

ВЗАИМОСВЯЗЬ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР В СУСТАВАХ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ И САГИТТАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ПОЗВОНОЧНИКА У БОЛЬНЫХ ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ: ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ

© *В.В. Умнов, А.В. Звозиль, Д.В. Умнов, В.А. Новиков*

ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Статья поступила в редакцию: 11.10.2016

Статья принята к печати: 21.11.2016

Актуальность определяется значительной частотой развития кифоза у больных детским церебральным параличом, который вызывает боли в спине и усугубляет двигательные расстройства пациентов. Однако вопросам патогенеза данного состояния посвящено незначительное количество работ.

Цель исследования — выявить взаимосвязь между двигательными возможностями больных, степенью выраженности сгибательных контрактур коленных и тазобедренных суставов и изменениями сагиттального профиля позвоночника, а также влияния на последний хирургической коррекции сгибательной контрактуры коленного сустава.

Материал и методы. Обследованы 17 пациентов, больных детским церебральным параличом (ДЦП), в возрасте от 10 до 16 лет ($13,1 \pm 1,3$), среди которых были 11 мальчиков и 6 девочек. Все больные были с формой спастической диплегии различной степени тяжести. По шкале нарушения глобальных моторных функций GMFCS они соответствовали 2–4-му уровням.

У 17 пациентов выполнено исследование взаимосвязи рентгенологических показателей сагиттального профиля позвоночника с двигательными возможностями детей, а также степенью выраженности у них сгибательных контрактур тазобедренных, коленных суставов и степени недостаточности активного разгибания коленных суставов. Двенадцати больным выполнена операция, направленная на коррекцию сгибательной контрактуры коленного сустава — удлинение сгибателей голени с целью анализа влияния данной контрактуры на сагиттальный профиль позвоночника. Рассмотрены следующие рентгенологические показатели — угол кифоза (УК) грудного отдела, угол лордоза (УЛ) поясничного отдела и угол наклона крестца (SS). В исследование были включены пациенты, имевшие значение УК не менее 30° .

Результаты. Согласно данным рентгенологического исследования степень выраженности кифоза составила $50,7 \pm 2,1^\circ$, лордоза — $30,3 \pm 4,3^\circ$, SS — $30,5 \pm 3,3^\circ$. Выявлена значимая связь между кифозом и сгибательной контрактурой коленного сустава, а также между лордозом и недостаточностью активного разгибания коленного сустава. В то же время после устранения сгибательной контрактуры коленного сустава степень выраженности УК не изменилась, а УЛ и SS увеличилась приблизительно на 10° .

Заключение. Степень выраженности кифоза у больных ДЦП в основном зависит от выраженности сгибательной контрактуры коленного сустава. В то же время устранение этой контрактуры не способствует коррекции кифоза, однако увеличивает степень выраженности поясничного лордоза и наклона крестца.

Ключевые слова: детский церебральный паралич, кифоз, лордоз, удлинение сгибателей голени.

RELATIONSHIP BETWEEN FLEXION CONTRACTURES OF THE JOINTS OF THE LOWER EXTREMITIES AND THE SAGITTAL PROFILE OF THE SPINE IN PATIENTS WITH CEREBRAL PALSY: A PRELIMINARY REPORT

© *V.V. Umnov, A.V. Zvozil, D.V. Umnov, V.A. Novikov*

The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia

For citation: *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*, 2016;4(4):71-76

Received: 11.10.2016

Accepted: 21.11.2016

Background. The considerable incidence of kyphosis in patients with cerebral palsy (CP) causes back pain and aggravates movement disorders. However, few studies have investigated the pathogenesis of this condition.

Aim. To identify the relationship between patient motor abilities, the severity of flexion contractures of the knee and hip joints and spinal sagittal profile changes, and the impact on the latter by surgical correction of flexion contracture of the knee joint.

Material and methods. The study cohort included 17 pediatric CP patients (11 boys and 6 girls) with a mean age of 13.1 ± 1.3 (range, 10–16) years and level 2–4 spastic diplegia according to the Gross Motor Function Classification System. The relationship between radiological indicators of the spine sagittal profile and motor abilities of children, as well as the severity of flexion contractures at the hip and knee, and the degree of insufficiency of the active extension of the knee were investigated. Of these 17 patients, 12 underwent surgery to correct flexion contracture of the knee, which involved lengthening of leg flexors, to analyze the impact of contracture on the sagittal profile of the spine. The following radiological indicators were assessed: angle of thoracic kyphosis (CC), lordosis angle (UL) of the lumbar spine, and sacral inclination angle (SS). The study included patients with a CC of at least 30° .

Results. Results of an X-ray study showed that the severity of kyphosis was $50.7^\circ \pm 2.1^\circ$, lordosis was $30.3^\circ \pm 4.3^\circ$, and SS was $30.5^\circ \pm 3.3^\circ$. There was a significant association between kyphosis and flexion contracture of the knee joint, as well as between lordosis and insufficient active extension of the knee joint. After elimination of the flexion contracture of the knee, the degree of severity of the CC (thoracic kyphosis) was unchanged, while UL (lordosis angle) and SS (sacral inclination angle) increased by approximately 10° .

Conclusion. The severity of kyphosis in patients with CP is mainly dependent on the degree of flexion contracture of the knee joint. Although elimination of contractures does not lead to kyphosis correction, it increases the degree of lumbar lordosis and tilting of the sacrum.

Keywords: cerebral palsy, kyphosis, lordosis, lengthening of leg flexors.

Формированию сагиттального профиля позвоночника и влиянию на него сгибательных контрактур (СК) коленных (КС) и тазобедренных (ТС) суставов у больных детским церебральным параличом (ДЦП) посвящено незначительное количество исследований. КС и ТС являются наиболее крупными суставами человека. Большинство мышц, обеспечивающих движения в них, являются двусуставными, что предопределяет их непосредственное участие в формировании положения таза, а также опосредованно сагиттального профиля позвоночника [1]. Взаимодействие этих мышц координируется сложными нейрофизиологическими процессами, направленными в результате на поддержание баланса туловища при стоянии и ходьбе. Некоторые авторы отмечают, что сгибательная контрактура ТС (тоническая или вторичная) вызывает наклон таза кпереди, провоцируя компенсаторное увеличение степени выраженности лордоза поясничного отдела. При этом растягиваются мышцы — сгибатели КС, что увеличивает силу их действия и способствует формированию сгибательной контрактуры КС. Последняя усугубляет сгибательное положение ТС и наклон таза. Такой сагиттальный дисбаланс развивается, как правило, уже в раннем возрасте в рамках формирования патологических рефлекторных установок. Исследователями обнаружена взаимосвязь между степенью выраженности сгибательной контрактуры КС и сглаженностью поясничного лордоза (соответственно усилением кифоза), что подтверждает их патогенетическую взаимозависимость [2]. Некоторыми авторами выявлена также взаимосвязь между изменением

сагиттального профиля позвоночника и наклоном таза при формировании кифоза [3].

В комплексном исследовании, проведенном с помощью трехмерного анализа походки, было выявлено, что у пациентов со сгибательной контрактурой коленных суставов отмечается наклон таза кпереди как в положении стоя, так и при ходьбе [4]. При ходьбе с согнутыми коленными суставами отмечается снижение силы мышц разгибателей как коленного, так и тазобедренного сустава ввиду сближения точек их прикрепления, соответственно, снижена возможность их активного разгибания в опорную фазу (менее 50 % от нормальной мощности при тяжелой степени контрактур). Однако следует учитывать, что чаще это связано не столько с истинным снижением силы мышцы, сколько с отсутствием условий, необходимых для ее функционирования, со стороны смежных сегментов конечности. В то же время в литературе не разграничиваются воздействия на положение позвоночника сгибательной контрактуры КС и патологической сгибательной установки его ввиду функциональной слабости четырехглавой мышцы бедра.

Таким образом, дисбаланс сагиттального профиля позвоночника у больных ДЦП представляется тесно связанным со сгибательными контрактурами КС и ТС, поэтому устранение этих контрактур может улучшить положение позвоночника. Наиболее часто с этой целью применяются варианты удлинения сухожилий мышц — сгибателей голени [5, 6]. Авторы отмечают уменьшение степени выраженности кифоза поясничного и грудного отделов, однако не приводят данные о степени этих

изменений. Для уменьшения инклинации таза после удлинения сгибателей голени предлагают также выполнить тенотомию прямой головки четырехглавой мышцы бедра, отмечая положительный результат данного вмешательства [7].

Цель исследования — выявить взаимосвязь между двигательными возможностями больных, степенью выраженности сгибательных контрактур КС и ТЗ и изменениями сагиттального профиля позвоночника, а также влияние на последний коррекции сгибательной контрактуры КС.

Материалы и методы

Под нашим наблюдением находились 17 пациентов ДЦП в возрасте от 10 до 16 лет ($13,1 \pm 1,3$ года), среди которых были 11 мальчиков и 6 девочек. Все больные были с формой спастической диплегии различной степени тяжести. По шкале нарушения глобальных моторных функций GMFCS 10 из них соответствовали 3-му уровню, 4 — 4-му уровню, 3 — 2-му уровню.

У всех пациентов отмечали наличие беспокоившего их нефиксированного кифоза, вызывавшего раннее ощущение усталости, боли в спине и трудность удержания головы и шеи в положении сидя и при ходьбе. Частично корригировать положение позвоночника они могли лишь на короткий промежуток времени ввиду слабости мышц спины.

У 17 пациентов выполнено исследование взаимосвязи рентгенологических показателей сагиттального профиля позвоночника с двигательными возможностями детей, а также степенью выраженности у них сгибательных контрактур тазобедренных, коленных суставов и степени недостаточности активного разгибания коленных суставов. Двенадцати больным выполнена операция, направленная на коррекцию сгибательной контрактуры КС — удлинение сгибателей голени. С целью анализа влияния данной контрактуры на сагиттальный профиль позвоночника определяли следующие клинические показатели:

- уровень двигательных возможностей по шкале глобальных моторных функций GMFCS;
- степень выраженности сгибательной контрактуры ТЗ по результатам теста Томаса;
- степень выраженности сгибательной контрактуры КС в положении лежа;
- степень недостаточности активного разгибания коленного сустава (НАРКС) в положении стоя с максимально выпрямленными конечностями (при полном разгибании — 180°).

Рентгенологическое исследование выполняли в положении больного стоя с максимально выпрямленными конечностями при привычной для

пациента позиции туловища. Анализировали следующие показатели:

- угол кифотической установки грудного отдела позвоночника (УК) определяли между осями межпозвонковых дисков в промежутках Th_2-Th_3 и $Th_{12}-L_1$;
- угол поясничного лордоза (УЛ) определяли между осями межпозвонковых дисков в промежутках $Th_{12}-L_1$ и L_5-S_1 ;
- угол наклона крестца (sacral slope — SS) определяли между горизонтальной линией площади опоры и линией, проходящей через верхний край S.

В норме данные величины значительно варьируют [8], что несколько затрудняло интерпретацию данных, полученных и для больных ДЦП. Однако в рамках данной работы полученные значения рентгенологических показателей мы сравнивали не с нормальными значениями, а с дооперационными. В исследование были включены пациенты, имевшие значение УК не менее 30° .

Коэффициент корреляции между показателями оценивали по шкале Cheldok, согласно которой зависимость между параметрами (коэффициент корреляции r) может быть слабой ($r = 0 \pm 0,299$), средней ($r = 0,3 \pm 0,699$) и сильной ($r = 0,7 \pm 1$).

Хирургическое лечение, выполненное 12 пациентам, заключалось в удлинении сухожилий полусухожильной и нежной мышц, а также частичном пересечении сухожильной части полуперепончатой и обеих головок двуглавой мышц. Конечность фиксировали высокой гипсовой повязкой сроком на 3 недели. Когда на операционном столе не удавалось исправить контрактуру полностью, в послеоперационном периоде с помощью коррекции в гипсовой повязке добивались полного выпрямления конечности. Контрольную рентгенограмму позвоночника выполняли через 1–5 месяцев после операции и курсов двигательной реабилитации, когда добивались устойчивой активной фиксации туловища и полного разгибания коленных суставов.

Все пациенты были обследованы после добровольного согласия на него их родителей.

Результаты исследования

Средняя оценка по системе GMFCS соответствовала 3-му уровню двигательных нарушений. Сгибательная контрактура тазобедренного сустава была равна $172,2 \pm 2,7^\circ$, коленного — $160,8 \pm 3,2^\circ$, величина недостаточности активного разгибания коленного сустава — $52,1 \pm 3,1^\circ$.

Согласно данным рентгенологического исследования степень выраженности кифоза составила $50,7 \pm 2,1^\circ$ (ранжирование $34-70^\circ$), лордоза —

$30,3 \pm 4,3^\circ$ (ранжирование $0-56^\circ$), $SS - 30,5 \pm 3,3^\circ$ (ранжирование $8-58^\circ$). Варианты сагиттального профиля позвоночника у больных ДЦП представлены на рис. 1.

Нами проведен корреляционный анализ между данными клинического и рентгенологического исследований. Его результаты представлены в табл. 1.

Согласно представленным в таблице данным средней силы связь имеется лишь между кифозом и сгибательной контрактурой КС, а также между лордозом и НАРКС, между остальными показателями связь либо отсутствует, либо слабо выражена.

Нами у 12 больных также проведен анализ изменений сагиттального профиля позвоночни-

ка после операции по сравнению с аналогичными показателями после нее. Данные представлены в табл. 2.

Согласно приведенным данным после удлинения сгибателей голени степень УЛ и SS увеличилась, в то время как степень выраженности УК практически не изменилась.

Проведенный корреляционный анализ между степенью выраженности кифоза и лордоза показал слабую связь между этими показателями как до, так и после операции ($r = 0,2$ и $-0,2$ соответственно).

Характер изменения сагиттального профиля позвоночника после удлинения сгибателей голени представлен на рис. 2.

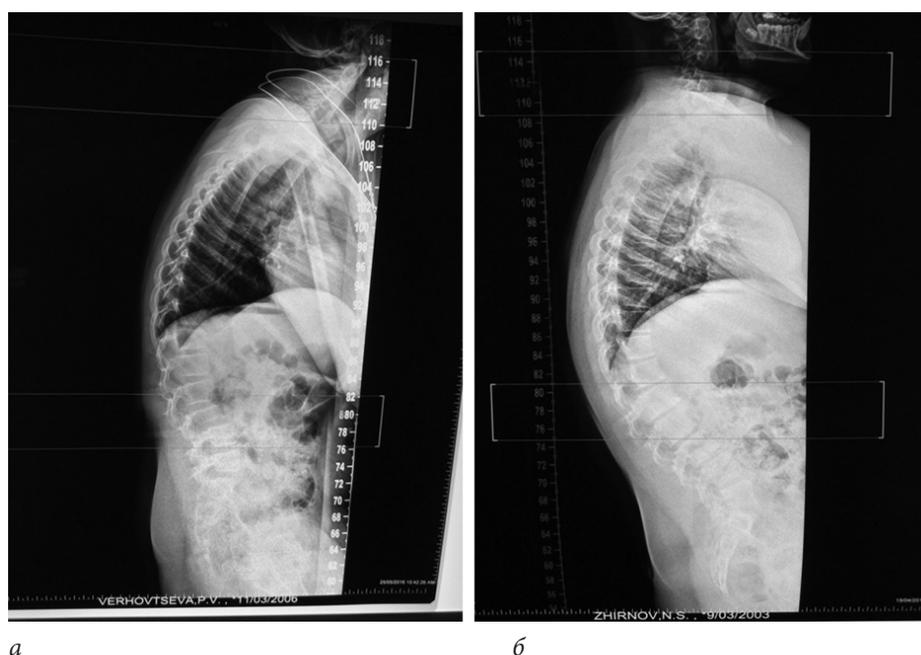


Рис. 1. Рентгенологические варианты сагиттального профиля позвоночника у больных детским церебральным параличом при наличии кифоза: а) Пациент В., 10 лет: кифоз — 50° ; лордоз — 10° ; $SS - 8^\circ$; б) Пациент Ж., 13 лет: кифоз — 70° ; лордоз — 38° ; $SS - 18^\circ$

Таблица 1

Корреляции между клиническими и рентгенологическими показателями (коэффициент корреляции r)

	GMFCS	Сгибательные контрактуры тазобедренного сустава	Сгибательные контрактуры коленного сустава	Недостаточность активного разгибания коленного сустава
Кифоз	-0,14	+0,05	-0,54	-0,17
Лордоз	-0,12	-0,22	-0,17	+0,35
SS	-0,06	-0,01	+0,14	+0,08

Таблица 2

Рентгенологические показатели сагиттального профиля позвоночника после операции по сравнению с дооперационными

	Кифоз, $^\circ$	Лордоз, $^\circ$	SS, $^\circ$
До операции	$50,7 \pm 2,1$	$30,3 \pm 4,3$	$30,5 \pm 3,3$
После операции	$49,2 \pm 3,4$	$40,2 \pm 4,3$	$40,8 \pm 3,6$

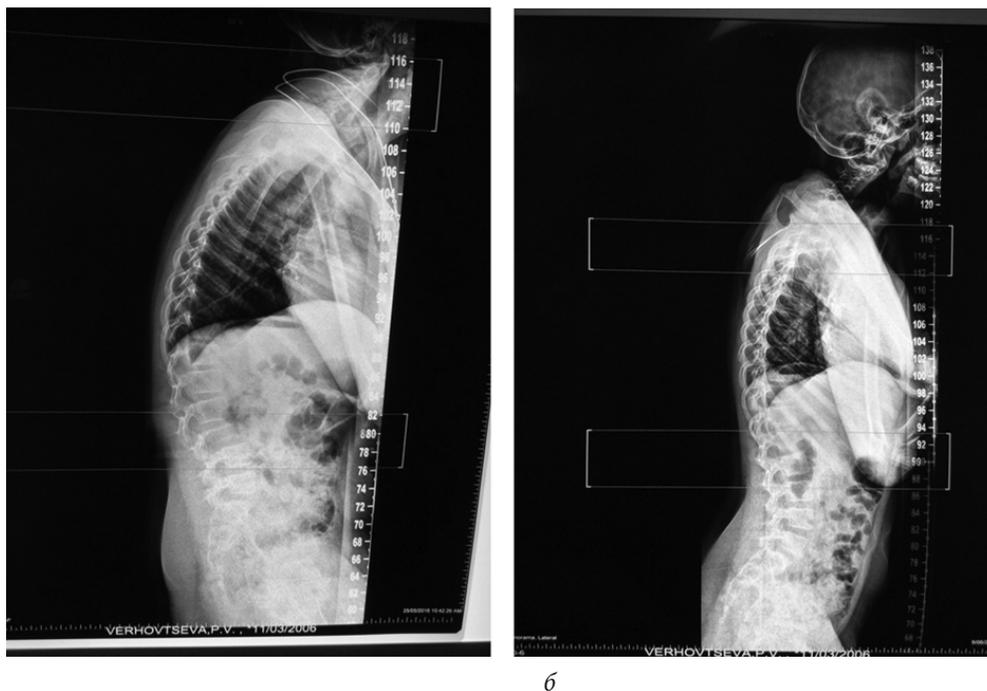


Рис. 2. Изменения сагиттального профиля позвоночника после операции по сравнению с дооперационными показателями: а) Пациент В., 10 лет: кифоз — 50°; лордоз — 10°; SS — 8° (до операции); б) Пациент В., 10 лет: кифоз — 42°; лордоз — 42°; SS — 40° (после операции)

Обсуждение

В представленных результатах обращает на себя внимание значительная вариабельность рентгенологических показателей сагиттального профиля позвоночника у больных ДЦП. Однако это вполне согласуется с данными, представленными J.-M. Mac-Thiong et al. [8], которые подтверждают еще большую изменчивость этих показателей даже у здоровых детей в возрасте 3–18 лет. Это говорит прежде всего об отсутствии для этих показателей четкой границы между нормой и патологией.

Наличие средней силы достоверной связи между степенью выраженности кифоза и сгибательной контрактурой КС может свидетельствовать о том, что кифоз у больных ДЦП в большей мере зависит не от сгибательного положения КС и связанного с этим изменения позы больного, а от степени укорочения мышц — сгибателей голени и связанного с этим отклонения таза назад. В то же время средней силы связь лордоза с НАРКС может указывать на то, что именно поясничный отдел является основным балансиrom для изменяющегося положения в КС и в меньшей степени зависит от ретракции мышц. Преимущественная зависимость от различных факторов кифоза и лордоза у больных ДЦП хорошо объясняется значительной разницей между НАРКС и степенью выраженности сгибательной контрактуры КС (в среднем около 33°), что дает достаточ-

ный простор для «тонкой балансировки» тазобедренного сегмента. Прежде всего на изменение сагиттального профиля конечностей реагирует, что естественно, поясничный отдел, и лишь при достижении амплитуд движения в суставах, зависящих от ретракции мышц — сгибателей голени (существенно меньших, чем при НАРКС), начинает изменяться степень выраженности кифоза. В этих условиях отсутствие влияния сгибательной контрактуры ТЗ на сагиттальный профиль позвоночника может свидетельствовать о том, что это влияние с наклоном таза кпереди возможно легко нивелировать при наличии сгибательного положения коленных суставов, во время которого точки фиксации мышц — сгибателей бедра сближаются. Степень ретракции мышц при этом существенно уменьшается, так же как и их влияние на положение таза.

Наличие слабой связи между степенью кифоза и лордоза ($r = 0,2$) лишь подтверждает клинко-рентгенологические корреляционные соотношения. Столь же слабой она остается и после удлинения сгибателей голени ($r = -0,2$).

Удлинение сгибателей голени значительно изменяет степень выраженности лордоза и наклона крестца, в то же время почти не влияя на кривизну грудного отдела, что подтверждает преимущественную связь именно этого сегмента позвоночника с положением в суставах конечностей.

Выводы

1. Выраженность кифоза грудного и лордоза поясничного отделов позвоночника у больных ДЦП связана не столько с их возможностью к взаимной компенсации, сколько со способностью формировать баланс с сагиттальным профилем нижних конечностей для удержания туловища в вертикальном положении.

2. Кифоз в наибольшей степени зависит от выраженности сгибательной контрактуры КС.

3. Коррекция сгибательной контрактуры КС с помощью удлинения сгибателей голени влияет лишь на кривизну поясничного отдела и степень наклона крестца, практически не изменяя степень выраженности кифоза.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Работа проведена на базе и при поддержке ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных публикацией настоящей статьи.

Список литературы

1. Metaxiotis D, Wolf S, Doederlein L. Conversion of biarticular to monoarticular muscles as a component of multilevel surgery in spastic diplegia. *Journal of Bone Joint Surgery*. 2004;86(1):102-109.

2. McCarthy JJ, Betz RR. The relationship between tight hamstrings and lumbar hypolordosis in children with cerebral palsy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(2):211-3. doi: 10.1097/00007632-200001150-00011.
3. Suh SW, Suh DH. Analysis of sagittal spinopelvic parameters in cerebral palsy. Clinical study. *Spine*. 2013;13:882-888. doi: 10.1016/j.spinee.2013.02.011.
4. Van der Krogt MM, Bregman DJJ, Wisse M, et al. How Crouch Gait Can Dynamically Induce Stiff-Knee Gait. *Annals of Biomedical Engineering*. Springer Nature. 2010;38(4):1593-606. doi:10.1007/s10439-010-9952-2.
5. Kay RM, Rethlefsen AS, Skaggs D, et al. Outcome of medial versus combined medial and lateral hamstring lengthening surgery in cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2002;22:169-172. doi: 10.1097/01241398-200203000-00006.
6. Beals RK. Treatment of knee contracture in cerebral palsy by hamstring lengthening, posterior capsulotomy, and quadriceps mechanism shortening. *Dev Med Child Neurology*. 2007;43(12):802-5. doi:10.1111/j.1469-8749.2001.tb00166.x.
7. Cruz AI, Ounpuu S, Deluca PA. Distal rectus femoris intramuscular lengthening for the correction of stiff-knee gait in children with cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2011;31(5):541-547. doi: 10.1097/bpo.0b013e31821f818d.
8. Mac-Thiong J-M, Labell H, Berthonnaud E, et al. Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. *Eur Spine J*. 2007;16(2):227-234. doi: 10.1007/s00586-005-0013-8.

Сведения об авторах

Валерий Владимирович Умнов — д-р мед. наук, руководитель отделения детского церебрального паралича ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России. E-mail: umnovvv@gmail.com.

Алексей Васильевич Звозиль — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения детского церебрального паралича ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России. E-mail: zvosil@mail.ru.

Дмитрий Валерьевич Умнов — канд. мед. наук, научный сотрудник отделения детского церебрального паралича ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России.

Владимир Александрович Новиков — научный сотрудник отделения детского церебрального паралича ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России.

Valery V. Umnov — MD, PhD, professor, head of the department of infantile cerebral palsy. The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics. E-mail: umnovvv@gmail.com.

Alexey V. Zvosil — MD, PhD, senior research associate of the department of infantile cerebral palsy. The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics. E-mail: zvosil@mail.ru.

Dmitry V. Umnov — MD, PhD, research associate of the department of infantile cerebral palsy. The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics.

Vladimir A. Novikov — MD, research associate of the department of infantile cerebral palsy. The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics.