



Научная статья
УДК 616.718.41-002.27-073.75
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-2021-27-3-19-28>

Оценка рентгенологических показателей позвоночно-тазового комплекса у детей с подвывихом бедра при болезни Легга – Кальве – Пертеса

П.И. Бортулёв¹, С.В. Виссарионов^{1,2}, Д.Б. Барсуков¹, И.Ю. Поздников¹,
В.Е. Басков¹, Т.В. Баскаева¹, М.С. Познович¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им.И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Актуальность. Естественное течение болезни Легга – Кальве – Пертеса (БЛКП) у детей с субтотальным или тотальным очагом поражения, которые соответствуют III–IV группе по классификации Catterall зачастую приводит к подвывиху бедра. Любые изменения в позвоночно-тазовом комплексе приводят к взаимной трансформации и отягощению имеющихся деформаций. В отечественной литературе отсутствуют данные об оценке состояния фронтальных и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с подвывихом бедра при БЛКП. **Цель работы** – провести оценку рентгенологических показателей фронтальных и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с подвывихом бедра при БЛКП. **Материал и методы.** Исследование основано на результатах рентгенометрии 20 пациентов (20 тазобедренных сустава) в среднем возрасте $8,9 \pm 0,6$ лет с БЛКП. Проводили рентгенометрию основных фронтальных и сагиттальных позвоночно-тазовых индексов, определяли тип вертикальной осанки по P. Rousouilly, а также корреляционные связи между изучаемыми параметрами. **Результаты.** У всех пациентов имелся перекос таза во фронтальной плоскости. Значения PI имели незначительные изменения в сравнении с аналогичными значениями в асимптоматической детской популяции, значения SS и SSA превышали их, а значения PT были значительно ниже, что свидетельствует о наличии чрезмерной антеверсии таза. Значения GLL существенно превышали среднестатистические показатели. Показатель глобального сагиттального баланса (SVA) имел отрицательные значения. Проведенный корреляционный анализ показал наличие сильной положительной связи между PI и SS, SS и GLL, SSA и SS, умеренно выраженной положительной связи между PI и PT и умеренно выраженной отрицательной связью между PO и SS, PO и GLL. **Заключение.** У детей с БЛКП в стадии фрагментации с субтотальным или тотальным поражением эпифиза (III–IV группа по Catterall) и подвывихом бедра характерна избыточная антеверсия таза, что выражается в увеличении угла наклона крестца (SS) в сочетании с гиперлордозом поясничного отдела позвоночника и отрицательным дисбалансом, а также перекосом таза в сторону пораженной конечности. Совокупность данных изменений соответствует IV типу вертикальной осанки по P. Rousouilly, что может способствовать развитию дегенеративно-дистрофических процессов в поясничном отделе позвоночника.

Ключевые слова: болезнь Легга – Кальве – Пертеса, стадия фрагментации, подвывих бедра, фронтальные и сагиттальные позвоночно-тазовые соотношения.

Источник финансирования: работа проведена в рамках выполнения Государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации (НИР № 121031700122-6).

Бортулёв П.И., Виссарионов С.В., Барсуков Д.Б., Поздников И.Ю., Басков В.Е., Баскаева Т.В., Познович М.С. Оценка рентгенологических показателей позвоночно-тазового комплекса у детей с подвывихом бедра при болезни Легга – Кальве – Пертеса. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(3):19-28. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2021-27-3-19-28>.

Cite as: Bortulev P.I., Vissarionov S.V., Barsukov D.B., Pozdnikin I.Y., Baskov V.E., Baskaeva T.V., Poznovich M.S. [Evaluation of Radiological Parameters of the Spino-Pelvic Complex in Children with Hip Subluxation in Legg-Calve-Perthes Disease]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(3):19-28. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2021-27-3-19-28>.

Бортулёв Павел Игоревич / Pavel I. Bortulev; e-mail: pavel.bortulev@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 15.07.2021. Принята в печать/Accepted for publication: 25.08.2021.

© Бортулёв П.И., Виссарионов С.В., Барсуков Д.Б., Поздников И.Ю., Басков В.Е., Баскаева Т.В., Познович М.С., 2021

Evaluation of Radiological Parameters of the Spino-Pelvic Complex in Children with Hip Subluxation in Legg-Calve-Perthes Disease

Pavel I. Bortulev¹, Sergei V. Vissarionov^{1,2}, Dmitry B. Barsukov¹,
Ivan Y. Pozdnykin¹, Vladimir E. Baskov¹, Tamila V. Baskaeva¹,
Makhmud S. Poznovich¹

¹ H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg, Russia

² Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia

Abstract

Background. The natural course of Legg-Calve-Perthes disease (LCPD) in children with subtotal or total lesion, which correspond to group III-IV according to the Catterall classification, it often leads to hip subluxation. Any changes in the vertebral-pelvic complex lead to mutual transformation and aggravation of existing deformities. In the Russian literature, there are no data on the assessment of the state of the frontal and sagittal spino-pelvic ratios in children with hip subluxation in LCPD. **Purpose** — to evaluate the radiological parameters of the frontal and sagittal spino-pelvic relations in children with hip subluxation in LCPD. **Materials and Methods.** The study is based on the results of radiometry of 20 patients (20 hip joints) at an average age of 8.9±0.6 years with LCPD. Radiometry of the main frontal and sagittal spino-pelvic indices was performed and the type of vertical posture was determined according to P. Rousouly, as well as correlations between the studied parameters. **Results.** All patients had a pelvic distortion in the frontal plane. The values of PI had insignificant changes in comparison with similar values in the asymptomatic child population, the values of SS and SSA exceeded them, and the values of PT were significantly lower, which indicates the presence of excessive pelvic anteversion. The GLL values significantly exceeded the average statistical indicators. The global sagittal balance indicator (SVA) had negative values. The correlation analysis showed the presence of a strong positive relationship between PI and SS, SS and GLL, SSA and SS, a moderately pronounced positive relationship between PI and PT and a moderately pronounced negative relationship between PO and SS, PO and GLL. **Conclusion.** In children with LCPD in the fragmentation stage with subtotal or total epiphysis lesion (Catterall group III-IV) and hip subluxation, excessive pelvic anteversion is characteristic, which is expressed in an increase in the angle of inclination of the sacrum (SS) in combination with hyperlordosis of the lumbar spine and negative imbalance, as well as a pelvic distortion towards the affected limb. The totality of these changes corresponds to the IV type of vertical posture according to R. Rousouly, which can contribute to the development of degenerative-dystrophic processes in the lumbar spine.

Keywords: Legg-Calve-Perthes disease, fragmentation stage, hip subluxation, frontal and sagittal spino-pelvic relations.

Funding: state budgetary funding.

Введение

По данным ряда авторов, болезнь Легга–Кальве–Пертеса (БЛКП) встречается с частотой от 0,4 до 29 на 100 000 детей с наибольшим количеством случаев в возрасте от 4 до 8 лет [1, 2, 3]. Основная причина развития этого заболевания — нарушение артериальной перфузии проксимального эпифиза бедренной кости с его последующим инфарктом и формированием очага некроза с различным объемом поражения головки бедра [4, 5]. Естественное течение БЛКП у детей с субтотальным или тотальным очагом поражения, что соответствует III–IV группе по классификации Catterall, приводит не только к деформации проксимального эпифиза бедренной кости, но и к нарушению соотношений в тазобедренном суставе в виде подвывиха бедра [6].

Исследования последнего десятилетия лет показали, что именно позвоночно-тазовый комплекс, который является единой кинетической системой, поддерживает концепцию «конуса экономии» [7, 8, 9, 10]. Вместе с тем прогрессирующие анатомо-биомеханические изменения при различных патологических процессах либо со стороны тазобедренных суставов, либо со стороны позвоночно-двигательных сегментов пояснично-крестцового отдела приводят к изменениям в системе «тазобедренные суставы – таз – пояснично-крестцовый отдел позвоночника», вызывая взаимную трансформацию и отягощение имеющихся деформаций и прогрессирования дегенеративно-дистрофических заболеваний. Эти явления происходят за счет изменения версии таза в сагиттальной плоскости и в достаточной мере описаны у пациентов с различной

патологией позвоночника, дисплазией тазобедренных суставов, “hip-spine” синдромом, коксартрозом [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

Одновременно с этим необходимо подчеркнуть, что анализ состояния позвоночно-тазовых соотношений дает понимание их пространственных взаимоотношений и доскональную оценку параметров с точки зрения диагностики патологических изменений, сформировавшихся в системе «позвоночник – тазобедренные суставы». Все это может дать основу для разработки новых подходов к хирургической коррекции деформаций у детей с болезнью Легга – Кальве – Пертеса. В настоящее время в отечественной литературе отсутствуют данные об оценке состояния фронтальных и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с подвывихом бедра при БЛКП.

Цель исследования — провести оценку рентгенологических показателей фронтальных и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с подвывихом бедра при болезни Легга – Кальве – Пертеса.

Материал и методы

Дизайн исследования: моноцентровое открытое когортное проспективное исследование.

Критерии включения пациентов в исследование:

- отсутствие ранее проводимых операций на тазобедренном суставе;
- возраст детей от 8 до 10 лет;
- наличие одностороннего экстрозионного подвывиха бедра с поражением эпифиза, соответствующим группам Catterall III–IV;
- стадия патологического процесса — фрагментация;
- отсутствие врожденной и приобретенной патологии позвоночного столба, неврологических нарушений со стороны нижних конечностей, а также системных и генетических заболеваний;
- добровольное информированное согласие законных представителей пациентов на участие в данном исследовании.

Критерии исключения:

- возраст менее 8 и более 10 лет;
- очаг некроза в эпифизе бедренной кости, соответствующий группам Catterall I–II;
- стадия патологических изменений — остеонекроз;
- импрессионный перелом или восстановление;
- двустороннее поражение тазобедренных суставов;
- наличие синовита тазобедренного сустава;
- наличие сгибательно-приводящей контрактуры в тазобедренном суставе;
- наличие врожденных пороков развития позвоночника, в том числе нейтральных или альтер-

нирующих, верифицированных неврологических, системных и генетических заболеваний.

Пациенты

В исследование вошли 20 пациентов (20 тазобедренных суставов) в возрасте от 8 до 10 лет ($8,9 \pm 0,6$) с БЛКП в стадии фрагментации с субтотальным или тотальным поражением эпифиза бедренной кости (III–IV группа по Catterall) и подвывихом бедра. Из них лиц мужского пола было 13 (65%), женского — 7 (35%). Пациенты были госпитализированы для проведения комплексного обследования и хирургического лечения.

Методика исследования

Клиническое исследование не имело особенностей или отличий от классической методики, проводимой пациентам с ортопедической патологией тазобедренных суставов. Всем пациентам выполняли рентгенографию тазобедренных суставов в переднезадней проекции и в положении лежа по Lauenstein, панорамную рентгенограмму нижних конечностей, а также боковую панорамную рентгенограмму позвоночника с захватом головок бедренных костей в положении пациента стоя. По результатам рентгенограмм, выполненных в положении лежа, проводили оценку следующих показателей: угла вертикального наклона вертлужной впадины (угол Sharp), угла Wiberg, шеечно-диафизарный угла, угла антеторсии проксимального отдела бедренной кости, степени костного покрытия (СКП). На основании рентгенологического обследования, которое выполняли в положении стоя, проводили оценку показателей величины перекоса таза (pelvic obliquity — PO), величины грудного кифоза и поясничного лордоза (по Cobb), тазового угла (pelvic incidence — PI), угла наклона крестца (sacral slope — SS), угла отклонения таза (pelvic tilt — PT), а также сагиттальной вертикальной оси (sagittal vertical axis — SVA) и позвоночно-крестцового угла (spino-sacral angle — SSA).

Статистический анализ

Оценку полученных данных осуществляли при помощи программы Surgimap v. 2.3.2.1. Статистический анализ проводился с использованием программ Excel 2010 и SPSS Statistic v.26, (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA). С помощью описательной статистики рассчитывали средние арифметические величины (M), стандартные отклонения (SD), медиану (Me) с 25 и 75 перцентилями (Q1–Q3). Проводился корреляционный анализ (критерий Pearson), при этом силу связи расценивали по следующим показателям: $0,01 \leq \rho \leq 0,29$ — слабая связь; $0,30 \leq \rho \leq 0,69$ — умеренная связь; $0,70 \leq \rho \leq 1,00$ — сильная связь. Значение коэффи-

циента описывало наличие положительной или отрицательной связи. Для оценки степени и варианта влияния одного признака на другой выполняли регрессионный анализ в виде парной линейной и квадратичной регрессионной модели. Оценка доли выборки проводилась с помощью коэффициента множественной детерминации (R^2).

Результаты

При госпитализации в клинику все пациенты предъявляли жалобы на нарушение функции пораженной нижней конечности в виде ограничения движений в тазобедренном суставе. Оценку походки пациентов не проводили в связи со строгим ортопедическим режимом, а именно передвижением при помощи костылей без осевой нагрузки на пораженную нижнюю конечность. При визуальном осмотре у всех пациентов отмечали перекос таза в сторону патологически измененного тазобедренного сустава. Нарушения фронтального баланса позвоночника не было диагностировано,

а тест Адамса был отрицательный у всех пациентов. При клинической оценке физиологических изгибов позвоночника выявлено, что у 12 пациентов (60%) имело место усиление поясничного лордоза. Относительное укорочение нижней конечности составило $10,6 \pm 4,3$ мм.

Нарушения функции нижней конечности на стороне поражения характеризовались типичными для данного заболевания ограничениями амплитуды отведения и внутренней ротации в тазобедренном суставе, средние значения которых составили $15,3 \pm 3^\circ$ и $16 \pm 3,8^\circ$ соответственно. Функционально значимых изменений в показателях амплитуды сгибания, приведения, разгибания и наружной ротации не было обнаружено. Тест Thomas, характеризующий наличие скрытой сгибательной контрактуры в тазобедренном суставе, у всех пациентов был отрицательный.

Результаты лучевых методов исследования по выше обозначенным показателям представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели пространственной ориентации вертлужной впадины, проксимального отдела бедренной кости, стабильности тазобедренного сустава, фронтальных и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с БЛКП в сравнении с нормативными показателями (Камоско М.М. 2010 [18], Hesarikia H. et al., 2018 [19])

Показатель	Пациенты основной группы ($M \pm SD$) Me (Q1–Q3)	Нормативные показатели у здоровых детей
Угол Sharp, град.	$49,9 \pm 2,4$ 49,1 (48–52,8)	35–45
Угол Wiberg, град.	$9,9 \pm 4,1$ 11 (5,5–13)	25–40
ШДУ, град.	$141,5 \pm 5,3$ 141,5 (138,3–145)	125–145
УА, град.	$15,3 \pm 2$ 15 (13,3–16)	10–30
СКП, %	$58,3 \pm 7$ 57,5 (51,3–64,5)	85–100
РО, град.	$5,3 \pm 2,4$ 5,6 (3–6,5)	–
PI, град.	$41,4 \pm 5,2$ 42 (36,6–45,7)	$45,4 \pm 10,7$
PT, град.	$-1,8 \pm 3,6$ -2 (-5,3–1,3)	$10,3 \pm 6,5$
SS, град.	$43,3 \pm 4,2$ 43,8 (39,9–47,1)	$35,4 \pm 8,1$
TK, град.	$36,1 \pm 6,9$ 35,4 (32,3–38,3)	$37,1 \pm 9,9$
GLL, град.	$59,7 \pm 9,5$ 62,6 (52,7–67,7)	$39,6 \pm 12,4$
SVA, мм	$-18,8 \pm 18$ -17,9 (-37,5–(-7,4))	$0,1 \pm 2,3$
SSA, град.	$140,5 \pm 4,6$ 140,4 (138–145,4)	$130,4 \pm 8,1$

Из данных таблицы установлено, что у пациентов с БЛП имело место умеренно выраженное превышение верхней границы нормальных значений угла наклона вертлужной впадины в вертикальной плоскости, что может быть обусловлено экструзионным подвывихом бедра, о чем свидетельствуют патологические значения угла Wiberg и СКП с наличием участка локальной гиперпрессии суставных поверхностей в верхне-латеральном отделе и формированием вторичной деформации вертлужной впадины. Значения ШДУ и УА находились в пределах значений физиологической нормы. У всех пациентов имелся перекося таза во фронтальной плоскости, который был связан с укорочением бедренной кости из-за коллапса головки и нарушения функции фиброзной пластинки. Изучение основных индексов сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений показало, что значения анатомического показателя PI отличались от аналогичных значений в асимптоматической детской популяции согласно данным литературы [19]. Одновременно с этим значения позиционного показателя SS превышали их, а значения позиционного PT были ощутимо ниже. Подобные изменения свидетельствуют о наличии чрезмерной антеверсии таза. Значения величины глобального поясничного лордоза существенно превышали среднестатистические показатели, а грудного кифоза — не имели от них отличий. Показатель глобального сагиттального баланса (SVA) имел отрицательные значения в подавляющем большинстве случаев, что свидетельствует о наличии негативного дисбаланса у данной категории пациентов.

Кроме того, средние значения позвоночно-крестцового угла (SSA) превышали нормативные, что свидетельствует об отклонении туловища в целом кзади по отношению к тазу и о его избыточной ротации кпереди. Проведенный корреляционный анализ, представленный на рисунке 1, показал наличие сильной положительной связи (красная сплошная линия) между анатомическим параметром (PI) и позиционным (SS), между SS и глобальным поясничным лордозом (GLL), а также между SS и SSA, умеренно выраженной положительной (желтая пунктирная линия) между анатомическим параметром (PI) и позиционным (PT) и глобальным поясничным лордозом (GLL). Кроме того, нами обнаружена умеренно выраженная отрицательная связь (черная пунктирная линия) между величиной перекося таза во фронтальной плоскости (PO) и позиционным тазовым параметром SS, а также глобальным поясничным лордозом (GLL).

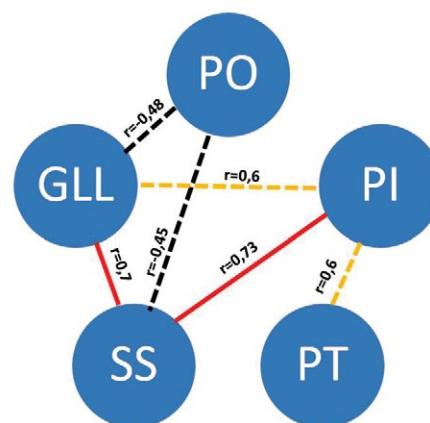


Рис. 1. Корреляционные связи между основными показателями фронтальных и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений (пояснения в тексте)

Fig. 1. Correlations between the main indicators of frontal and sagittal vertebral-pelvic relations (explanation in the text)

На рисунке 2 представлены результаты проведенного регрессионного анализа, отражающего взаимосвязь между фронтальными и сагиттальными позвоночно-тазовыми соотношениями.

Коэффициент детерминации (R^2) по взаимосвязи основных сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений (рис. 2 а, б, с) не превышал 0,55 и не имел значимых отличий между линейной и квадратичной моделями, что приближало изучаемые признаки к линейной регрессии, а аппроксимация считается удовлетворительной, поскольку только 55% выборки может иметь обоснование формулой регрессии. Одновременно с этим коэффициент детерминации (R^2) между углом наклона крестца (SS) и позвоночно-тазовым углом (SSA) составил 0,82 и также не имел значимых отличий между моделями, а аппроксимация считается хорошей, поскольку более 80% выборки может быть обосновано формулой регрессии. Коэффициент детерминации (R^2) по взаимосвязи величины перекося таза и угла наклона крестца (SS) с глобальным поясничным лордозом составил 0,22 (рис. 2 d, e), причем также не имелось достоверной разницы между линейной и квадратичной регрессионной моделью с превашированием линейной. Таким образом, на основании проведенного регрессионного анализа можно сделать заключение, что у пациентов с БЛП отмечается уменьшение угла отклонения таза (PT) с увеличением величины перекося последнего (PO), а также увеличение наклона крестца (SS), что в результате способствует увеличению пояснично-го лордоза (GLL).

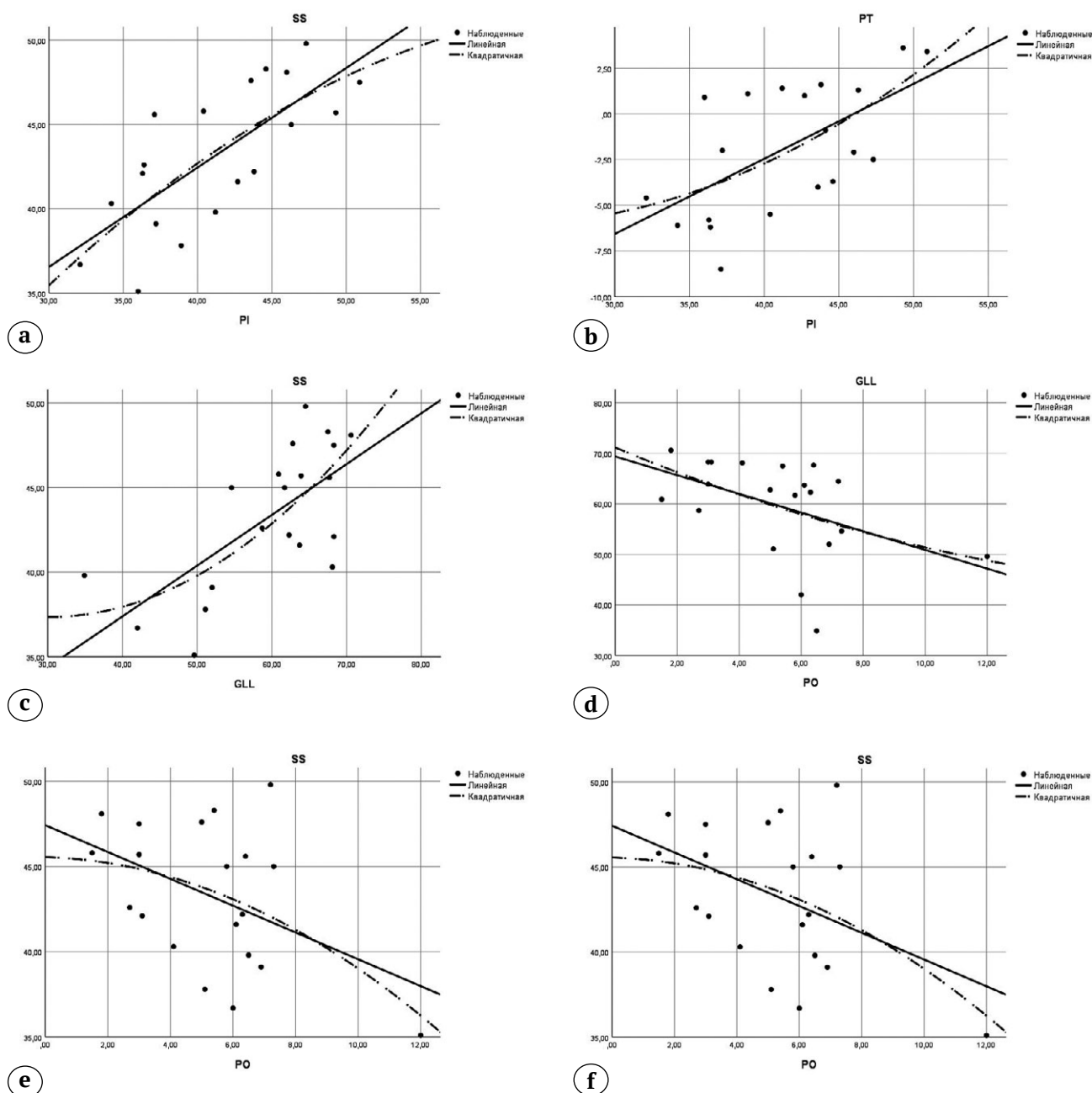


Рис. 2. Результаты регрессионного анализа, отражающие взаимоотношения между фронтальными и сагиттальными позвоночно-тазовыми соотношениями: а — между PI и SS; б — между PI и PT; с — между GLL и SS; д — между SSA и SS; е — между PO и GLL; ф — между PO и SS

Fig. 2. Results of regression analysis reflecting the relationship between the frontal and sagittal vertebral-pelvic ratios: а — between PI and SS; б — between PI and PT; с — between GLL and SS; д — between SSA and SS; е — between PO and GLL; ф — between PO and SS

Обсуждение

На сегодняшний день общеизвестно, что различные заболевания тазобедренных суставов способны влиять на состояние пояснично-крестцового отдела позвоночника за счет изменений во фронтальных и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношениях [12, 20, 21, 22]. Кроме того, ряд авторов утверждает, что изменения со сторо-

ны тазовых индексов с течением времени ведут к трансформации сагиттального профиля поясничного отдела позвоночника. Это приводит к изменению биомеханических соотношений в позвоночно-двигательных сегментах и, соответственно, к увеличению нагрузки либо на переднюю, либо на заднюю колонну позвоночного столба, что способствует формированию и прогрессированию

дегенеративно-дистрофических процессов уже в молодом возрасте [11, 23].

Публикации, посвященные оценке состояния позвоночно-тазовых соотношений у детей с различной ортопедической патологией, в настоящее время носят единичный характер [12, 22, 24, 25]. Кроме того, проведенный информационный поиск показал наличие единственной статьи, в которой рассматривается состояние сагиттального баланса у 78 детей после перенесенной болезни Легга–Кальве–Пертеса [26]. Авторы делают заключение, что для данной категории пациентов характерен глобальный негативный дисбаланс, который связан с уплощением поясничного лордоза. Одновременно с этим у 25% детей из этой группы имели место различные аномалии развития позвоночника, которые, на наш взгляд, искажают полученные результаты. В ходе проведенного исследования авторы не проводили оценку состояния нарушений соотношений между тазовым и бедренным компонентами сустава.

Настоящее исследование проведено у детей в стадии текущего процесса с верифицированным нарушением соотношений в тазобедренном суставе в виде подвывиха бедра. Отсутствие аналогичных отечественных и зарубежных исследований значительно затрудняет проведение адекватного сравнительного анализа полученных данных. Исходя из полученных результатов можно сказать, что для данной категории пациентов характерна избыточная ротация таза кпереди, которая приводит к избыточному лордозированию пояснично-крестцового отдела позвоночника и негативному дисбалансу, что также наблюдается у лиц с дисплазией тазобедренных суставов I степени по Crowe [12, 21]. Однако для последних характерно нарушение сильной положительной корреляционной связи между анатомическим показателем PI и позиционным показателем SS, что свидетельствует о нарушении в кинетической системе «тазобедренные суставы – таз – пояснично-крестцовый отдел позвоночника» и может быть связано с наличием краниального смещения головки бедренной кости, что не наблюдается у детей с подвывихом бедра при БЛКП. Вместе с тем можно сделать предположение, что вне зависимости от этиологии подвывиха бедра приводит к изменению пространственного положения таза в виде его избыточной антеверсии, что формирует гиперлордотический тип вертикальной осанки по P. Rousouly [27]. Сформированное патологическое анатомо-биомеханическое взаимоотношение может способствовать развитию таких дегенеративно-дистрофических процессов в задней колонне поясничного отдела позвоночника, как «целующиеся» остистые отростки, дископатия переходного отдела и даже спондилолистез [28, 29].

Ограничение исследования

Настоящее исследование имеет ряд ограничений, в частности достаточно малую когорту пациентов, что обусловлено невысокой частотой встречаемости подвывиха бедра в стадии фрагментации, а также отсутствие тематических публикаций. Необходимо продолжить изучение как исходного состояния позвоночно-тазового комплекса у данной категории пациентов, так и после проведения стабилизирующих реконструктивно-пластических операций при подвывихе бедра у пациентов с БЛКП.

Заключение

У детей с болезнью Легга–Кальве–Пертеса в стадии фрагментации с субтотальным или тотальным поражением эпифиза (группа III–IV по Catterall) и подвывихом бедра характерна избыточная антеверсия таза, что выражается в увеличении показателей угла наклона крестца (SS) и уменьшении угла отклонения таза (PT) в сочетании с гиперлордозом поясничного отдела позвоночника и отрицательным дисбалансом (резко отрицательные значения показателя SVA), а также перекосом таза в сторону пораженной конечности. Совокупность данных изменений у детей с данной патологией соответствует IV (гиперлордотическому) типу вертикальной осанки по P. Rousouly, что может способствовать развитию дегенеративно-дистрофических процессов в поясничном отделе позвоночника. При планировании и проведении стабилизирующих реконструктивно-пластических операций на тазобедренном суставе по поводу подвывиха бедра у пациентов с БЛКП необходимо учитывать имеющиеся патологические нарушения позвоночно-тазового комплекса с целью восстановления их правильных соотношений и профилактики развития дегенеративно-дистрофических процессов в пояснично-крестцовом отделе позвоночника.

Этическая экспертиза

Проведение исследования обсуждено и одобрено этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ ДТО им. Г.И. Турнера» Минздрава России (Выписка из протокола № 21-3 от 01.07.2021 г.).

Информированное согласие

Законные представители пациентов дали согласие на участие в исследовании и публикацию его результатов.

Литература [References]

- Loder R.T., Skopelja E.N. The epidemiology and demographics of Legg-Calvé-Perthes disease. *ISRN Orthop.* 2011;2011:504393. doi: 10.5402/2011/504393.

2. Perry D.C., Hall A.J. The epidemiology and etiology of Perthes disease. *Orthop Clin North Am.* 2011;42(3):279-283, v. doi: 10.1016/j.ocl.2011.03.002.
3. Leroux J., Abu Amara S., Lechevallier J. Legg-Calvé-Perthes disease. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2018;104(1S):S107-S112. doi: 10.1016/j.otsr.2017.04.012.
4. Guerado E., Caso E. The physiopathology of avascular necrosis of the femoral head: an update. *Injury.* 2016;47 Suppl 6:S16-S26. doi: 10.1016/S0020-1383(16)30835-X.
5. Douglas G., Rang M. The role of trauma in the pathogenesis of the osteochondroses. *Clin Orthop Relat Res.* 1981;(158):28-32.
6. Catterall A. The natural history of Perthes' disease. *J Bone Joint Surg Br.* 1971;53(1):37-53.
7. Vaz G., Roussouly P., Berthonnaud E., Dimnet J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *Eur Spine J.* 2002;11(1):80-87. doi: 10.1007/s005860000224.
8. Shefi S., Soudack M., Konen E., Been E. Development of the lumbar lordotic curvature in children from age 2 to 20 years. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38(10):E602-608. doi: 10.1097/BRS.0b013e31828b666b.
9. Hasegawa K., Okamoto M., Hatsushikano S., Shimoda H., Ono M., Watanabe K. Normative values of spino-pelvic sagittal alignment, balance, age, and health-related quality of life in a cohort of healthy adult subjects. *Eur Spine J.* 2016;25(11):3675-3686. doi: 10.1007/s00586-016-4702-2.
10. Mac-Thiong J.M., Roussouly P., Berthonnaud E., Guigui P. Age- and sex-related variations in sagittal sacropelvic morphology and balance in asymptomatic adults. *Eur Spine J.* 2011;20 Suppl 5(Suppl 5):572-577. doi: 10.1007/s00586-011-1923-2.
11. Roussouly P., Pinheiro-Franco J.L. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology. *Eur Spine J.* 2011;20 Suppl 5(Suppl 5):609-618. doi: 10.1007/s00586-011-1928-x.
12. Бортулёв П.И., Виссарионов С.В., Басков В.Е., Овечкина А.В., Барсуков Д.Б., Поздникин И.Ю. Клинико-рентгенологические показатели позвоночно-тазовых соотношений у детей с диспластическим подвывихом бедра. *Травматология и ортопедия России.* 2018;24(3):74-82. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-74-82
Bortulev P.I., Vissarionov S.V., Baskov V.E., Ovechkina A.V., Barsukov D.B., Pozdnikin I.Yu. [Clinical and roentgenological criteria of spino-pelvis ratios in children with dysplastic femur subluxation]. *Traumatalogiya i Ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(3):74-82. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-74-82
13. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Картавенко К.А., Ефремов А.М. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничного и пояснично-крестцового отделов позвоночника. *Хирургия позвоночника.* 2012;(3):33-37.
Vissarionov S.V., Kokushin D.N., Kartavenko K.A., Efremov A.M. [Surgical Treatment of Children with Congenital Deformity of the Lumbar and Lumbosacral Spine]. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2012;(3):33-37 (In Russian).
14. Продан А.И., Радченко В.А., Хвисьук А.Н., Куценко В.А. Закономерности формирования вертикальной осанки и параметров сагиттального позвоночно – тазового баланса у пациентов с хронической люмбалгией и люмбоишалгией. *Хирургия позвоночника.* 2006;(4):61-69
Prodan A.I., Radchenko V.A., Khvisyuk A.N., Kutsenko V.A. [Mechanism of vertical posture formation and parameters of sagittal spinopelvic balance in patients with chronic low back pain and sciatica]. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2006;(4):61-69. (In Russian).
15. Murray K.J., Le Grande M.R. et. al Characterisation of the correlation between standing lordosis and degenerative joint disease in the lower lumbar spine in women and men: a radiographic study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):330. doi: 10.1186/s12891-017-1696-9.
16. Fukushima K., Miyagi M., Inoue G., Shirasawa E., Uchiyama K., Takahira N., Takaso M. Relationship between spinal sagittal alignment and acetabular coverage: a patient-matched control study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018;138(11):1495-1499. doi: 10.1007/s00402-018-2992-z.
17. Аверкиев В.А., Кудяшев А.Л., Артюх В.А., Надулич К.А., Теремшонок А.В., Нагорный Е.Б. Особенности сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений у пациентов с коксовертебральным синдромом. *Хирургия позвоночника.* 2012;(4):49-54.
Averkiev V.A., Kudyashev A.L., Artyukh V.A., Nadulich K.A., Teremshonok A.V., Nagornyi E.B. [Features of spino - pelvic realtions in patients with hip – spine syndrome]. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2012;(4):49-54. (In Russian).
18. Камоско М.М., Баиндурашвили А.Г. Диспластический коксартроз у детей и подростков (клиника, патогенез, хирургическое лечение). Санкт-Петербург: СпецЛит, 2010. С. 54-72.
Kamosko M.M., Baidurashvili A.G. [Dysplastic coxarthrosis in children and adolescents (clinical picture, pathogenesis, surgical treatment)]. Saint Petersburg: SpetsLit, 2010. p. 54-72.
19. Hesarikia H., Rahimnia A. Differences between male and female sagittal spinopelvic parameters and alignment in asymptomatic pediatric and young adults. *Minerva Ortopedica e traumatologica.* 2018;69(2):44-48. doi: 10.23736/S0394-3410.18.03867-5.
20. Продан А.И., Радченко В.А., Хвисьук А.Н., Куценко В.А. Закономерности формирования вертикальной осанки и параметров сагиттального позвоночно – тазового баланса у пациентов с хронической люмбалгией и люмбоишалгией. *Хирургия позвоночника.* 2006;(4):61-69
Prodan A.I., Radchenko V.A., Khvisyuk A.N., Kutsenko V.A. Mechanism of vertical posture formation and parameters of sagittal spinopelvic balance in patients with chronic low back pain and sciatica. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2006;(4):61-69. (In Russian).
21. Fukushima K., Miyagi M., Inoue G., Shirasawa E., Uchiyama K., Takahira N., Takaso M. Relationship between spinal sagittal alignment and acetabular coverage: a patient-matched control study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018;138(11):1495-1499. doi: 10.1007/s00402-018-2992-z.
22. Бортулёв П.И., Виссарионов С.В., Басков В.Е., Поздникин И.Ю., Барсуков Д.Б. Оценка состояния позвоночно-тазовых соотношений у детей с двусторонним высоким стоянием большого вертела. *Современные проблемы науки и образования.* 2020;(1):65. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29513>.
Bortulev P.I., Vissarionov S.V., Baskov V.E., Pozdnikin I.Yu., Barsukov D.B. [Evaluation of conditions of spino-pelvic ratios in children with

- bilateral high riding trochanter]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2020;(1):65. (In Russian). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29513>.
23. Le Huec J.C., Roussouly P. Sagittal spino-pelvic balance is a crucial analysis for normal and degenerative spine. *Eur Spine J*. 2011;20 Suppl 5(Suppl 5):556-557. doi: 10.1007/s00586-011-1943-y.
 24. Abelin K., Vialle R., Lenoir T., Thévenin-Lemoine C., Damsin J.P., Forin V. The sagittal balance of the spine in children and adolescents with osteogenesis imperfecta. *Eur Spine J*. 2008;17(12):1697-1704. doi: 10.1007/s00586-008-0793-8.
 25. Прудникова О.Г., Аранович А.М. Клинико-рентгенологические аспекты сагиттального баланса позвоночника у детей с ахондроплазией. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2018;6(4):6-12. doi: 10.17816/pToRS646-12.
Prudnikova O.G., Aranovich A.M. [Clinical and radiological aspects of the sagittal balance of the spine in children with achondroplasia]. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta* [Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery]. 2018;(6)4:6-12. (in Russian). doi: 10.17816/pToRS646-12.
 26. Kitoh H., Kitakoji T., Katoh M., Ishiguro N. Sagittal spinal alignment in patients with Legg-Calve-Perthes disease. *Pediatr Int*. 2007;49(5):612-617. doi: 10.1111/j.1442-200X.2007.02428.x.
 27. Roussouly P., Berthonnaud E., Dimnet J. [Geometrical and mechanical analysis of lumbar lordosis in an asymptomatic population: proposed classification]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2003;89(7):632-639. (In French).
 28. Jackson R.P., Phipps T., Hales C., Surber J. Pelvic lordosis and alignment in spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(2):151-160. doi: 10.1097/00007632-200301150-00011.
 29. Sorensen C.J., Norton B.J., Callaghan J.P., Hwang C.T., Van Dillen L.R. Is lumbar lordosis related to low back pain development during prolonged standing? *Man Ther*. 2015;20(4):553-557. doi: 10.1016/j.math.2015.01.001.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Бортулёв Павел Игоревич — канд. мед. наук, руководитель отделения патологии тазобедренного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

e-mail: pavel.bortulev@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4931-2817>

Виссарионов Сергей Валентинович — член-корреспондент РАН, д-р мед. наук, профессор, директор, руководитель отделения патологии позвоночника и нейрохирургии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России; профессор кафедры детской травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
vissarionovs@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4235-5048>

Барсуков Дмитрий Борисович — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения патологии тазобедренного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия.
dbbarsukov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9084-5634>

Поздникин Иван Юрьевич — канд. мед. наук, научный сотрудник отделения патологии тазобедренного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
pozdnikin@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7026-1586>

AUTHORS' INFORMATION:

Pavel I. Bortulev — Cand. Sci. (Med.), H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg, Russia
e-mail: pavel.bortulev@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4931-2817>

Sergei V. Vissarionov — Corresponding member of RAS, Dr. Sci. (Med.), Professor, H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery; Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia
vissarionovs@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4235-5048>

Dmitry B. Barsukov — Cand. Sci. (Med.), H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg, Russia
dbbarsukov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9084-5634>

Ivan Y. Pozdnikin — Cand. Sci. (Med.), H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg, Russia
pozdnikin@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7026-1586>

Басков Владимир Евгеньевич — канд. мед. наук, руководитель управления по взаимодействию с регионами, ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера” Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

dr.baskov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0647-412X>

Баскаева Тамила Владимировна — врач-травматолог - ортопед отделения патологии тазобедренного сустава, ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера” Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

tamila-baskaeva@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9865-2434>

Познович Махмуд Станиславович — научный сотрудник генетической лаборатории центра редких и наследственных заболеваний у детей, ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера” Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

poznovich@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2534-9252>

Vladimir E. Baskov – Cand. Sci. (Med.), H. Turner National Medical Research Center for Children’s Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg, Russia

dr.baskov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0647-412X>

Tamila V. Baskaeva — H. Turner National Medical Research Center for Children’s Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg, Russia

tamila-baskaeva@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9865-2434>

Makhmud S. Poznovich — H. Turner National Medical Research Center for Children’s Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg, Russia

poznovich@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2534-9252>

Заявленный вклад авторов

Бортулёв П.И. — разработка дизайна и методологии исследования, формулировка цели, написание всех разделов статьи, сбор и анализ данных, анализ литературы.

Виссарионов С.В. — этапное и заключительное редактирование текста.

Барсуков Д.Б. — сбор данных результатов обследования пациентов, этапное редактирование текста статьи.

Поздникин И.Ю. — сбор данных обследования пациентов, этапное редактирование текста.

Басков В.Е. — сбор данных результатов обследования пациентов.

Баскаева Т.В. — сбор данных результатов обследования пациентов.

Познович М.С. — сбор данных результатов обследования пациентов

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.