

## ВЗАИМОСВЯЗЬ СГИБАТЕЛЬНОЙ КОНТРАКТУРЫ КОЛЕННОГО СУСТАВА И САГИТТАЛЬНОГО ПОЗВОНОЧНО-ТАЗОВОГО ПРОФИЛЯ У ПАЦИЕНТОВ С ДЦП

Новиков В.А., Умнов В.В., Умнов Д.В., Жарков Д.С., Мустафаева А.Р.,  
Виссарионов С.В.

*ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: novikov.turner@gmail.com*

Сгибательная контрактура коленного сустава у пациентов с ДЦП встречается в 47–53% наблюдений. Невозможность полного разгибания в коленном суставе повышает энергозатраты во время ходьбы, осложняет возможность вертикализации и удержания равновесия у этих больных, приводит к развитию дегенеративного артрита, раннего гонартроза, а также к переломам надколенника и формированию костных компенсаторных деформаций области коленного сустава. Существует мнение, что сгибательная контрактура коленного сустава оказывает влияние и на сагиттальные позвоночно-тазовые соотношения. Цель: выявить взаимосвязь между сгибательной контрактурой коленного сустава и сагиттальным позвоночно-тазовым профилем у пациентов с ДЦП. Проведено поперечное исследование влияния сгибательных контрактур коленных суставов на показатели сагиттального профиля пояснично-крестцового отдела позвоночника у 28 пациентов с ДЦП в возрасте от 5 до 17 лет со II и III двигательным уровнем GMFCS, являющимся критерием для разделения пациентов на 2 группы по 14 человек. В I группе выраженность сгибательной контрактуры коленных суставов имеет отрицательную умеренную корреляционную связь с показателем отклонения таза (PI) ( $r=-0,570$ ), между показателями PT и LL, SVA и TK, а также положительную корреляционную взаимосвязь между SS и LL. Во II группе больных отмечаются сильная положительная корреляционная связь между показателем сгибательной контрактуры коленного сустава и отклонением сагиттальной вертикальной оси (SVA) ( $r=0,722$ ), между показателями LL и TK и отрицательная связь между LL и SVA, TK и SVA. Доказана существующая отрицательная корреляционная связь между сгибательной контрактурой коленного сустава и углом наклона таза только среди пациентов с GMFCS II. Наличие прямой корреляционной взаимосвязи между данной контрактурой и отклонением вертикальной сагиттальной оси у пациентов GMFCS III. Полученные данные не выявили значимой взаимосвязи сгибательной контрактуры коленного сустава и сагиттального баланса тела.

Ключевые слова: ДЦП, сагиттальный профиль, кифоз, лордоз, сгибательная контрактура коленного сустава.

## RELATIONSHIP BETWEEN FLEXOR CONTRACTURE OF THE KNEE JOINT AND SAGITTAL VERTEBRAL-PELVIC PROFILE IN PATIENTS WITH CEREBRAL PALSY

Novikov V.A., Umnov V.V., Umnov D.V., Zharkov D.S., Mustafaeva A.R.,  
Vissarionov S.V.

*H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, e-mail: novikov.turner@gmail.com*

The prevalence of flexor contracture of the knee joint among patients with cerebral palsy is 47-53% of cases. The inability to fully extend in the knee joint increases energy consumption during walking, complicates the possibility of verticalization and balance, leads to the development of degenerative arthritis, early gonarthrosis, as well as patellar fractures and the formation of bone compensatory deformities of the knee joint area. There is an opinion that the flexion contracture of the knee joint also affects the sagittal vertebral-pelvic relations. AIM: To reveal the relationship between the presence of flexor contracture of the knee joint and sagittal vertebral-pelvic profile in patients with cerebral palsy. A cross-sectional study of the effect of flexion contractures of the knee joints on the sagittal profile of the lumbosacral spine was conducted in 28 patients with cerebral palsy aged 5 to 17 years with II and III motor levels of GMFCS, which is the criterion for dividing patients into 2 groups of 14 people. In I group, the severity of flexion contracture of the knee joints has a negative moderate correlation with the pelvic deviation index (PI) ( $r=-0.570$ ), between PT and LL, SVA and TK, as well as a positive correlation between SS and LL. In II group, there is a strong positive correlation between the flexor contracture index of the knee joint and the deviation of the sagittal vertical axis (SVA) ( $r=0.722$ ), and a positive correlation is noted between LL and TK and a negative correlation between LL and SVA, TK and SVA. The existing negative correlation between flexion contracture of the knee joint and the pelvic angle has been proved only among patients with GMFCS II. The presence of a direct correlation between this contracture and the deviation of the

**vertical sagittal axis in GMFCS III patients. The data obtained did not reveal a significant relationship between flexion contracture of the knee joint and sagittal balance of the body.**

---

Keywords: cerebral palsy, sagittal profile, kyphosis, lordosis, flexion contracture of the knee joint.

Детский церебральный паралич (ДЦП) является наиболее частой причиной двигательных нарушений детского возраста. В настоящее время в мире насчитывается около 17 млн человек с ДЦП [1]. Несмотря на то что данное заболевание относится к категории неврологических непрогрессирующих болезней, с ортопедической точки зрения эта патология таковой не является. На фоне роста и развития ребенка начинают формироваться и накапливаться вторичные ортопедические осложнения заболевания, проявляющиеся формированием контрактур и деформаций костных структур. Одной из наиболее часто встречающихся контрактур нижних конечностей является сгибательная контрактура коленного сустава. По данным литературы, среди пациентов с ДЦП она встречается в 47–53% наблюдений [2]. Негативная значимость этой контрактуры очень велика. Невозможность полного разгибания в коленном суставе значительно повышает энергозатраты во время ходьбы [3], осложняет возможность вертикализации и удержания равновесия в положении сидя у этой категории больных, приводит к развитию дегенеративного артрита, раннего гонартроза [4], а также к переломам надколенника и к формированию костных компенсаторных деформаций области коленного сустава [5, 6]. Превалирует мнение, что сгибательная контрактура коленного сустава оказывает значимое влияние на сагиттальные позвоночно-тазовые взаимоотношения [7]. Это влияние реализуется за счет того, что большинство мышц, сгибающих коленный сустав, являются двусуставными (осуществляют движения в коленном и тазобедренном суставах), и их укорочение приводит к сближению точек прикрепления. В такой ситуации попытка разгибания в коленных суставах провоцирует наклон таза кзади, что обуславливает сглаживание поясничного лордоза и компенсаторно увеличивает грудной кифоз. Именно поэтому наличие фиксированной или тонической сгибательной контрактуры коленного сустава оказывает влияние и на возможность правильно сидеть. Удерживать равновесие тела в положении сидя с разгибанием в коленных суставах такой ребенок может только «с круглой спиной». Конечно, такая взаимосвязь прослеживается и у здоровых людей, однако на фоне укорочения мышц задней поверхности бедра и слабости мышц спины пациенту с ДЦП значительно сложнее сидеть без опоры. Таким образом, выявляется очевидная логическая взаимосвязь между контрактурами в коленных суставах, положением таза и сагиттальным профилем позвоночного столба [8, 9]. Однако, по мнению других авторов [10, 11], описанная биомеханическая система на практике работает иначе. Происходит это за счет ее динамического характера: пациент со сгибательными контрактурами может уверенно сидеть в том случае, если он не осуществляет попытки разгибания в коленных суставах.

Ослабление тяги двусуставных мышц коленного сустава за счет его сгибания приводит к переднему наклону таза, что усиливает поясничный лордоз и уменьшает грудной кифоз. С учетом того, что нормальная биомеханика положения сидя предполагает сгибание в тазобедренных и коленных суставах, за счет большего или меньшего сгибания можно полностью нивелировать влияние укороченных двусуставных мышц, сгибающих коленный и тазобедренный суставы, на сагиттальный позвоночно-тазовый профиль. Поскольку оценка сагиттального баланса осуществляется в положении стоя, у пациентов с ДЦП, имеющих контрактуры в коленных суставах, укорочение мышц задней поверхности бедра может быть полностью компенсировано сгибательным положением в коленных суставах и не оказывать никакого влияния на положение таза, а следовательно, и на позвоночно-тазовые взаимоотношения.

Целью исследования является выявление взаимосвязи между величиной сгибательной контрактуры коленного сустава и показателями сагиттального позвоночно-тазового профиля у пациентов с ДЦП.

### **Материалы и методы исследования**

В рамках научной работы проведено поперечное исследование влияния величины сгибательных контрактур коленных суставов на показатели сагиттального профиля пояснично-крестцового отдела позвоночника у 28 пациентов с ДЦП в возрасте от 5 до 17 лет (средний возраст  $12,8 \pm 3,3$  года), при этом среди них было 14 мальчиков и 14 девочек. Законные представители пациентов дали письменное информированное согласие на публикацию клинических наблюдений.

Критерии включения в исследование для пациентов были следующими:

- возможность самостоятельно стоять (допустима опора на руки);
- двигательный уровень пациентов II–III по шкале GMFCS;
- стабильный неврологический статус с симметричной спастической формой церебрального паралича;
- отсутствие перенесенного ранее ортопедического хирургического лечения на позвоночнике, на суставах нижних конечностях и на стопах;
- отсутствие контрактур в тазобедренных и голеностопных суставах;
- отсутствие у ребенка врожденных и приобретенных деформаций позвоночного столба.

Критерием для разделения пациентов на 2 группы являлись различные адаптационные возможности для вертикального положения и ходьбы у детей со II и III двигательным уровнем GMFCS. Первая группа с уровнем GMFCS II включала 14 пациентов, способных к самостоятельному передвижению. Во вторую группу с двигательным уровнем GMFCS III

вошли 14 детей, передвигающихся с использованием средств опоры (ходунков, многоопорных тростей).

Всем пациентам, согласно протоколу исследования, выполняли клиническую оценку степени выраженности сгибательных контрактур коленных суставов. Для этого осуществляли гониометрические замеры: возможности максимального активного разгибания коленного сустава в положении стоя (дефицит активного разгибания) и возможности максимального пассивного разгибания коленного сустава в положении лежа (фиксированная сгибательная контрактура). Протокол исследования также включал в себя стандартную боковую панорамную рентгенограмму пояснично-крестцового отдела позвоночника для оценки показателей, характеризующих сагиттальный профиль позвоночного столба, таких как: угол наклона таза (PI, Pelvic incidence), угол отклонения таза (PT, Pelvis tilt), угол наклона крестца (SS, Sacral slope), а также угол грудного кифоза (TK), поясничного лордоза (LL) и показатель отклонения вертикальной сагиттальной оси (SVA).

Статистическую оценку полученных данных в двух группах проводили с использованием пакета SPSS Statistics 22.0, Graph Pad Prizm 8.4.3. Использовали методы описательной статистики. Нормальность распределения количественных данных оценивали при помощи критериев Колмогорова–Смирнова, Шапиро–Уилка, сравнением средних и медиан, графической визуализацией нормальности распределения путем построения гистограмм с кривой Гаусса для каждой выборки, Q-Qplots, boxplots. При статистическом анализе проводили сравнение полученных результатов с нормальными показателями с использованием одновыборочного критерия Вилкоксона, сравнение групп – с использованием критерия Манна–Уитни. Нормальные показатели угловых рентгенологических данных тазобедренных суставов, сагиттального профиля пояснично-крестцового отдела позвоночника и таза взяты из литературных источников [12]. Корреляционный анализ проводили между показателями с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Интерпретация данных корреляционного анализа:  $r > 0,7$  – сильная корреляционная связь,  $r = 0,7 - 0,3$  – умеренная корреляционная связь,  $r < 0,3$  – слабая корреляционная связь. Статистически значимым считали уровень вероятности ошибки первого рода менее 5% ( $p < 0,05$ ).

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

Средний возраст детей в обеих группах составил 13 лет (в первой – от 8 до 18, а во второй – от 6 до 17 лет). По возрастному и половому показателю I и II группы получились однородными.

Средний гониометрический показатель фиксированной сгибательной контрактуры коленного сустава в I группе пациентов составил  $17,8^\circ$  (от  $5^\circ$  до  $30^\circ$ ), а дефицит активного

разгибания – 25,3° (от 10 до 45°). Сгибательная контрактура коленного сустава во II группе в среднем составила 12,8° (от 5 до 25°), а дефицит активного разгибания – 22,5° (от 10 до 40°).

Результаты рентгенологического исследования сагиттального позвоночно-тазового профиля и их сравнения с нормальными показателями представлены в таблицах 1 и 2.

В обеих группах отмечается значимое уменьшение показателя наклона таза (PI). В первой группе выявлены значимое уменьшение наклона крестца (SS) и увеличение грудного кифоза (TK), а во второй группе – выраженное уменьшение угла отклонения таза (PT).

Показатели поясничного лордоза (LL) и отклонения вертикальной сагиттальной оси (SVA) в обеих группах значимо не отличались от показателей нормы.

Таблица 1

Средний показатель рентгенологических исследований сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений и сравнение его с нормальными показателями у пациентов первой группы

<i>Показатель</i>	<i>Результаты рентгенологического исследования (n=14) M±SD</i>	<i>Нормальный показатель, M±SD</i>	<i>Разница</i>	<i>p-value</i>
<i>Pelvic incidence (PI) (°)</i>	39,3 (30,4–56,6)	51,9 (35–85)	–12,6	0,03*
<i>Pelvic tilt (PT) (°)</i>	7,9 (–19,1–36)	15	–7,1	0,55
<i>Sacral slope (SS) (°)</i>	31,3 (–5,6–62,6)	42 (36–50)	–10,7	0,033*
<i>Thoracic kyphosis no Cobb (°)</i>	44,3 (30,3–79,9)	35	+9,3	0,039*
<i>Lumbar lordosis no Cobb (°)</i>	44,9 (2,4–80,4)	33	+14,9	0,133
<i>Sagittal vertical axis (SVA), мм</i>	58,8(–60,5–226,2)	<50	+8,8	0,937

(\*значение  $p < 0,05$  принимается как статистически значимое)

Таблица 2

Средний показатель рентгенологических исследований сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений и сравнение его с нормальными показателями у пациентов второй группы

<i>Показатель</i>	<i>Результаты рентгенологического исследования (n=14) M±SD</i>	<i>Нормальный показатель, M±SD</i>	<i>Разница</i>	<i>p-value</i>
-------------------	--	------------------------------------	----------------	----------------

<i>Pelvic incidence (PI) (°)</i>	38,7 (20,4–63,4)	51,9	–13,2	>0,011*
<i>Pelvic tilt (PT) (°)</i>	4,1 (–16,7–27,5)	15	–10,9	0,033*
<i>Sacral slope (SS) (°)</i>	34,6 (13–56,3)	42 (36–50)	–7,4	0,055
<i>Thoracic kyphosis no Cobb (°)</i>	44, 9 (16,1–69,1)	35	+9,9	0,75
<i>Lumbar lordosis no Cobb (°)</i>	44 (8,5–93,9)	33	+11	0,087
<i>Sagittal vertical axis (SVA), мм</i>	51,1 (–236–178)	<50	+1,1	0,507

(\*значение  $p < 0,05$  принимается как статистически значимое)

Результаты корреляционного анализа представлены в таблицах 3 и 4, на рисунках 1 и 2.

Сгибательная контрактура коленного сустава имеет значимую положительную корреляционную связь с дефицитом активного разгибания коленного сустава в обеих группах исследования.

В первой группе выраженность сгибательной контрактуры коленных суставов имеет отрицательную умеренную корреляционную связь с показателем отклонения таза (PI) ( $r = -0,570$ ). В этой же группе выявляется отрицательная корреляция между показателями PT и LL, SVA и ТК, а также положительная корреляционная взаимосвязь между SS и LL.

Во второй группе исследования отмечается сильная положительная корреляционная связь между показателем сгибательной контрактуры коленного сустава и отклонением сагиттальной вертикальной оси (SVA) ( $r = 0,722$ ). Положительная корреляция во второй группе отмечается также между показателями LL и ТК, а отрицательная – между LL и SVA, ТК и SVA.

Присутствует традиционная статистическая математическая корреляционная взаимосвязь между всеми компонентами по формуле J. Legaye ( $PI = PT + SS$ ).

Таблица 3

Результаты корреляционного анализа всех исследуемых показателей в первой группе

	Дефицит активного разгибани я коленного сустава	<i>Pelvic inc idence (PI)</i>	<i>Pelvic tilt (PT)</i>	<i>Sacral slo pe (SS)</i>	<i>Lumbar lordosis no Cobb</i>	<i>Sagittal v ertical ax is (SVA)</i>	<i>Thoracic kyphosis no Cobb</i>

<i>Сгибательная контрактура коленного сустава</i>	,910*	-,570*	-,279	-,243	,059	-,191	-,028
<i>Дефицит активного разгибания коленного сустава</i>	1,000	-,458	-,216	-,188	-,068	-,126	-,188
<i>Pelvic incidence (PI)</i>		1,000	-,231*	,813*	,418	-,049	-,308
<i>Pelvic tilt (PT)</i>			1,000	-,632*	-,670*	,378	-,115
<i>Sacral slope (SS)</i>				1,000	,626*	-,280	-,231
<i>Lumbar lordosis no Cobb</i>					1,000	-,769*	,434
<i>Saggital vertical axis (SVA)</i>						1,000	-,685*

(\*– значение  $p < 0,05$  принимается как статистически значимое)

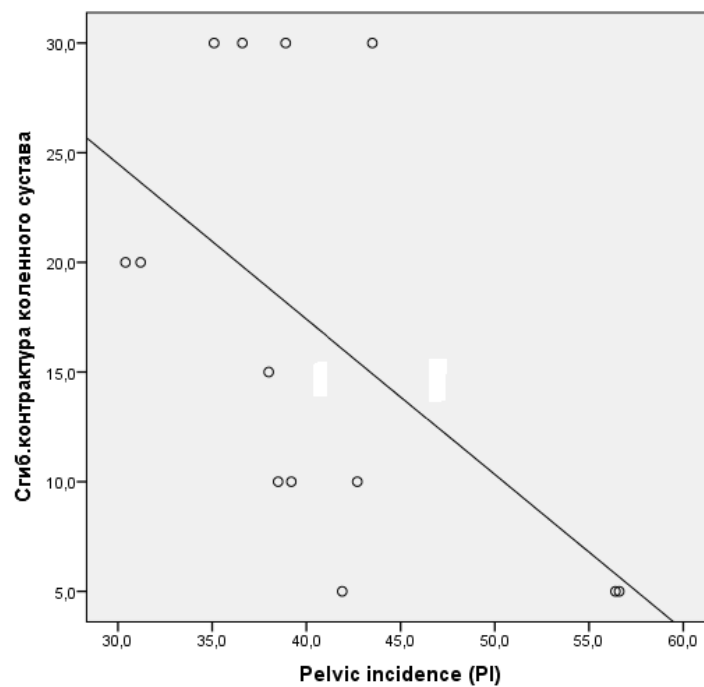


Рис. 1. Диаграмма рассеивания результатов корреляционного анализа показателей сгибательной контрактуры коленного сустава и угла наклона таза (*Pelvic incidence, PI*) в первой группе ( $r = -0,570$ )

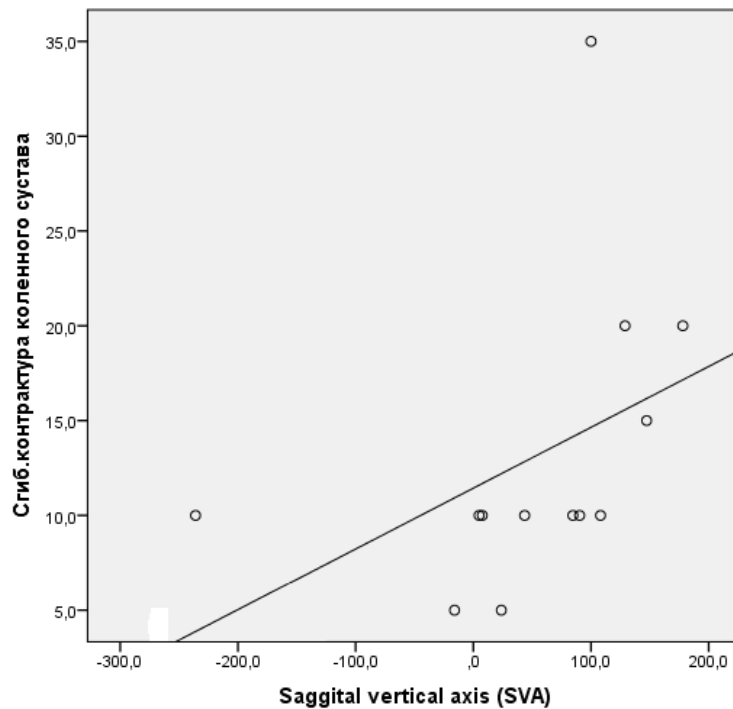
Таблица 4

Результаты корреляционного анализа всех исследуемых показателей во второй группе

	<i>Дефицит активного разгибания коленного сустава</i>	<i>Pelvic incidence (PI)</i>	<i>Pelvic tilt (PT)</i>	<i>Sacral slope (SS)</i>	<i>Lumbar lordosis no Cobb</i>	<i>Saggital vertical axis (SVA)</i>	<i>Thoracic kyphosis no Cobb</i>
<i>Сгибательная контрактура коленного сустава</i>	,696*	,063	-,051	,135	-,344	,722*	-,237
<i>Дефицит активного разгибания коленного сустава</i>	1,000	,128	,264	-,133	-,247	,434	-,068
<i>Pelvic incidence (PI)</i>		1,000	-,231*	,813*	,418	-,049	-,308
<i>Pelvic tilt (PT)</i>			1,000	-,500*	-,270	-,159	-,044
<i>Sacral slope (SS)</i>				1,000	,586*	-,033	,082
<i>Lumbar lordosis no Cobb</i>					1,000	-,696*	,743*
<i>Saggital vertical axis (SVA)</i>						1,000	-,659*

(\* – значение  $p < 0,05$  принимается как статистически значимое)





*Рис. 2. Диаграмма рассеивания результатов корреляционного анализа показателей сгибательной контрактуры коленного сустава и отклонения сагиттальной вертикальной оси (Sagittal vertical axis, SVA) во второй группе ( $r=0,722$ )*

Значимых различий между показателями возраста пациентов, степенью выраженности сгибательной контрактуры и дефицитом активного разгибания коленного сустава, а также между данными рентгенологического исследования первой и второй групп получено не было, что говорит об их однородности.

Сгибательная контрактура коленного сустава имеет значимую естественную положительную корреляционную связь с дефицитом активного разгибания коленных суставов в обеих группах. При этом логично, что показатель средней фиксированной сгибательной контрактуры меньше, чем показатель дефицита активного разгибания коленного сустава. Объясняется это следующими моментами. Основным разгибателем коленного сустава является четырехглавая мышца бедра. Весь двигательный потенциал этой мышцы реализуется посредством разгибательного аппарата коленного сустава, состоящего из надколенника и его собственной связки. С их помощью сократительное усилие, производимое этой мышцей, проецируется на переднюю поверхность большеберцовой кости. При этом находящийся в правильном положении надколенник смещает кпереди направление действия силы разгибательного аппарата, чем увеличивает плечо его рычага и

повышает эффективность выполняемой им работы. На фоне длительно существующего сгибательного паттерна походки формируется высокое стояние надколенника за счет относительного увеличения длины собственной связки надколенника, что и приводит к неэффективности разгибательного аппарата коленного сустава. В сформировавшейся ситуации, в положении стоя или во время ходьбы, пациент уже не имеет возможности активно разогнуть коленный сустав даже до положения, лимитированного фиксированной сгибательной контрактурой.

Несмотря на то что средние показатели PI, PT и SS достоверно ниже нормативных, расчет формулы Legaye для каждого конкретного пациента, а также по средним показателям в пределах каждой из групп подтвердил ее достоверность. Это может говорить о том, что форма таза, которую характеризуют данные показатели, у пациентов с ДЦП не отличается от популяционных показателей.

В обеих группах исследования отмечается значимое уменьшение показателя PI, что свидетельствует об увеличении заднего наклона таза. Теоретически возможно объяснить это отклонение таза кзади существующей сгибательной контрактурой в коленных суставах. Однако такое же уменьшение PI мы отмечали и в наших более ранних исследованиях, когда производился общий популяционный анализ сагиттального профиля пациентов с ДЦП, в который входили дети как со сгибательной контрактурой коленного сустава, так и без нее [13]. Кроме того, в первой группе настоящего исследования задний наклон таза сопровождался значимым уменьшением наклона крестца и увеличением грудного кифоза, что может являться динамической компенсацией смещения проекции центра тяжести кзади в положении стоя. Во второй группе пациентов уменьшение PI сопровождалось значимым уменьшением показателя PT. Это можно объяснить использованием средств опоры у пациентов GMFSC III во время ходьбы и во время проведения рентгенологического исследования, и, как следствие, смещением центра тяжести тела вперед. Этим же фактом можно объяснить появление во второй группе сильной положительной корреляционной связи между показателем сгибательной контрактуры коленного сустава и SVA ( $r=0,722$ ). Показатели поясничного лордоза и отклонения вертикальной сагиттальной оси в обеих группах значимо не отличаются от показателей нормы.

Выявленную среди пациентов первой группы отрицательную умеренную корреляционную связь между степенью выраженности сгибательной контрактуры коленного сустава и PI ( $r=-0,570$ ) можно объяснить естественным проявлением укорочения мышц задней поверхности бедра.

Результаты корреляционного анализа связи между показателями сгибательной контрактуры коленного сустава и параметрами позвоночно-тазовых отношений в первой

группе отражают влияние длины мышц-сгибателей голени на отклонение таза кзади, компенсаторное изменение показателей поясничного лордоза, грудного кифоза и отклонения вертикальной сагиттальной оси.

Результаты корреляционного анализа во второй группе характеризуют отсутствие прямого влияния сгибательных контрактур в коленных суставах на позвоночно-тазовые отношения.

Sebastian I. Wolf с соавторами в своей статье 2014 года также пытались выявить взаимосвязь сагиттального профиля пациента с контрактурами в коленных суставах [10]. Их работа строилась на обследовании 375 пациентов, однако сагиттальный баланс в данном исследовании оценивали только на основании клинического угла наклона таза. При этом были выявлены корреляции между углом наклона таза и уровнем GMFCS, а также между углом наклона таза и степенью спастичности, но взаимосвязи между сгибательной контрактурой коленного сустава и углом наклона таза выявлено не было. L. Abbasi с соавторами в публикации 2021 года приводят противоположные данные: в их работе выявлена значимая взаимосвязь между нарушением сагиттального профиля пациента (наклон туловища вперед) и наличием сгибательных контрактур в коленных суставах [14].

Провести сравнение полученных нами данных с результатами описанных выше работ, к сожалению, невозможно. Дизайн исследований Sebastian I. Wolf и L. Abbasi, несмотря на противоречащие друг другу результаты, был схожим. Работы строились на анализе сагиттального профиля пациента с учетом оценки показателей биомеханики движения, а не на основании рентгенологических данных. Кроме того, наклон таза и туловища в данных работах оценивали в движении, а мы проводили оценку в статическом положении (стоя). Проблеме, можно ли провести параллель между статичным вертикальным положением пациента с ДЦП и его паттерном походки, было посвящено исследование 2020 года A. Szopa с соавторами [9]. Работа учитывала ангулометрические показатели амплитуды движений в суставах нижних конечностей, биомеханическую оценку положения тела стоя и во время ходьбы. Положение тела в положении стоя оценивали с помощью топографических ориентиров таза и позвоночника. Походку оценивали с помощью трехмерного анализатора походки. Исследование проводили на 120 пациентах в возрасте от 7 до 13 лет, способных стоять и передвигаться без опоры (т.е. двигательный уровень GMFCS I–II). В научной работе выявлена значимая прямая корреляционная взаимосвязь между нарушением сагиттального баланса, клиническим отклонением таза и сгибанием в коленных суставах. В целом, полученные данные схожи с нашими результатами у пациентов первой группы (GMFCS II), что косвенно может свидетельствовать о различных механизмах компенсации

патологического влияния сгибательных контрактур коленных суставов на позвоночно-тазовые отношения у пациентов разного двигательного уровня.

### **Заключение**

Таким образом, наше исследование доказало существующую отрицательную корреляционную взаимосвязь между сгибательной контрактурой коленного сустава и углом наклона таза только у пациентов с ДЦП с двигательным уровнем GMFCS II. Наличие прямой корреляционной взаимосвязи между данной контрактурой и отклонением вертикальной сагиттальной оси у пациентов с GMFCS III, скорее всего, является следствием использования ими средств опоры в момент проведения рентгенологического исследования. Полученные в результате исследования данные показали, что взаимосвязь сгибательной контрактуры коленного сустава и сагиттального баланса тела не так очевидна и значима, как кажется при теоретическом анализе биомеханической модели двусуставных мышц задней поверхности бедра. Не исключено, что искомая взаимосвязь проявляется только в динамике, с учетом этого необходимо проведение аналогичного исследования, но с биомеханическим анализом походки. Кроме того, взаимосвязь может быть минимальной до устранения сгибательной контрактуры коленного сустава, однако может резко возрасти в зависимости от хирургического метода устранения этой контрактуры. Таким образом, перспективным выглядит продолжение исследования данной взаимосвязи с учетом обозначенных направлений исследования.

*Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.*

### **Список литературы**

1. Graham H.K., Rosenbaum P., Paneth N., Dan B., Lin J.P., Damiano D.L., Becher J.G., Gaebler-Spira D., Colver A., Reddihough D.S., Crompton K.E., Lieber R.L. Cerebral palsy // Nature reviews. Disease primers. 2016. Vol. 2. P. 15082. DOI: 10.1038/nrdp.2015.82.
2. Данилов А.А., Балицкая Ю.Л., Моця М.А. Механизм формирования и клиническое течение сгибательных контрактур коленных суставов у детей с церебральным параличом // Хірургія дитячого віку. 2013. № 4. С. 8-15.
3. Macwilliams B. A., Harjinder B., Stevens P.M. Guided growth for correction of knee flexion deformity: a series of four cases // Strategies Trauma Limb Reconstr. 2011. Vol. 6. Is .2. P. 83-90. DOI: 10.1007/s11751-011-0110-7.
4. Galey S.A., Lerner Z.F., Bulea T.C., Zimbler S., Damiano D.L. Effectiveness of surgical and non-surgical management of crouch gait in cerebral palsy: A systematic review // Gait Posture. 2017. Vol. 54. P. 93-105. DOI:10.1016/j.gaitpost.2017.02.024.

5. Wang K.K., Novacheck T.F., Rozumalski A., Georgiadis A.G. Anterior guided growth of the distal femur for knee flexion contracture: clinical, radiographic, and motion analysis results // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2019. Vol. 39. Is. 5. P. 360-365. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001312.
6. Dabash S., Prabhakar G., Potter E., Thabet A.M., Abdelgawad A., Heinrich S. Management of growth arrest: Current practice and future directions // *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. 2018. Vol. 9. Is. 1. P. 58-66.
7. Умнов В.В., Умнов Д.В., Новиков В.А., Кононова Е.Л., Винокурова Т.С., Александрова Н.М. Взаимосвязь между рентгенологическими, биомеханическими и электрофизиологическими параметрами у больных ДЦП с нарушением сагиттального профиля позвоночника // *Детская и подростковая реабилитация*. 2017. № 4 (32). С. 9-14.
8. Miller F. Knee Flexion Deformity in Cerebral Palsy. In: Miller, F., Bachrach, S., Lennon, N., O'Neil, M. (eds) *Cerebral Palsy* // Springer, Cham. 2019.
9. Szopa A., Domagalska-Szopa M., Siwiec A., Kwiecień-Czerwieniec I. Canonical correlation between body-posture deviations and gait disorders in children with cerebral palsy // *PLoS One*. 2020. Vol. 15. Is. 6. P.0234654. DOI: 10.1371/journal.pone.0234654.
10. Wolf S.I., Mikut R., Kranzl A., Dreher T. Which functional impairments are the main contributors to pelvic anterior tilt during gait in individuals with cerebral palsy? // *Gait & Posture*. 2014. Vol. 39. Is. 1. P. 359–364.
11. Domagalska–Szopa M., Szopa A. Gait Pattern Differences Among Children With Bilateral Cerebral Palsy // *Frontiers in Neurology*. 2019. Vol. 10. DOI: 10.3389/fneur.2019.00183.
12. Mac-Thiong J.M., Labelle H., Berthonnaud E., Betz R.R., Roussouly P. Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents // *Eur Spine J*. 2007. Vol. 16. Is. 2. P. 227-234. DOI: 10.1007/s00586-005-0013-8.
13. Новиков В.А., Умнов В.В., Умнов Д.В., Звозиль А.В., Жарков Д.С., Мустафаева А.Р., Виссарионов С.В. Клинико-рентгенологические показатели позвоночно-тазовых соотношений у детей с ДЦП // *Современные проблемы науки и образования*. 2022. № 6-1. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32221> (дата обращения: 18.10.2023). DOI: 10.17513/spno.32221.
14. Abbasi L., Rojhani-Shirazi Z., Razeghi M., Raeisi S. H. Trunk Kinematic Analysis during Gait in Cerebral Palsy Children with Crouch Gait Pattern // *J. Biomed Phys Eng*. 2018. Vol. 8. Is. 3. P. 281-288.