



# ИЗМЕНЕНИЕ ПОЗВОНОЧНО-ТАЗОВЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ У ДЕТЕЙ СО СПОНДИЛОЛИСТЕЗОМ ПОСЛЕ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ И ИХ КОРРЕЛЯЦИЯ С ОЦЕНКОЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

А.А. Кулешов<sup>1</sup>, М.С. Ветрилэ<sup>1</sup>, В.Р. Захарин<sup>1</sup>, И.Н. Лисянский<sup>1</sup>, С.Н. Макаров<sup>1</sup>, Ю.В. Струнина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии  
им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии  
им. акад. Н.Н. Бурденко, Москва, Россия

**Цель исследования.** Оценка параметров сагиттального баланса у детей со спондилолистезом до и после оперативного лечения, анализ их корреляции с оценкой качества жизни.

**Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ постуральных рентгенограмм 98 детей и подростков. Пациентов разделили на 2 группы: группа 1 — 43 пациента до 17 лет (средний возраст —  $12,0 \pm 2,6$  года) без патологии позвоночника; группа 2 — 55 пациентов до 17 лет (средний возраст —  $13,3 \pm 2,5$  года) со спондилолистезом до и после хирургического лечения. У пациентов группы 1 были рассчитаны и изучены основные позвоночно-тазовые параметры: PT, PI, SS, LL, PI-LL, TK. У пациентов группы 2, помимо основных параметров, были рассчитаны параметры, характеризующие локальный пояснично-крестцовый кифоз: SA, Dub-LSA, LSJA. Полученные результаты сравнили с условной нормой для детей. Произвели оценку интенсивности болевого синдрома и качества жизни с помощью опросников и шкал (Ped's QL, ODI, ВАШ) до оперативного лечения, на момент выписки из стационара, через 3 мес. с момента операции. Статистический анализ данных провели с помощью языка статистического программирования и среды R (версия 3.6.1) в IDE RStudio (версия 1.2.1335) с представлением в формате  $M \pm SD$  для нормально распределенных случайных величин и Me [Q1;Q3] для величин с ненормальным распределением. Категориальные показатели представлены как абсолютное число и процентное соотношение. Нулевую гипотезу в статистических тестах отклоняли при уровне значимости  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Во всех случаях после оперативного лечения отмечается снижение интенсивности болевого синдрома и улучшение качества жизни пациентов. При статистическом анализе взаимосвязи параметров, характеризующих локальный пояснично-крестцовый кифоз (Dub-LSA, SA, LSJA), и результатов опросников и шкал (Ped's QL, ODI, ВАШ) получена статистически достоверная положительная корреляция ( $r = 0,57$ ;  $p = 0,004$ ) показателя LSJA и интенсивности болевого синдрома, оцененного до оперативного лечения, а также статистически достоверная отрицательная корреляция ( $r = -0,47$ ;  $p = 0,004$ ) показателя LSJA до операции и результатов опросника PED's QL после оперативного лечения. При сравнительном групповом анализе установлено, что после оперативного лечения отмечается тенденция к нормализации сагиттальных параметров, но полное их восстановление до значений нормы не достигнуто. Локальный пояснично-крестцовый кифоз полностью устранен во всех случаях.

**Заключение.** Коррекция угла пояснично-крестцового кифоза при оперативном лечении детей со спондилолистезом напрямую коррелирует с показателями, характеризующими качество жизни, что делает его устранение основной целью операции. Степень коррекции параметров сагиттального баланса (PT, SS, LL) не имеет значимого влияния на качество жизни, и их коррекция до целевых расчетных значений не требуется при исходном высоком значении PI. В случаях декомпенсации сагиттального и фронтального балансов туловища при низких степенях спондилолистеза в сочетании с нарушением походки и наклоном туловища кпереди (синдром пояснично-бедренной ригидности) инструментальное восстановление сегментарного лордоза на уровне  $L_5-S_1$  и декомпрессия невралных структур приводят к коррекции показателей сагиттального баланса и нормализации походки.

**Ключевые слова:** дети, подростки, спондилолистез тяжелой степени, сагиттальный дисбаланс, пояснично-крестцовый кифоз, синдром пояснично-бедренной ригидности.

Для цитирования: Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Захарин В.Р., Лисянский И.Н., Макаров С.Н., Струнина Ю.В. Изменение позвоночно-тазовых взаимоотношений у детей со спондилолистезом после оперативного лечения и их корреляция с оценкой качества жизни // Хирургия позвоночника. 2023. Т. 20. № 2. С. 32–39.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.2.32-39>.

## CHANGES IN SPINOPELVIC RELATIONSHIPS IN CHILDREN WITH SPONDYLOLISTHESIS AFTER SURGICAL TREATMENT AND THEIR CORRELATION WITH THE ASSESSMENT OF QUALITY OF LIFE

A.A. Kuleshov<sup>1</sup>, M.S. Vetrile<sup>1</sup>, V.R. Zakharin<sup>1</sup>, I.N. Lisyansky<sup>1</sup>, S.N. Makarov<sup>1</sup>, Yu.V. Strunina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russia

<sup>2</sup>N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Moscow, Russia

**Objective.** To assess sagittal balance parameters in children with spondylolisthesis before and after surgical treatment and to analyze their correlation with quality of life.

**Material and Methods.** A retrospective analysis of postural radiographs of 98 children and adolescents was performed. The patients were divided into 2 groups: Group 1 included 43 patients under 17 years of age (mean age  $12.0 \pm 2.6$  years) without spinal pathology, and Group 2 – 55 patients under 17 years of age (mean age  $13.3 \pm 2.5$  years) with spondylolisthesis before and after surgical treatment. In patients of Group 1, the main spinopelvic parameters (PT, PI, SS, LL, PI-LL, TK) were calculated and studied. In patients of Group 2, parameters characterizing local lumbosacral kyphosis (SA, Dub-LSA, LSJA) were calculated and studied in addition to the main ones. The obtained results were compared with the conditional norm for children. The intensity of pain syndrome and quality of life were assessed using questionnaires and scales (Ped's QL, ODI, VAS) before surgical treatment, at the time of discharge from the hospital, and after 3 months since surgery. Statistical data analysis was carried out using the statistical programming language and the R environment (version 3.6.1) in RStudio IDE (version 1.2.1335) with representation in the  $M \pm SD$  format for normally distributed random variables and Me [Q1; Q3] for variables with abnormal distribution. Categorical indicators were presented as an absolute number and a percentage ratio. The null hypothesis in statistical tests was rejected at a significance level of  $p < 0.05$ .

**Results.** A decrease in the intensity of pain syndrome and an improvement in the quality of life were observed after surgical treatment in all cases. Statistical analysis of the relationship between parameters characterizing local lumbosacral kyphosis (Dub-LSA, SA, LSJA) and the results of using questionnaires and scales (Ped's QL, ODI, VAS) showed a statistically significant positive correlation ( $r = 0.57$ ;  $p = 0.004$ ) of the LSJA score and pain intensity assessed before surgery, as well as a statistically significant negative correlation ( $r = -0.47$ ;  $p = 0.004$ ) of the LSJA score before surgery and the results of the PED's QL questionnaire after surgery. In a comparison group analysis, it was found that after surgical treatment, there was a tendency towards normalization of sagittal parameters, though their complete recovery to normal values was not achieved. Local lumbosacral kyphosis was completely eliminated in all cases.

**Conclusion.** Correction of the angle of lumbosacral kyphosis during surgical treatment of children with spondylolisthesis directly correlates with indicators characterizing the quality of life, which makes its elimination the main purpose of the operation. The degree of correction of the sagittal balance parameters (PT, SS, LL) has no significant impact on the quality of life, and their correction to the target calculated values is not required at an initially high PI value. In cases of decompensation of the sagittal and coronal balances of the trunk with low grades of spondylolisthesis, combined with impaired gait and anterior inclination of the torso (lumbar-femoral rigidity syndrome), the instrumental restoration of segmental lordosis at the level of L5–S1 and decompression of neural structures lead to correction of sagittal balance and normalization of gait.

**Key Words:** children, adolescents, severe spondylolisthesis, sagittal imbalance, lumbosacral kyphosis, lumbar-femoral rigidity syndrome.

Please cite this paper as: Kuleshov AA, Vetrile MS, Zakharin VR, Lisyansky IN, Makarov SN, Strunina YuV. Changes in spinopelvic relationships in children with spondylolisthesis after surgical treatment and their correlation with the assessment of quality of life. *Hir. Pozvonoc.* 2023;20(2):32–39. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.2.32-39>.

Тяжелые степени спондилолистеза у детей в большинстве случаев характеризуются высокими показателями PI, что может являться этиологическим фактором данного заболевания и приводить к развитию сагиттального дисбаланса [1, 2]. Тяжелые степени спондилолистеза также характеризуются наличием пояснично-крестцового кифоза, который коррелирует с качеством жизни пациентов [3]. Одной из задач оперативного лечения спондилолистеза является восстановление сагиттальных параметров или их максимальное приближение к нормальным значениям.

Однако на сегодняшний день в мировой литературе существует крайне малое количество работ, посвященных сагиттальным параметрам у детей, что обусловлено этическими нормами [4–11].

В ряде случаев у детей со смещением I–II степени (так называемыми низкими степенями спондилолистеза) нарушения сагиттального баланса могут развиваться при наличии неврологических расстройств, болевого синдрома, синдрома пояснично-бедренной ригидности [12]. У данной группы пациентов вертикальное положение

туловища восстанавливается после выполнения декомпрессии нервных структур и не требует максимальной редукции сместившегося позвонка [13].

Вопрос об оптимальной степени восстановления и целевых показателях сагиттальных параметров у детей со спондилолистезом остается открытым.

Цель исследования – оценка параметров сагиттального баланса у детей со спондилолистезом до и после оперативного лечения, анализ их корреляции с оценкой качества жизни.

## Материал и методы

В ретроспективное исследование включены 98 детей и подростков. Все пациенты были разделены на 2 группы.

Группа 1 – 43 пациента до 17 лет (средний возраст –  $12,0 \pm 2,6$  года) без патологии опорно-двигательного аппарата. Включены больные, обратившиеся амбулаторно с жалобами на боли в спине и/или нарушение осанки. С целью исключения патологии опорно-двигательного аппарата выполнены постуральные рентгенограммы. Критерием включения в группу являлось отсутствие деформаций позвоночника (сколиотических, кифотических, посттравматических, спондилолистеза) и другой ортопедической патологии.

Группа 2 – 55 пациентов до 17 лет (средний возраст –  $13,3 \pm 2,5$  года), поступивших со спондилолистезом L<sub>5</sub> позвонка для оперативного лечения. У всех пациентов был I тип спондилолистеза (acquired) по классификации Marchetti и Bartolozzi [14] с разной степенью выраженности диспластических изменений. Критерием включения в данную группу являлось наличие спондилолистеза L<sub>5</sub> позвонка при отсутствии другой ортопедической патологии.

Всем пациентам группы 2 выполняли оперативное лечение: моносегментарную фиксацию L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>; фиксацию L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>, спондилодез L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> кейджем с аутокостью по методике PLIF. У 32 пациентов передний спондилодез L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> проводили кейджем с аутокостью из переднего внебрюшинного доступа.

Всем исследуемым пациентам делали постуральную рентгенографию. Для минимизации изменения в сагиттальном контуре позвоночника и предотвращения компенсаторного изменения осанки исследование проводили по стандарту, предложенному группой по изучению деформаций позвоночника Spinal Deformity Study Group (SDSG) [15]: пациент находится в положении стоя, коленные и тазобедренные суставы в нейтральном, удобном для пациента положении; руки согнуты в плечевых и локтевых

суставах с расположением пальцев в области ключиц; если имеется укорочение нижней конечности более 2 см, рентгеновский снимок выполняют с компенсацией для выравнивания таза.

По данным постуральной рентгенографии в боковой проекции пациентам группы 1 проводили рентгенометрические расчеты следующих параметров: наклона таза (pelvic tilt, PT), тазового индекса (pelvic incidence, PI), наклона крестца (sacral slope, SS), поясничного лордоза (lumbar lordosis, LL), разницы между значениями показателей тазового индекса и поясничного лордоза (PI–LL), грудного кифоза (thoracic kyphosis, TK).

Для пациентов группы 2, помимо основных, также рассчитали параметры, характеризующие пояснично-крестцовый кифоз: угол соскальзывания (SA – Slip angle); пояснично-крестцовый угол Dubousset (Dub–LSA – Dubousset lumbosacral angle); угол пояснично-крестцового сочленения (LSJA – Lumbosacral joint angle). Анализ рентгенометрических параметров проводили в программах SurgiMap и Radiant.

У пациентов группы 2 до оперативного лечения, на момент выписки из стационара и через 3 мес. после операции оценивали качество жизни и интенсивность болевого синдрома с помощью следующих шкал и опросников: Quality of Life Scale (PedsQL 4.0 Generic Core Scales), ODI (Oswestry Disability Index), ВАШ.

Статистический анализ данных проводили с помощью языка статистического программирования и среды R (версия 3.6.1) в IDE RStudio (версия 1.2.1335). Распределение непрерывных и дискретных количественных переменных в выборке представлены как среднее арифметическое и стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ) для нормально распределенных случайных величин, медиана и квартили (Me [Q1; Q3]) – для величин, распределение которых отличается от нормального. Категориальные показатели представлены как абсолютное число и процентное соотношение.

Соответствие выборки нормальному распределению определяли с помощью теста Шапиро – Уилка. Тестирование статистических гипотез о различии в распределении количественных переменных в независимых выборках проводили по методу Манна – Уитни, для зависимых выборок использовали критерий Уилкоксона для парных сравнений. Корреляцию между количественными величинами оценивали с помощью коэффициента корреляции Спирмена. Для оценки величины послеоперационных изменений и различий между показателями в норме и при патологии (величины эффекта) рассчитывали дельту Клиффа с 95 % доверительным интервалом, полученным с помощью технологии бутстрепа. Нулевую гипотезу в статистических тестах отклоняли при уровне значимости  $p < 0,05$ .

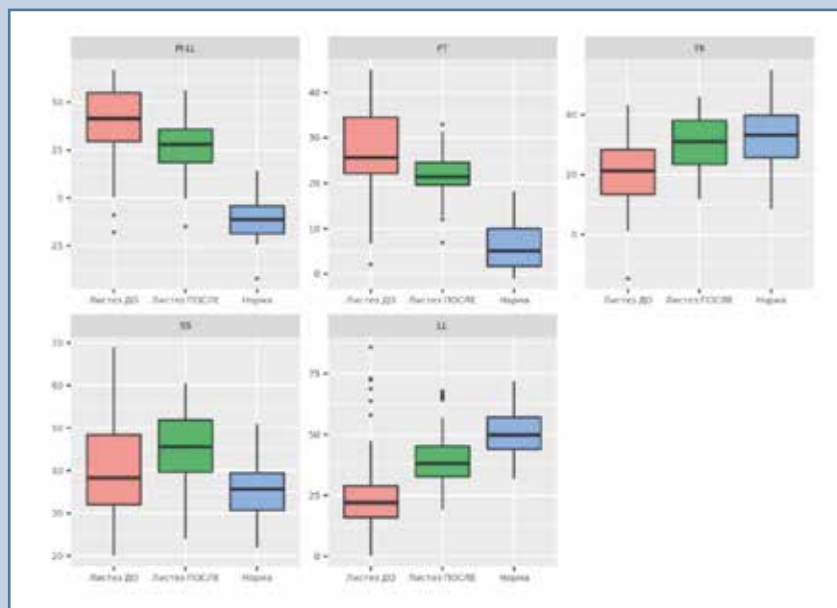
С учетом отсутствия по данным литературы статистически значимых гендерных различий сагиттальных параметров [8] при статистическом анализе разделение по полу не производили.

## Результаты

Для всех пациентов группы 1 определили и описали средние значения по каждому параметру, которые приняли за условную возрастную норму и сравнили с аналогичными параметрами у взрослых. Результаты исследования подробно изложены в нашей предыдущей работе [11].

По степени смещения позвонка по классификации Meyerding пациентов группы 2 распределили следующим образом: I степень – 4 пациента; II – 22; III – 18; IV – 9; V (спондилоптоз) – 2. Согласно классификации спондилолистеза SDSG [15], пациенты распределились следующим образом: тип 1 – 3 пациента; тип 2 – 8; тип 3 – 14; тип 4 – 4; тип 5 – 21; тип 6 – 5.

Произвели расчет сагиттальных параметров позвоночника до и после оперативного лечения у пациентов группы 2. Средние значения позвоночно-тазовых параметров сравнили с аналогичными параметрами у здоровых



**Рис. 1**

Сагитальные параметры (град.) пациентов со спондилолистезом (группа 2) до и после оперативного вмешательства в сравнении с параметрами здоровых детей из группы 1

детей из группы 1 (рис. 1). В результате сравнения получены статистически значимые различия (табл. 1).

Для оценки величины послеоперационных изменений и различий между показателями в норме и при спондилолистезе (величины эффекта) рассчитали дельту Клиффа с 95 % доверительным интервалом (табл. 2).

После оперативного лечения у пациентов группы 2 статистически значимо увеличились показатели SS, LL, ТК, которые при тяжелых степенях спондилолистеза уменьшаются, что можно расценить как компенсаторный механизм для поддержания вертикального положения туловища.

Из рис. 1 видно, что основные позвоночно-тазовые параметры (РТ, LL, ТК) у детей со спондилолистезом после оперативного лечения восстановлены не полностью, хотя прослеживается тенденция их приближения к нормальным значениям. В свою очередь, параметр SS восстановлен сверх целевых значений.

**Таблица 1**

Сагитальные параметры пациентов со спондилолистезом до и после оперативного вмешательства в сравнении с параметрами здоровых детей, град.

Параметр	До операции	После операции	Норма	p value
Наклон таза	25,6 [22,15; 34,5]	21,4 [19,50; 24,50]	5,0 [2,0; 10,0]	0,002
Наклон крестца	38,3 [32,05; 48,4]	45,6 [39,70; 51,90]	36,0 [31,0; 40,0]	0,001
Поясничный лордоз	22,0 [16,00; 28,90]	38,2 [32,70; 45,15]	50,0 [44,0; 57,5]	0,001
Грудной кифоз	21,3 [13,45; 28,40]	31,0 [23,50; 38,10]	33,5 [26,5; 40,5]	0,002

МЕД [Q1; Q3].

**Таблица 2**

Дельта Клиффа с 95 % доверительным интервалом для показателей здоровых детей и детей со спондилолистезом

Параметр	До операции и норма	После операции и норма	До и после операции
Наклон таза	0,91 95 % ДИ [0,81; 0,98]	0,96 95 % ДИ [0,91; 0,99]	0,42 95 % ДИ [0,21; 0,62]
Наклон крестца	0,27 95 % ДИ [0,04; 0,48]	0,65 95 % ДИ [0,49; 0,80]	-0,34 95 % ДИ [-0,53; -0,12]
Поясничный лордоз	-0,77 95 % ДИ [-0,91; -0,60]	-0,51 95 % ДИ [-0,70; -0,31]	-0,62 95 % ДИ [-0,80; -0,44]
Грудной кифоз	-0,62 95 % ДИ [-0,77; -0,44]	-0,21 95 % ДИ [-0,43; -0,01]	-0,48 95 % ДИ [-0,66; -0,27]



Таблица 3

Оценка качества жизни и болевого синдрома у пациентов со спондилолистезом

Опросник	До операции	На момент выписки	p value	Через 3 мес. после операции	p value
Ped's QL, баллы	64,4 ± 11,4	—	—	82,6 ± 13,1	<0,001
ODI, %	38,8 ± 16,3	28,5 ± 12,6	<0,001	11,9 ± 9,3	<0,001
ВАШ, баллы	5,9 ± 3,1	3,9 ± 2,1	<0,001	2,3 ± 1,2	<0,001

СРЕД ± СО.

Тем не менее у всех пациентов группы 2 после оперативного лечения отмечается регресс корешкового и локального болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника, что приводит к улучшению качества жизни (табл. 3). У пациентов с нарушением походки и анталгической установкой туловища с наклоном кледи отметили полное восстановление походки в сроки до трех месяцев, а также восстановление вертикального положения туловища.

При сравнении параметров локального пояснично-крестцового кифоза (Dub-LSA, SA, LSJA) выявили статистически значимое увеличение показателя Dub-LSA (до операции –  $86,0^\circ \pm 11,1^\circ$ ; после операции –  $113,0^\circ \pm 7,7^\circ$ ), а также снижение SA (до операции –  $11,0^\circ \pm 6,0^\circ$ ; после операции –  $2,0^\circ \pm 1,7^\circ$ ), LSJA (до операции –  $9,0^\circ \pm 4,0^\circ$ ; после операции –  $2,0^\circ \pm 1,4^\circ$ ).

Данные анализа сагиттальных параметров, характеризующих локальный пояснично-крестцовый кифоз, у пациентов группы 2 до и после оперативного лечения представлены на рис. 2.

Полученные после оперативного лечения изменения параметров Dub-LSA, SA, LSJA свидетельствуют об уменьшении локального кифоза после осуществления редукции L<sub>5</sub> позвонка.

Мы провели статистический анализ взаимосвязи параметров, характеризующих локальный пояснично-крестцовый кифоз (Dub-LSA, SA, LSJA), и результатов опросников и шкал (Ped's QL, ODI, VAS) до и после оперативного лечения.

В результате получили статистически значимую положительную корреляцию ( $r = 0,57$ ;  $p = 0,004$ ) показате-

ля LSJA и результатов оценки интенсивности болевого синдрома по ВАШ до оперативного лечения: чем выше значение параметра LSJA до операции, тем выше результаты оценки интенсивности болевого синдрома по ВАШ на предоперационном этапе (рис. 3).

Также выявлена статистически значимая отрицательная корреляция ( $r = -0,47$ ;  $p = 0,004$ ) показателя LSJA до операции и результатов опросника PED's QL после оперативного лечения: чем выше показатель LSJA до операции, тем ниже результат по анкете PED's QL после оперативного лечения (рис. 4).

Полученные в результате анализа данные позволяют говорить о том, что локальный пояснично-крестцовый кифоз у детей со спондилолистезом коррелирует с качеством жизни и интенсивностью болевого синдрома.

## Обсуждение

На сегодняшний день нет единой принятой нормы сагиттального баланса у детей. В отечественной литературе существует ряд публикаций, посвященных данной проблеме. Однако во всех работах исследуемая группа имеет ту или иную патологию, а полученные данные сравниваются со средними значениями для детей, предложенными зарубежными авторами. Так, О.Г. Прудникова и А.М. Аранович [16] рассчитали и проанализировали сагиттальные параметры у детей с ахонодроплазией, в качестве группы сравнения взяли данные Mac-Thiong et al. [8] для здоровых детей в возрасте  $7,3 \pm 1,8$  года. В работах П.И. Бортулева с соавт. [17, 18] проведен анализ позвоночно-тазовых взаимоотно-

шений у детей с подвывихом бедра при болезни Легга – Кальве – Пертеса и с диспластическим подвывихом бедра. Полученные данные сравнены со средними показателями для детей, предложенными Hesarikia et al. [19].

Во многих работах [4–11] показано, что у детей и подростков с тяжелыми степенями спондилолистеза показатель PI значительно выше, чем у здоровых детей. Поскольку PI является константой и определяет

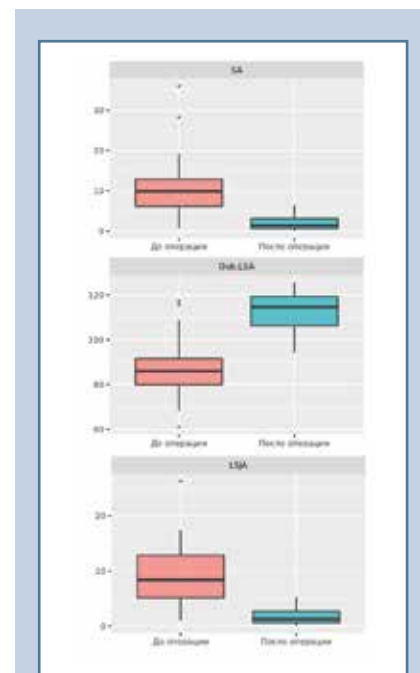


Рис. 2

Изменения показателей Dub-LSA, SA, LSJA (град.), характеризующих локальный пояснично-крестцовый кифоз, у пациентов со спондилолистезом до и после оперативного лечения

показатели PT, SS и LL [20], которые, в свою очередь, отражают положение таза в пространстве, существует гипотеза, что высокий PI оказывает прямое влияние на развитие спондилолистеза.

С учетом того что величина PI является ключевой для расчета всех

остальных показателей сагиттального баланса, не во всех случаях целесообразно применять стандартные формулы расчета целевых значений сагиттальных параметров как инструмента для планирования и оценки результатов хирургического лечения тяжелых

степеней спондилолистеза. Так, например, в нашем исследовании оценивались параметры сагиттального баланса у детей и подростков со спондилолистезом до и после оперативного лечения. В результате у всех пациентов с сагиттальным дисбалансом в сроки до трех месяцев восстановилось вертикальное положение туловища, нормализовалась походка. В свою очередь, сагиттальные параметры данной группы пациентов не удалось восстановить до расчетных значений: PT восстановлен в среднем на  $4,0^\circ$ ; LL – на  $16,0^\circ$ ; TK – на  $10,3^\circ$ . Параметр SS был излишне увеличен, в среднем на  $10,3^\circ$ , в отличие от локального пояснично-крестцового кифоза, который полностью устранен во всех случаях: Dub-LSA (до операции –  $86,0^\circ \pm 11,1^\circ$ ; после операции –  $113,0^\circ \pm 7,7^\circ$ ); SA (до операции –  $11,0^\circ \pm 6,0^\circ$ ; после операции –  $2,0^\circ \pm 1,7^\circ$ ); LSJA (до операции –  $9,0^\circ \pm 4,0^\circ$ ; после операции –  $2,0^\circ \pm 1,4^\circ$ ).

Tanguay et al. [3] проанализировали результаты хирургического лечения 96 детей и подростков со спондилолистезом (средний возраст –  $13,6 \pm 3,6$  года) и также установили четкую корреляцию между параметрами пояснично-крестцового кифоза и качеством жизни пациентов.

В нашем исследовании у 7 пациентов с низкими степенями спондилолистеза отмечался выраженный болевой синдром с нарушением походки и/или нарушением вертикального положения туловища. В результате оценки их неврологического статуса выявили синдром пояснично-бедерной ригидности. Всем пациентам данной группы выполнили двухэтапное оперативное лечение, где первым этапом были ревизия и декомпрессия нервных структур с транспедикулярной фиксацией и редукцией  $L_5$  позвонка, вторым этапом – спондилодез  $L_5-S_1$  из переднего внебрюшинного доступа. После декомпрессивно-стабилизирующих операций во всех случаях отмечался регресс неврологической симптоматики и восстановление сагиттального профиля позвоночника в течение 3 мес. с момента операции.

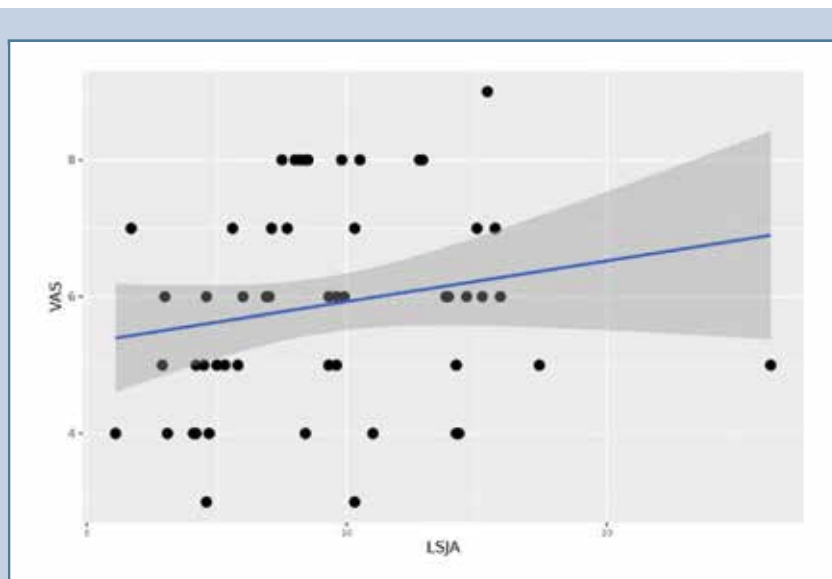


Рис. 3

Корреляция показателя LSJA и результатов оценки интенсивности болевого синдрома по ВАШ до оперативного лечения

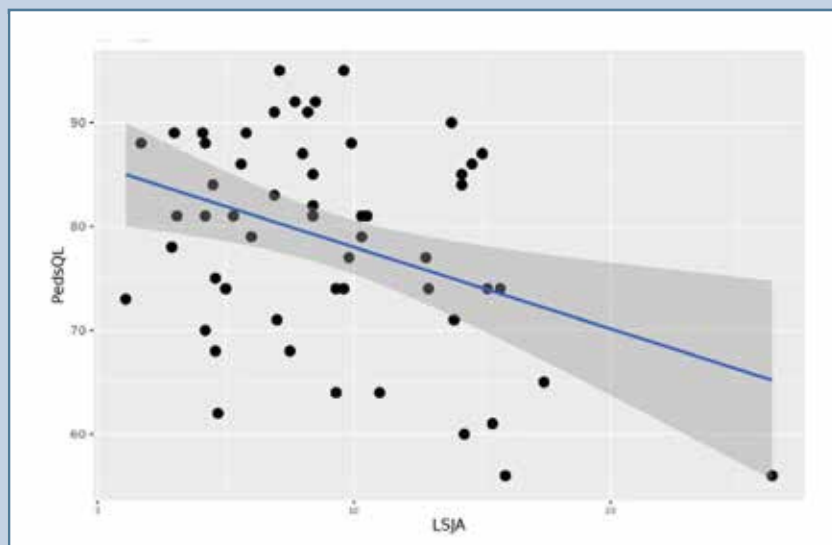


Рис. 4

Корреляция показателя LSJA до операции и результатов опросника PedsQL после оперативного лечения

В настоящее время механизм пояснично-бедерной ригидности до конца не изучен, однако существуют публикации [12, 13], описывающие специфическое нарушение походки и невозможность наклона туловища вперед, выраженное ограничение подъема прямых ног у детей и подростков со спондилолизом. Авторы связывают это с раздражением конского хвоста и отмечают регрессию вышеуказанной симптоматики после ламинэктомии L<sub>5</sub> позвонка.

## Заключение

Коррекция угла пояснично-крестцового кифоза при оперативном лечении детей со спондилолизом напрямую коррелирует с показателями, характеризую-

щими качество жизни. Степень коррекции параметров сагиттального баланса (PT, SS, LL) не имеет значимого влияния на качество жизни.

Таким образом, при оперативном лечении спондилолизом у детей, в первую очередь, необходимо устранение пояснично-крестцового кифоза, в то время как коррекция сагиттальных параметров (PT, SS, LL) до целевых расчетных значений не требуется при исходном высоком значении PI.

Иногда декомпенсация сагиттального и фронтального балансов туловища может развиваться у детей при низких степенях спондилолизом и сочетаться с нарушением походки и наклоном туловища кпереди (синдром пояснично-бедерной ригидности). В таких случаях инструменталь-

ное восстановление сегментарного лордоза на уровне L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> и декомпрессия невралгических структур приводят к коррекции показателей сагиттального баланса и нормализации походки.

*Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Проведение исследования одобрено локальными этическими комитетами учреждений.*

*Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.*

## Литература/References

1. **Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J, O'Brien M.** The importance of spino-pelvic balance in L5–S1 developmental spondylolisthesis: a review of pertinent radiologic measurements. *Spine*. 2005;30(6 Suppl):S27–S34. DOI: 10.1097/01.brs.0000155560.92580.90.
2. **Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, Transfeldt E, O'Brien M, Chopin D, Hresko T, Dimnet J.** Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spino-pelvic balance: a correlation study. *Spine*. 2004;29:2049–2054. DOI: 10.1097/01.brs.0000138279.53439.cc.
3. **Tanguay F, Labelle H, Wang Z, Joncas J, de Guise JA, Mac-Thiong JM.** Clinical significance of lumbosacral kyphosis in adolescent spondylolisthesis. *Spine*. 2012;37:304–308. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31821cc558.
4. **Cil A, Yazici M, Uzumcugil A, Kandemir U, Alanay A, Alanay Y, Acaroglu RE, Surat A.** The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. *Spine*. 2005;30:93–100. DOI: 10.1097/01.brs.0000149074.21550.32.
5. **Gutman G, Labelle H, Barchi S, Roussouly P, Berthonnaud E, Mac-Thiong JM.** Normal sagittal parameters of global spinal balance in children and adolescents: a prospective study of 646 asymptomatic subjects. *Eur Spine J*. 2016;25:3650–3657. DOI: 10.1007/s00586-016-4665-3.
6. **Zhou XY, Zhao J, Li B, Wang ZB, Zhang ZC, Hu W, Cheng YJ, Li M, Wei XZ.** Assessment of sagittal spinopelvic balance in a population of normal Chinese children. *Spine*. 2020;45:E787–E791. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003428.
7. **Ghandhari H, Hesarikia H, Ameri E, Noori A.** Assessment of normal sagittal alignment of the spine and pelvis in children and adolescents. *Biomed Res Int*. 2013;2013:842624. DOI: 10.1155/2013/842624.
8. **Mac-Thiong JM, Berthonnaud E, Dimar JR 2nd, Betz RR, Labelle H.** Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine*. 2004;29:1642–1647. DOI: 10.1097/01.brs.0000132312.78469.7b.
9. **Lee CS, Noh H, Lee DH, Hwang CJ, Kim H, Cho SK.** Analysis of sagittal spinal alignment in 181 asymptomatic children. *J Spinal Disord Tech*. 2012;25:E259–E263. DOI: 10.1097/BSD.0b013e318261f346.
10. **Mac-Thiong JM, Labelle H, Berthonnaud E, Betz RR, Roussouly P.** Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. *Eur Spine J*. 2007;16:227–234. DOI: 10.1007/s00586-005-0013-8.
11. **Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Захарин В.Р., Овсянкин А.В., Кузьмина Е.С., Лисянский И.Н., Макаров С.Н., Струнина Ю.В.** Сравнительная характеристика параметров сагиттального баланса у детей в норме и со спондилолизом // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2022. Т. 29. № 1. С. 25–33. [Kuleshov AA, Vetrile MS, Zakharin VR, Ovsyankin AV, Kuzminova ES, Lisyanskiy IN, Makarov SN, Strunina UV. Comparative characteristics of sagittal balance in normal children and with spondylolisthesis. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;29(1):25–33]. DOI: 10.17816/vto105177.
12. **Sevastikoglou JA, Spangfort E, Aaro S.** Operative treatment of spondylolisthesis in children and adolescents with tight hamstrings syndrome. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;(147):192–199.
13. **Kayser R, Mahfeld K, Heyde CE, Grasshoff H, Mellerowicz H.** Tight hamstring syndrome and extra- or intraspinal diseases in childhood: a multicenter study. *Eur Spine J*. 2006;15:403–408. DOI: 10.1007/s00586-005-0886-6.
14. **Marchetti PG, Bartolozzi P.** Spondylolisthesis: classification and etiopathogenesis. *Progress in spinal pathology: Spondylolisthesis II*. Bologna, Italy: Italian Scoliosis Research Group, 1986.
15. **Labelle H, Mac-Thiong JM, Roussouly P.** Spino-pelvic sagittal balance of spondylolisthesis: a review and classification. *Eur Spine J*. 2011;20(Suppl 5):641–664. DOI: 10.1007/s00586-011-1932-1.
16. **Прудникова О.Г., Аранович А.М.** Клинико-рентгенологические аспекты сагиттального баланса позвоночника у детей с ахондроплазией // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2018. Т. 6. Вып. 4. С. 6–12. [Prudnikova OG, Aranovich AM. Clinical and radiological aspects of the sagittal balance of the spine in children with achondroplasia. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and reconstructive Surgery*. 2018;6(4):6–12]. DOI: 10.17816/PTORS646-12.
17. **Бортулев П.И., Виссарионов С.В., Барсуков Д.Б., Поздников И.Ю., Басков В.Е., Баскаева Т.В., Познович М.С.** Оценка рентгенологических пока-

- зателей позвоночно-тазового комплекса у детей с подвывихом бедра при болезни Легга – Кальве – Пертеса // Травматология и ортопедия России. 2021. Т. 27. № 3. С. 19–28. [Bortulev PI, Vissarionov SV, Barsukov DB, Pozdnikun IY, Baskov VE, Baskaeva TV, Poznovich MS. Evaluation of radiological parameters of the spino-pelvic complex in children with hip subluxation in legg-calveperthes disease. Traumatology and Orthopedics of Russia. 2021;27(3):19–28]. DOI: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-19-28.
18. **Бортулев П.И., Виссарионов С.В., Басков В.Е., Овечкина А.В., Барсуков Д.Б., Поздникун И.Ю.** Клинико-рентгенологические показатели позвоночно-тазовых соотношений у детей с диспластическим подвывихом бедра // Травматология и ортопедия России. 2018. Т. 24. № 3. С. 74–82. [Bortulev PI, Vissarionov SV, Baskov VE, Ovechkina AV, Barsukov DB, Pozdnikun IY. Clinical and roentgenological criteria of spine-pelvis ratios in children with dysplastic femur subluxation. Traumatology and Orthopedics of Russia. 2018;24(3):74–82]. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-74-82.
19. **Hesarikia H, Rahimnia A, Emami Meybodi MK.** Differences between male and female sagittal spinopelvic parameters and alignment in asymptomatic pediatric and young adults. Minerva Ortop Traumatol. 2018;69:44–48. DOI: 10.23736/S0394-3410.18.03867-5.
20. **Legaye J, Duval-Beaupere G, Hecquet J, Marty C.** Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. Eur Spine J. 1998;7:99–103. DOI: 10.1007/s005860050038.

#### Адрес для переписки:

Захарин Виталий Романович  
127299, Россия, Москва, ул. Приорова, 10,  
НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова,  
zakhvit@gmail.com

#### Address correspondence to:

Zakharin Vitaly Romanovich  
National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics  
n.a. N.N. Priorov,  
10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia,  
zakhvit@gmail.com

Статья поступила в редакцию 03.10.2022

Рецензирование пройдено 19.02.2023

Подписано в печать 27.02.2023

Received 03.10.2022

Review completed 19.02.2023

Passed for printing 27.02.2023

Александр Алексеевич Кулешов, д-р мед. наук, заведующий отделением вертебологии, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0002-9526-8274, cito-spine@mail.ru;  
Марчел Степанович Ветрилз, канд. мед. наук, заместитель директора по науке, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0001-6689-5220, vetrilams@cito-priorov.ru;  
Виталий Романович Захарин, врач-травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0003-1553-2782, zakhvit@gmail.com;  
Игорь Николаевич Лисянский, канд. мед. наук, врач-травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0002-2479-4381, lisigornik@list.ru;  
Сергей Николаевич Макаров, канд. мед. наук, врач-травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0003-0406-1997, moscow.makarov@gmail.com;  
Юлия Владимировна Струнина, ведущий инженер, Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко, Россия, 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16, ORCID: 0000-0001-5010-6661, ustrunina@nsi.ru.

Alexandr Alekseevich Kuleshov, DMSc, Head of Vertebrology Department, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics n.a. N.N. Priorov, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0002-9526-8274, cito-spine@mail.ru;  
Marchel Stepanovich Vetrile, MD, PhD, Deputy Director for Science, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics n.a. N.N. Priorov, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0001-6689-5220, vetrilams@cito-priorov.ru;  
Vitaly Romanovich Zakharin, orthopedic traumatologist, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics n.a. N.N. Priorov, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0003-1553-2782, zakhvit@gmail.com;  
Igor Nikolayevich Lisiansky, MD, PhD, orthopedic traumatologist, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics n.a. N.N. Priorov, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0002-2479-4381, lisigornik@list.ru;  
Sergey Nikolayevich Makarov, MD, PhD, orthopedic traumatologist, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics n.a. N.N. Priorov, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0003-0406-1997, moscow.makarov@gmail.com;  
Yulia Vladimirovna Strunina, leading engineer, N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, 16, 4th Tverskaya-Yamskaya str., Moscow, 125047, Russia, ORCID: 0000-0001-5010-6661, ustrunina@nsi.ru.