

## КОРРЕЛЯЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДЕЕСПОСОБНОСТИ И ПАРАМЕТРОВ САГИТТАЛЬНОГО БАЛАНСА У ПАЦИЕНТОВ С ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА

Рерих В.В.<sup>1,2</sup>, Борzych К.О.<sup>1</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: KBorzykh@niito.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Новосибирск, e-mail: VRerih@niito.ru

Болезненные кифотические деформации на почве перенесенных переломов позвонков имеют локальный характер, которые, вместе с тем, приводят к возникновению компенсаторных изменений грудного и поясничного отделов позвоночника, и, возможно, пельвио-verteбральных параметров. Проведено исследование 45 пациентов с сформировавшимися на почве переломов L1 кифозами. Учитывались параметры тазового баланса такие как: PI – угол, образованный линией, проведенной через центр головок бедренных костей к середине замыкательной пластинки S1, и линией, перпендикулярной этой замыкательной пластинке; SS – угол между замыкательной пластинкой и горизонтальной линией; PT – угол между вертикальной линией, проведенной через центр головок бедренных костей к середине замыкательной пластинки S1; SVA, расстояние от заднего края замыкательной пластинки S1 до линии отвеса проходящей из центра тела C7; PI-LL, рассчитанный как разница между PI и величиной поясничного лордоза. Функциональная дееспособность оценивалась по ODI, боль по аналоговой 10 балльной шкале VAS. При проведении корреляционного анализа использовался непараметрический коэффициент Спирмана. В результате в группе с гиперкифотическим и гиперлордотическим типами формы позвоночника по Roussously нами отмечена сильная обратная корреляция между грудным кифозом и поясничным лордозом ( $r=-0,861$ ). В этой группе нами отмечены тесные корреляции отклонения SVA и величин показателя ODI ( $r=-0,826$ ), а также груднопоясничного кифоза TL и VAS ( $r=0,788$ ).

Ключевые слова: посттравматический кифоз, показатели сагиттального баланса, пельвио-verteбральные параметры.

## CORRELATIONS OF FUNCTIONAL CAPACITY AND PARAMETERS OF SAGITTAL BALANCE IN PATIENTS WITH POSTTRAUMATIC DEFORMITIES OF THE SPINE

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

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

<sup>2</sup>Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, e-mail: VRerih@niito.ru

Painful kyphotic deformations on the ground of the vertebral fractures are localized, which, at the same time, lead to compensatory changes in the thoracic and lumbar spine, and, possibly, pelvio-vertebral parameters. A study of 45 patients with kyphoses formed on the soil of L1 fractures was carried out. Pelvic balance parameters such as: PI – the angle formed by the line drawn through the center of the femoral head to the middle of the closure plate S1, and the line perpendicular to this closure plate were taken into account; SS - angle between the end plate and the horizontal line; PT is the angle between the vertical line drawn through the center of the femoral head to the middle of the closure plate S1; SVA, the distance from the rear edge of the closure plate S1 to the plumb line of the body C7 passing from the center; PI-LL, calculated as the difference between PI and lumbar lordosis. Functional capacity was assessed by ODI, pain on the analogue 10-point scale VAS. When performing the correlation analysis, the nonparametric Spearman coefficient was used. In the hyper-kyphotic and hyperlordotic type of the spine form, Roussously, we found a strong inverse correlation between thoracic kyphosis and lumbar lordosis ( $r=-0.861$ ). In this group, we noted close correlations of the deviation of SVA and the values of the ODI index ( $r=-0.826$ ), as well as the chest and lumbar kyphosis TL and VAS ( $r = 0.788$ ).

Keywords: posttraumatic kyphosis, indicators of sagittal balance, pelvio-vertebral parameters.

Посттравматические деформации позвоночника являются следствием неадекватно выбранной тактики консервативного и хирургического лечения повреждений позвоночника. Кифотические деформации на почве перенесенных переломов позвонков имеют локальный

характер, которые, вместе с тем, приводят к возникновению компенсаторных изменений грудного и поясничного отделов позвоночника, и, возможно, пельвио-вертебральных параметров. Большинство пациентов с грубыми посттравматическими кифозами имеют выраженный болевой синдром и страдают от функциональной несостоятельности позвоночника [1–5]. В литературе имеется значительное количество исследований, направленных на изучение влияния параметров сагиттального баланса туловища, пельвио-вертебральных показателей, в основном касаясь проблемы приобретенных дегенеративных деформаций взрослых [4, 6, 7]. В то же время в литературе отмечено единственное исследование об изменениях сагиттального баланса у пациентов в позднем периоде перенесенной травмы позвоночника [8].

Нами на материале Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна предпринято исследование с целью выявления связи вертебральных и пельвио-вертебральных показателей в группе пациентов с посттравматическими деформациями области грудопоясничного перехода и показателями функциональной несостоятельности и боли.

### **Материал и методы**

*Характеристика материала.* Материалом исследования послужили истории болезни 45 пациентов (20 мужчин и 25 женщин) в возрасте от 16 до 70 лет (средний возраст  $45,3 \pm 12,8$  лет), оперированных в Новосибирском НИИТО им. Я.Л. Цивьяна в период 2015–2016 гг. по поводу посттравматической кифотической деформации с вершиной на уровне L1 позвонка. Причинами обращения пациентов явились функциональная несостоятельность позвоночника, выраженный болевой синдром в парагигбарных отделах, косметический дефект. Сроки после травмы варьировали от 8 до 240 месяцев, в среднем  $20,6 \pm 45,3$  месяцев. Все пациенты были без неврологического дефицита и имели возможность самостоятельного передвижения без средств дополнительной опоры.

*Рентгенологическое исследование* в описанной серии пациентов заключалось в проведении цифровой рентгенографии позвоночника от черепа до головок бедер с последующей программной обработкой изображения.

Учитывались рентгенометрические показатели: величина грудного кифоза от Th1 до Th12 (TK), поясничного лордоза от L1 до SI (LL), показатели локального сегментарного кифоза на уровне Th2-L1 сегмента (LK), учитывался угол переходного грудопоясничного отдела позвоночника от Th10 до L2 позвонков (TL). Измерение сагиттальных рентгенологических параметров осуществлялось по методу Cobb [9]. Учитывались параметры тазового баланса [9, 10], такие как: PI – угол, образованный линией, проведенной через центр головок бедренных костей к середине замыкательной пластинки S1, и линией, перпендикулярной этой замыкательной пластинке; SS – угол между замыкательной

пластинкой и горизонтальной линией; PT – угол между вертикальной линией, проведенной через центр головок бедренных костей к середине замыкательной пластинки SI; SVA, расстояние от заднего края замыкательной пластинки S1 до линии отвеса проходящей из центра тела C7; PI-LL, рассчитанный как разница между PI и величиной поясничного лордоза.

*Клиническое исследование.* Отобранная группа пациентов характеризовалась наличием локального болезненного кифоза на уровне L1 позвонка. Функциональная несостоятельность пациентов была оценена с использованием шкалы Освестри (ODI) и визуально-аналоговой шкалы (VAS) [1].

*Статистический анализ* осуществлялся с использованием программы SPSS19.0. Проводили корреляционный анализ с использованием непараметрического коэффициента корреляции Спирмана. Пороговый уровень статистической значимости составил 0,05, а принятие решения о значимости осуществляли при уровнях статистической значимости строго менее 0,05 ( $P < 0,05$ ).

**Результаты.** *Общая характеристика группы.* В целом, исследуемая группа характеризовалась значительными изменениями локального сегментарного кифоза на уровне Th12-L1 позвонков, в среднем  $27,1 \pm 7,0^\circ$  (от  $20^\circ$  до  $45^\circ$ ). Средние значения ODI и VAS составили  $40,0 \pm 12,2\%$  и  $4,8 \pm 1,4$  соответственно (таблица 1).

Таблица 1

Средние рентгенологические и клинические показатели среди пациентов с локальной посттравматической деформацией на уровне L1 (n=45)

Показатель	LK, °	TK, °	LL, °	PT, °	PI, °	SS, °	TL, °	ODI%	VAS (баллы)
Величина	$27,1 \pm 7,0$	$38,8 \pm 14,4$	$57,2 \pm 14,2$	$12,8 \pm 9,0$	$47,5 \pm 10,8$	$35,0 \pm 6,9$	$27,8 \pm 11,7$	$40,0 \pm 12,8$	$4,8 \pm 1,4$

*Статистическое исследование.* При проведении корреляционного анализа с использованием непараметрического коэффициента Спирмана в целом по группе (n=45) нами найдены корреляции ( $P < 0,05$ ) между параметрами локального кифоза LК и груднопоясничного кифоза TL ( $r=0,650$ ,  $P=0,001$ ). Отмечена прямая корреляция грудногокифоза ТК с величиной PT ( $r=0,372$ ,  $P=0,012$ ) и обратная корреляция с поясничным лордозом LL ( $r=-0,761$ ,  $P=0,0001$ ). Значимых корреляций между рентгенометрическими вертебральными, пельвио-вертебральными показателями и шкалой боли или функциональной несостоятельности в общей группе пациентов с локальными посттравматическими деформациями на уровне L1 не выявлено.

Для достижения большей однородности в показателях позвоночно-тазового баланса нами был введен учет характера формы позвоночника в зависимости от тазовых параметров с использованием классификации по Roussously [11, 12]. В соответствии с показателями SSI и PI нами выделены 3 группы пациентов. В 1 группе с показателями PK 45° и SS<35° из практических соображений мы объединили типы I и II по Roussously, во 2 группу включили пациентов с показателями PI46-55° и SS36-45°, что соответствует III типу формы позвоночника. Пациентов с показателями PI>45° и SS>35° (IV тип) мы включили в 3 группу.

К первой группе (типы форм позвоночника 1 и 2 по Roussously) были отнесены 22 пациента. В этой группе отмечены корреляционные зависимости локального кифоза LK и величиной грудопоясничного кифоза TL ( $r=0,517$ ,  $P=0,014$ ), SVA и ВАШ ( $r=0,448$ ,  $P=0,036$ ). Отмечена обратная зависимость величины грудного кифоза ТК и поясничного лордоза LL ( $r=-0,779$ ,  $P=0,0001$ ), а также обратная зависимость в этой группе выраженности грудного кифоза и величинами ODI ( $r=-0,529$ ,  $P=0,011$ ) и ВАШ ( $r=-0,473$ ,  $P=0,026$ ). Отмечена корреляция между возрастом пациентов этой группы и PT ( $r=0,557$ ,  $P=0,005$ ).

Во второй группе пациентов с типом формы позвоночника 3 (15 пациентов) значимые корреляции найдены между величиной локального кифоза LKс одной стороны и грудопоясничного кифоза ТК ( $r=0,917$ ,  $P=0,0001$ ) и величиной PT ( $r=0,673$ ,  $P=0,006$ ). Величина поясничного лордоза LL прямо коррелировала с величиной SVA ( $r=0,624$ ,  $P=0,013$ ) и обратно с величиной грудного кифоза ( $r=-0,668$ ,  $P=0,007$ ). В этой группе показатели SVA коррелировали с возрастом пациентов ( $r=0,584$ ,  $P=0,022$ ).

В 3 группе пациентов ( $n=8$ ) с формой позвоночника типа 4 отмечена корреляция между SVAи ODI ( $r=0,775$ ,  $P=0,031$ ) и грудопоясничного кифоза TЛи ВАШ ( $r=0,788$ ,  $P=0,02$ ), а также обратная корреляция грудного кифоза ТК и поясничного лордоза LL ( $r=-0,861$ ,  $P=0,006$ ). Отмечена также корреляционная зависимость величины PT и возраста пациентов ( $r=0,778$ ,  $P=0,023$ ).

*Классификация SRS-Schwab.* Данная группа пациентов с сагиттальными деформациями на уровне L1 позвонка была оценены нами с позиции классификации SRS-Schwab [10]. Все пациенты были без фронтальных деформаций (N). Всего в исследованной группе оказалось 13 пациентов (28,9 %) с хотя бы одним положительным сагиттальным модификатором, и только двое пациентов с 2 модификаторами (4,6 %). Результаты исследования пациентов при применении модификаторов SVA, PT и PI-LL представлены в таблице 2. При исследовании представительства сагиттальных модификаторов в группах распределения по формам позвоночника отмечено, что хотя бы 1 сагиттальный модификатор по шкале SRS-Schwab встретились в этой группе у 4 пациентов (18,2 %). Во 2 группе хотя бы 1 сагиттальный модификатор по шкале SRS-Schwab встретился в этой группе у 5 пациентов

(33,3 %). В группе 3 все пациенты (100 %) были с хотя бы одним модификатором по шкале SRS-Schwab, и из них 2 пациента с 2 модификаторами. При исследовании корреляционных связей представительства в группах сагиттальных модификаторов и рентгенологических параметров отмечено, что в группе 1 статистически достоверной связи не отмечено. В группах 2 и 3 достоверно выявлены корреляции между наличием модификаторов и РТ и SVA: корреляции сагиттального модификатора и РТ  $r=0,673$  и  $P=0,006$ , сагиттального модификатора SVA  $r=0,697$  и  $P=0,004$  соответственно.

Таблица 2

Оценка рентгенологических показателей среди пациентов с локальной посттравматической деформацией на уровне L1 по классификации SRS-Schwab(n=45)

Модификатор	PI-LL	SVA	РТ
0	43(95,4 %)	37(82,3 %)	35(77,7 %)
+	2 (4,6 %)	8(17,7 %)	8(17,7 %)
++	-	-	2(4,6 %)
Всего	45(100 %)	45(100 %)	45(100 %)

**Обсуждение.** Ригидные локальные посттравматические кифозы формируются вследствие неадекватного лечения переломов позвоночника в остром периоде. В то же время, при изучении отдаленных исходов травм позвоночника многие исследователи отмечают весьма удовлетворительные функциональные результаты, следствием чего является популярность консервативного лечения даже таких тяжелых повреждений позвоночника, как взрывные переломы [13]. Вместе с тем, показания к хирургическому лечению локальных кифозов остаются противоречивыми, поскольку величина посттравматической деформации, как правило, не коррелирует с выраженностью болевого синдрома, как и компенсаторные изменения грудного кифоза и поясничного лордоза [13].

Мы предположили, что вопрос о происхождении болевого синдрома и функциональной несостоятельности у пациентов с посттравматическими деформациями кифоза ТК с величиной РТ ( $r=0,372$ ,  $P=0,012$ ) и обратная корреляция с поясничным лордозом LL( $r=-0,761$ ,  $P=0,0001$ ). Значимых корреляций между рентгенометрическими вертебральными, пельвио-вертебральными показателями и шкалой боли или функциональной несостоятельности в общей группе пациентов с локальными посттравматическими деформациями на уровне L1 не выявлено.

Для достижения большей однородности в показателях позвоночно-тазового баланса нами был введен учет характера формы позвоночника в зависимости от тазовых параметров с использованием классификации по Roussously [11,12]. В соответствии с показателями SS и PI нами выделены 3 группы пациентов. В 1 группе с показателями  $PI<45^\circ$  и  $SS<35^\circ$  из практических соображений мы объединили типы I и II по Roussously, во 2 группу включили

пациентов с показателями PI 46-55° и SS 36-45°, что соответствует III типу формы позвоночника. Пациентов с показателями PI>45° и SS>35° (IV тип) мы включили в 3 группу.

К первой группе (типы форм позвоночника 1 и 2 по Roussously) были отнесены 22 пациента. В этой группе отмечены корреляционные зависимости локального кифоза LK и величиной груднопоясничного кифоза TL ( $r=0,517$ ,  $P=0,014$ ), SVAи ВАШ ( $r=0,448$ ,  $P=0,036$ ). Отмечена обратная зависимость величины грудного кифоза ТК и поясничного лордоза LL ( $r=-0,779$ ,  $P=0,0001$ ) а также обратная зависимость в этой группе выраженности грудного кифоза и величинами ODI ( $r=-0,529$ ,  $P=0,011$ ) и ВАШ ( $r=-0,473$ ,  $P=0,026$ ). Отмечена корреляция между возрастом пациентов этой группы и PT ( $r=0,557$ ,  $P=0,005$ ).

Во второй группе пациентов с типом формы позвоночника 3 (15 пациентов) значимые корреляции найдены между величиной локального кифоза LKс одной стороны и груднопоясничного кифоза ТК ( $r=0,917$ ,  $P=0,0001$ ) и величиной PT ( $r=0,673$ ,  $P=0,006$ ). Величина поясничного лордоза LL прямо коррелировала с величиной SVA ( $r=0,624$ ,  $P=0,013$ ) и обратно с величиной грудного кифоза ( $r=-0,668$ ,  $P=0,007$ ). В этой группе показатели SVA коррелировали с возрастом пациентов ( $r=0,584$ ,  $P=0,022$ ).

В 3 группе пациентов ( $n=8$ ) с формой позвоночника типа 4 отмечена корреляция между SVA и ODI ( $r=0,775$ ,  $P=0,031$ ) и груднопоясничного кифоза TL и ВАШ ( $r=0,788$ ,  $P>0,02$ ), а также обратная корреляция грудного кифоза ТК и поясничного лордоза LL ( $r=-0,861$ ,  $P=0,006$ ). Отмечена также корреляционная зависимость величины PT и возраста пациентов ( $r=0,778$ ,  $P=0,023$ ).

**Классификация SRS-Schwab.** Данная группа пациентов с сагиттальными деформациями на уровне L1 позвонка была оценена нами с позиции классификации SRS-Schwab [10]. Все пациенты были без фронтальных деформаций (N). Всего находится в плоскости изменения параметров сагиттального баланса и, особенно, в плане нарушения позвоночно-тазовых параметров.

Позвоночно-тазовый баланс описывается основными показателями, такими как PT, PI, SS и отношением PI к поясничному лордозу LL (PI-LL), а также положением сагиттальной вертикальной оси позвоночника SVA [10]. На основании литературных данных с учетом нормативных показателей PT и SVA Schwab с соавт. разработали классификацию деформаций позвоночника (SRS-Schwab), которая учитывает самые современные корреляции между рентгенологическими параметрами и клиническими проявлениями [14], ряд авторов успешно применили ее в клинической практике [15].

В настоящем исследовании нами в соответствии с критериями отбора изучены рентгенологические и клинические параметры пациентов с локальной посттравматической деформацией. С учетом того факта, что среди всех повреждений грудных и поясничных

позвонок наиболее часто подвержен травме L1 позвонок, занимая по встречаемости около половины всех повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника [2], мы сделали наличие у пациентов локальной посттравматической деформации на этом уровне критерием отбора в группу исследования.

Полученная таким образом группа 45 пациентов с однородной посттравматической деформацией при исследовании как позвоночных, так и позвоночно-тазовых параметров в общей своей группе показала 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 умеренно выраженная корреляционная связь между величинами ТК и РТ ( $P=0,012$ ), которая нами расценена как косвенно свидетельствующая о механизмах компенсации деформации. Однако в общей группе пациентов связи рентгенологических параметров (локального кифоза, величины физиологических изгибов позвоночника и позвоночно-тазовых параметров) и клинических проявлений статистически достоверно не выявлено, несмотря на высокие в целом по группе средние показатели ОDI и ВАШ ( $40,0\pm 12,2\%$  и  $4,8\pm 1,4$  баллов соответственно).

Тогда нами предположено, что при последствиях травм L1 позвонка на фоне различных форм позвоночника и степени ретроверзии таза корреляционные связи рентгенологических и клинических параметров также будут различаться.

Нами использована классификация форм позвоночника по Roussously, основанная на исследовании у асимптомных добровольцев параметров грудного кифоза, поясничного лордоза и структуральных показателей тазового баланса PI и SS [11].

В первой группе (типы форм позвоночника 1 и 2, характеризующиеся гипокифотичным и гиполордотичным позвоночником) выявлена средней силы обратная корреляционная связь между выраженностью грудного кифоза и показателями ODI и ВАШ. Эта связь может отражать степень порочной компенсации локальной кифотической деформации и являться маркером неблагоприятного течения последствия травмы при данной форме позвоночника.

Во второй группе (3 тип формы позвоночника, характеризующейся гармоничным развитием грудного кифоза и поясничного лордоза) отмечена средней силы корреляция между величиной локального кифоза LK и РТ ( $r=0,673$ ), а также средней силы прямая корреляция величины локального кифоза LK и грудного кифоза ТК ( $r=0,589$ ), и при этом обратная корреляция грудного кифоза ТК и поясничного лордоза LL ( $r=-0,668$ ). 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 РТ. При этом достоверной связи рентгенологических и клинических параметров в группе не отмечено.

В группе 3 (4 тип формы позвоночника, гиперкифотический и гиперлордотический позвоночник) нами отмечена сильная обратная корреляция между грудным кифозом и поясничным лордозом ( $r=-0,861$ ). В этой группе нами отмечены тесные корреляции отклонения SVA и величин показателя ODI ( $r=-0,826$ ), а также грудопоясничного кифоза TL и ВАШ ( $r=0,788$ ). То есть, при данном типе формы позвоночника изменения TL и SVA также могут являться маркерами неблагоприятного течения процесса компенсации посттравматического кифоза.

При изучении в каждой из групп представительства сагиттальных модификаторов по классификации SRS-Schwab достоверно выявлено, что наиболее подвержены патологическим изменениям РТ и SVA пациенты 2 и 3 групп, а частота присутствия модификаторов в этих группах составила 33,3 %, а и 100 % соответственно. Таким образом, можно считать, что модификаторы SRS-Schwab наиболее присущи пациентам с посттравматической кифотической деформацией на фоне гармоничной формы (3 тип) и гиперкифотический и гиперлордотической формы позвоночника (4 тип) по Roussously.

### **Выводы**

1. Значимых корреляций между рентгенометрическими вертебральными, пельвио-вертебральными показателями и шкалой боли или функциональной несостоятельности в общей группе пациентов с локальными посттравматическими деформациями на уровне L1 не выявлено.
2. При наличии посттравматического кифоза в грудопоясничной области на фоне 1 и 2 типа статистически достоверно выявлена обратная корреляционная связь величины грудного кифоза и шкал боли и функциональной несостоятельности.
3. При наличии посттравматического кифоза на фоне 4 типа формы позвоночника по Roussously выявлена достоверная корреляция рентгенографических параметров SVA и ODI, грудопоясничного кифоза TL и ВАШ.
4. С позиций классификации SRS-Schwab, при посттравматической деформации грудопоясничной области наибольшее представительство сагиттальных модификаторов, потенциально свидетельствующих о связи рентгенологических параметров и качества жизни пациентов, выявлено среди пациентов с 4 типом формы позвоночника по Roussously.

## Список литературы

1. Бывальцев В.А., Белых В.А., Сороковиков В.А., Арсентьева Н.И. Использование шкал и анкет в вертебралогии / В.А. Бывальцев, В.А. Белых, В.А. Сороковиков, Н.И. Арсентьева // Журнал неврологии и психиатрии. – 2011. – № 9. – Вып. 3. – С. 51- 56.
2. Рерих В.В., Борзых К.О. Этапное хирургическое лечение посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника / В.В. Рерих, К.О. Борзых // Хирургия позвоночника. – 2016. – № 4. – С.21- 27.
3. Benli I.T., Kaya A., Uruc V., Akalin S. Minimum 5-year follow-up surgical results of post-traumatic thoracic and lumbar kyphosis treated with anterior instrumentation: comparison of anterior plate and dual rod systems. *Spine* 2007; 32:986-994.
4. 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; 7:99-103.
5. Zeng Y., Chen Z., Sun C., Li W., Qi Q., Guo Z., Zhao Y., Yang Y. Posterior surgical correction of posttraumatic kyphosis of the thoracolumbar segment // *J. Spinal Disord Tech.* 2013; 26:37-41. DOI: 10.1097/BSD.0b013e318231d6a3.
6. Schwab F., Lafage V., Patel A., Farcy J-P. Sagittal plane consideration and the pelvis in the adult patient // *Spine.*2009; 34:1828-1833.
7. Schwab FJ, Smith VA, Bisemi M, et al. Adult scoliosis: a quantitative radiographic and clinical analysis // *Spine* 2002; 27:387-392.
8. Roller 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; 17:1073-1095.
9. Lafage V., Schwab F., Patel A., Hawkinson N., Farcy J-P. Pelvic Tilt and Truncal Inclination: Two Key Radiographic Parameters in the Setting of Adults With Spinal Deformity // *Spine.* 2009; 34: pp E599-E606.
10. 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; 38:E803-E812.
11. 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; 30:346-353.
12. Roussouly P., Gollogly S., Nosedá O., et al. The vertical projection of the sum of the ground reactive forces of a standing patient is not the same as the C7 plumb line: a radiographic study of

the sagittal alignment of 153 asymptomatic volunteers // Spine 2006; 31: E320-325.

13. Shen W-J., Liu T-J., Shen Y-S. Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurological deficit // Spine 2001 26(9): 1038-1045.

14. Schwab F., Ungar B., Dloned B., Buchowski J., Coe J., Deinlein D., et al. Scoliosis Reserch Sosiety-Schwab adult spinal deformity classification: a validation study // Spine 2012; 37:1077-1082.

15. Smith J., Klineberg E., Schwab F., Shafffey C., Moal B., Ames C., et al. The SRS-Schwab Adult Spinal Deformity Classification: Assessment and Clinical Correlations Based on a Prospective Operative and Nonoperative Cohort // Spine 2013; 18:1663-1671.