника от Th10 до L2 позвонков (TL). Сагиттальные рентгенологические показатели рассчитывались по методу Cobb [5]. Оценивались следующие позвоночно-тазовые показатели: тазовый индекс PI, наклон крестца SS, наклон таза PT, линия отвеса SVA, а также соотношение показателей PI–LL [6, **Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

*Клиническое исследование.* Сформирована группа пациентов с наличием локального болезненного кифоза в переходной груднопоясничной зоне. Болевой синдром оценен с помощью визуально-аналоговой шкалы (VAS), функциональная дееспособность пациентов была оценена с использованием шкалы Освестри (ODI) [9].

*Статистический анализ* проведен с использованием программы SPSS 21.0. Описательные статистики представлены в виде средней и стандартного отклонения (M±SD). Корреляционный анализ выполнен непараметрическим методом Спирмана. Принятие решения о значимости результата осуществляли при уровнях статистической значимости строго менее 0,05 (P<0,05).

### **Результаты исследования и их обсуждение**

В целом исследуемая группа характеризовалась наличием выраженного болезненного локального сегментарного кифоза на уровне Th11-L2 позвонков (от 20° до 45°, в среднем 29,9±9,6°), характеризующегося средними значениями ODI и VAS 38,9±16,4% и 4,6±1,6 соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Средние показатели среди пациентов в общей группе (n=130) (M±SD)

| Показатель | LK, °    | TK, °     | LL, °      | PT, °    | PI, °     | SS, °    | TL, °     | ODI, %    | VAS, баллы |
|------------|----------|-----------|------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| Величина   | 29,9±9,6 | 32,5±17,8 | -55,1±16,7 | 13,2±9,1 | 51,5±12,2 | 38,3±8,9 | 23,9±12,2 | 38,9±16,4 | 4,6±1,6    |

*Статистическое исследование.* Проведен корреляционный анализ с использованием непараметрического коэффициента Спирмана в общей группе пациентов (n=130). Найденные корреляции (P<0,05) нами распределены на три категории:

- 1) между рентгенометрическими показателями, отражающими степени изменения сагиттальной кривизны позвоночника;
- 2) между рентгенометрическими показателями, отражающими показатели сагиттального тазового баланса;
- 3) между рентгенологическими параметрами и показателями качества жизни пациентов.

Так, в общей группе отмечены корреляции локального кифоза LK и грудопоясничного угла TL ( $r=0,579$ ,  $P<0,0001$ ), отмечены слабой тесноты корреляции между SVA и грудным кифозом ТК ( $r=0,210$ ,  $P=0,016$ ), SVA и TL ( $r=0,198$ ,  $P=0,024$ ). Выявлена сильной тесноты обратная корреляция между выраженностью грудного кифоза ТК и поясничного лордоза LL ( $r=-0,711$ ,  $P<0,0001$ ).

Отмечены значимые корреляции между SVA и PT ( $r=0,281$ ,  $P=0,01$ ), грудного кифоза ТК и PT ( $r=0,216$ ,  $P=0,014$ ), поясничного лордоза LL и наклона крестца SS ( $r=-0,466$ ,  $P=0,001$ ), грудопоясничного угла TL и наклона крестца SS ( $r=-0,464$ ,  $P<0,0001$ ).

В общей группе пациентов достоверно выявлены корреляции рентгенометрических параметров и показателей качества жизни пациентов. Отмечены достоверные корреляции между показателями грудного кифоза ТК и VAS ( $r=0,198$ ,  $P=0,024$ ), грудопоясничного кифоза TL и VAS ( $r=0,175$ ,  $P=0,047$ ). Показатель функциональной дееспособности ODI в общей группе пациентов прямо коррелировал с PT (PT-ODI,  $r=0,198$ ,  $P=0,024$ ) и обратно – с наклоном крестца SS (SS-ODI,  $r=-0,188$ ,  $P=0,032$ ).

С учетом наличия различных форм поясничного лордоза в зависимости от позвоночно-тазовых параметров, определенных в классификации P. Roussously [10], из пациентов общей группы в соответствии с показателями SS и PI были выделены три группы пациентов (рис. 1).

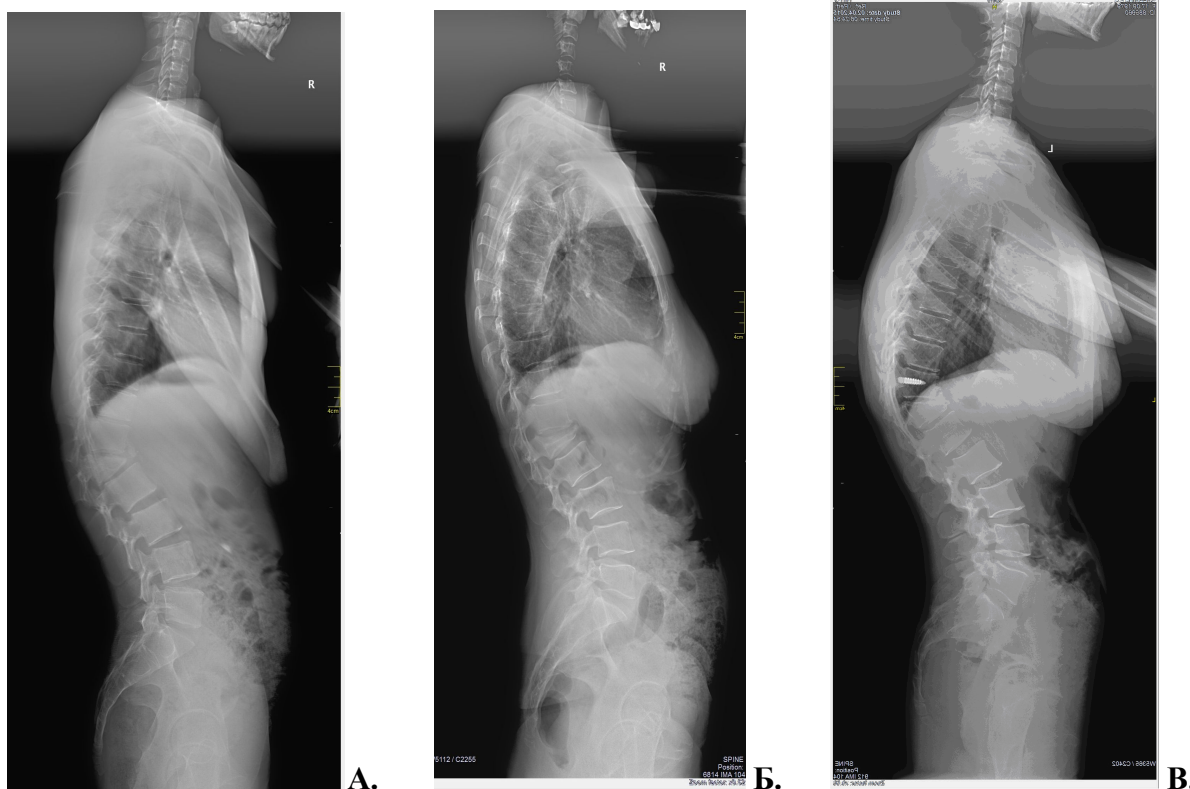


Рис. 1. Клинические примеры посттравматических деформаций области грудопоясничного перехода на фоне различных типов форм позвоночника в зависимости от тазовых параметров (по P. Roussously).

- А. Пациент Ч., 23 г. LK 45°, PI 38°, SS 29°; (PI<45° и SS<35°, I и II типы по P. Roussously), 1-я группа;*
- Б. Пациентка К., 44 г. LK 33°, PI 48°, SS 40°; (PI 46–55°, SS 36–45°, III тип по P. Roussously), 2-я группа;*
- В. Пациентка Ч., 46 л. LK 40°, PI 68°, SS 48°; (PI>45° и SS>35°, IV тип по P. Roussously), 3-я группа*

К первой группе (типы форм позвоночника 1 и 2 по классификации Roussously, рис. 1А) были отнесены 39 пациентов. В этой группе отмечены корреляционные зависимости между рентгенометрическими сагиттальными показателями – сильной тесноты корреляция между грудным кифозом ТК и поясничным лордозом LL ( $r = -0,764$ ,  $P < 0,0001$ ), локальным кифозом LK и величиной грудопоясничного угла TL ( $r = 0,446$ ,  $P = 0,004$ ). Также в этой группе имеется тесная корреляция между наклоном крестца и SS и PT ( $r = -0,811$ ,  $P < 0,0001$ ). Корреляции между рентгенологическими параметрами и показателями качества жизни не отмечено.

Во второй группе пациентов ( $n=44$ ) с типом формы позвоночника 3 (рис. 1Б) тесная корреляция выявлена между величинами грудного кифоза ТК и поясничного лордоза LL ( $r = -0,643$ ,  $P < 0,0001$ ). Также в этой группе имеется тесная корреляция между наклоном крестца SS и PT ( $r = -0,857$ ,  $P < 0,0001$ ).

В этой группе пациентов выявлены средней силы корреляции между PT и VAS ( $r = 0,399$ ,  $P = 0,007$ ) и величиной грудопоясничного угла и VAS ( $r = 0,382$ ,  $P = 0,011$ ). Корреляции слабой силы присутствуют между показателями SS и ODI ( $r = -0,324$ ,  $P = 0,032$ ) и PT и ODI ( $r = 0,300$ ,  $P = 0,048$ ).

В третьей группе пациентов ( $n=47$ ) с формой позвоночника типа 4 (рис. 1В) отмечены корреляции между ТК и LL ( $r = -0,744$ ,  $P < 0,0001$ ) и LK и TL ( $r = 0,674$ ,  $P < 0,0001$ ). Значимой связи рентгенологических параметров с показателями качества жизни не выявлено.

*Группа пациентов с ODI > 40.* Для выявления корреляционных связей рентгенометрических показателей и показателей качества жизни из общей группы нами выделены пациенты с показателями ODI более 40, это 68 пациентов среди исследованной группы (53,3%).

Полученные достоверные корреляции ( $P < 0,05$ ) в этой группе между рентгенометрическими показателями сагиттальных изгибов позвоночника представлены LK и TL ( $r = 0,572$ ,  $P < 0,001$ ), ТК и TL ( $r = 0,303$ ,  $P = 0,017$ ), отмечается тесная обратная корреляция величин поясничного кифоза и грудного кифоза ТК-LL ( $r = -0,772$ ,  $P < 0,001$ ).

В этой группе найдены корреляции параметров сагиттального баланса и сагиттальных изгибов позвоночника. Отмечены корреляция локального кифоза LK и SVA ( $r = 0,259$ ,  $P = 0,042$ ), корреляция SVA и PT ( $r = 0,396$ ,  $P = 0,001$ ), LL и SS ( $r = -0,507$ ,  $P < 0,001$ ), средней

тесноты корреляция между PT и PI ( $r=0,685$ ,  $P<0,001$ ), а также обратная корреляция величины грудопоясничного угла и наклона крестца TL-SS ( $r=-0,442$ ,  $P<0,001$ ).

Наибольший интерес в данной группе представляют найденные корреляции рентгенологических параметров и показателей качества жизни. Так, выявлена корреляция локального кифоза LK и шкалы боли VAS ( $r=0,261$ ,  $P=0,041$ ), так же как и величины грудопоясничного угла TL и VAS с такой же тесноты корреляцией ( $r=0,263$ ,  $P=0,039$ ). Отмечено, что в данной группе пациентов величина грудного кифоза ТК коррелирует с ODI ( $r=0,275$ ,  $P=0,031$ ).

Следует отметить, что среди пациентов с ODI менее 40 (52 пациента, 46,7% общей группы) корреляций параметров сагиттальных изгибов позвоночника и позвоночно-тазового баланса с показателями качества жизни не выявлено.

Наиболее часто травмы позвоночника происходят в области грудопоясничного перехода, этот факт является причиной наибольшего представительства поздних ригидных кифозов этой локализации в практике травматологов-ортопедов или нейрохирургов, занимающихся проблемами вертебрыологии. Причинами обращения пациентов за специализированной вертебрыологической помощью в позднем периоде травмы являются как снижение функциональных возможностей (болевой синдром в парагипбарных отделах и функциональная несостоятельность позвоночника), так и косметический дефект даже при отсутствии выраженных болей. Широко известно, что само наличие посттравматической деформации напрямую не связано с нарушением функции позвоночника и наличием болевого синдрома; при исследовании отдаленных результатов нехирургического лечения переломов позвоночника рядом исследователей отмечены удовлетворительные функциональные результаты, следствием чего является популярность консервативного лечения, а также выжидательной тактики отсроченного хирургического лечения даже таких тяжелых повреждений позвоночника, как взрывные переломы.

В настоящем исследовании нами в соответствии с критериями отбора (локальный кифоз в области грудопоясничного перехода) изучены рентгенологические позвоночные и позвоночно-тазовые параметры и клинические данные пациентов с локальной посттравматической деформацией.

В общей группе пациентов ( $n=130$ ) статистический анализ показал высокую ( $P<0,0001$ ) обратную корреляционную связь между величинами грудного кифоза и поясничного лордоза, что является подтверждением компенсаторных изменений, выражающихся в уплощении грудного кифоза и увеличении поясничного лордоза. Также выявлена слабая корреляционная связь между величинами SVA и грудным кифозом ТК ( $r=0,210$ ,  $P=0,016$ ), SVA и PT ( $r=0,281$ ,  $P=0,01$ ), которая нами расценена как косвенно свидетельствующая о механизмах

компенсации деформации. Вероятнее всего полученные нами результаты указывают на исходные или прогрессирующие дегенеративные изменения позвоночника.

В общей группе пациентов выявлены связи рентгенологических параметров (локального кифоза, величины физиологических изгибов позвоночника и позвоночно-тазовых параметров) и клинических проявлений – VAS с грудным кифозом ТК ( $r=0,198$ ,  $P=0,024$ ), грудопоясничного угла TL ( $r=0,175$ ,  $P=0,047$ ). Показатель функциональной дееспособности ODI в общей группе пациентов прямо коррелировал с PT (PT-ODI,  $r=0,198$ ,  $P=0,024$ ). Однако следует отметить, что силу связи коэффициентов, выявленных в общей группе корреляций по шкале Чеддока, следует отнести к очень слабым с  $r<0,3$ .

Тогда нами предположено, что на фоне различных форм поясничного лордоза и степени ретроверзии таза корреляционные связи рентгенологических и клинических параметров также будут различаться. Нами использована классификация форм поясничного лордоза по Roussously, основанная на исследовании у асимптомных добровольцев параметров грудного кифоза, поясничного лордоза и структуральных показателей тазового баланса PI и SS.

В первой группе (типы форм позвоночника 1 и 2, характеризующиеся гипокифотичным и гиполордотичным позвоночником) как и в третьей (4-й тип формы позвоночника, гиперкифотический и гиперлордотический позвоночник), достоверной связи рентгенологических и клинических параметров не отмечено.

Но во второй группе (гармоничный тип по P. Roussously) показатели VAS имеют средней тесноты связь PT ( $r=0,399$ ,  $P=0,007$ ) и величины грудопоясничного угла TL ( $r=0,382$ ,  $P=0,011$ ). Корреляции слабой силы присутствуют между показателями SS-ODI ( $r=-0,324$ ,  $P=0,032$ ) и PT-ODI ( $r=0,300$ ,  $P=0,048$ ). Таким образом, при гармонично развитых сагиттальных изгибах позвоночника включается механизм компенсации локальной деформации, заключающийся в уплощении поясничного лордоза и увеличении ретроверзии таза, что отражается в увеличении тазового угла PT. Болевой синдром при этом достоверно коррелирует с величиной грудопоясничного угла TL.

Кроме того, из общей группы нами выделены пациенты с показателями ODI $>40$ . Эта группа пациентов характеризуется как признаками дегенеративных изменений, так и корреляциями рентгенологических параметров и показателей качества жизни. Величины локального кифоза и грудопоясничного угла имеют средней силы корреляции с VAS.

### **Заключение**

Изменение показателей тазового баланса, таких как SVA, PT, на фоне изменений поясничного лордоза говорит о признаках дегенеративных изменений позвоночника, которые связаны с функциональной несостоятельностью. С практической точки зрения

данные, полученные в проведенном исследовании, свидетельствуют о том, что в общей своей массе локальные угловые изменения в груднопоясничной области не связаны с имеющимся болевым синдромом и функциональной несостоятельностью. Однако у пациентов с уже имеющимися признаками нарушений позвоночно-тазового баланса изменения локального кифоза связаны с болевым синдромом. По нашему мнению, именно эта категория пациентов требует внимания при хирургическом лечении посттравматических деформаций.

### Список литературы

1. Афаунов А.А., Кузьменко А.В., Басанкин И.В., Агеев М.Ю. К вопросу о классификации посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. 2018. Т.15. №2. С.23-32. DOI: 10.14531/ss2018.2.23-32.
2. Рерих В.В., Борзых К.О., Самохин А.Г. Корреляция функциональной дееспособности и параметров сагиттального баланса у пациентов с посттравматическими деформациями позвоночника // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27046> (дата обращения: 31.10.2018).
3. Рерих В.В., Борзых К.О. Этапное хирургическое лечение посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. 2016. Т.13. №4. С.21-27.
4. Koller H., Acosta F., Hempfing A., Rohrmuller D., Tauber M., Lederer S., Resch H., Zenner J., Klampfer H., Schwaiger R., Bogner R., Hitzl W. Long-term investigation of nonsurgical treatment for thoracolumbar and lumbar burst fractures: an outcome analysis in sight of spinopelvic balance. Eur. Spine J. 2008. V.17/ P. 1073-1095.
5. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2011. С.26-27.
6. Schwab F., Blondel B., Bess S., Hostin R., et al. Radiographical Spinopelvic Parameters and Disability in the Setting of Adult Spinal Deformity: A Prospective Multicenter Analysis. Spine. 2013. V. 38. P. E803-E812.
7. Schwab F., Lafage V., Patel A., Farcy J-P. Sagittal plane consideration and the pelvis in the adult patient. Spine. 2009. V.34. P.1828-1833.
8. Schwab F., Ungar B., Dlonel B., Buchowski J., Coe J., Deinlein D., et al. Scoliosis Reserch Society-Schwab adult spinal deformity classification: a validation study. Spine. 2012. V. 37. P. 1077-1082.



9. Бывальцев В.А., Белых В.А., Сороковиков В.А., Арсентьева Н.И. Использование шкал и анкет в вертебродологии // Журнал неврологии и психиатрии. 2011. №9. Вып. 3. С.51-56.
10. Roussously P., Gollogly S., Berthonnaud E., Dimnet J. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. Spine. 2005. V.30. P. 346-353.