



Влияние разновеликости нижних конечностей и ее компенсации у детей на амплитуду движения таза во фронтальной плоскости при ходьбе: проспективное когортное исследование 40 пациентов

Петрова Д.А.*¹, Крутелев Н.А.², Кенис В.М.^{1,3}

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

²Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург, Россия

³Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Биомеханические изменения, вызванные разновеликостью нижних конечностей, являются предметом изучения, и этот вопрос вызывает разногласия среди специалистов.

ЦЕЛЬ. Оценка влияния разновеликости нижних конечностей и ее компенсации у детей на амплитуду движения таза во фронтальной плоскости при ходьбе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ. Обследован 21 пациент с разновеликостью нижних конечностей. Средняя величина разновеликости составила 2,86% (от 0,23% до 6,12%). Биомеханическое обследование состояло в проведении динамической оптической компьютерной топографии. Исследование проводилось в стандартной обуви без компенсации и в компенсирующей разновеликость обуви. Средняя величина компенсации составила 14 мм (от 5 до 45 мм). Группу сравнения составили 19 здоровых детей без разновеликости нижних конечностей. В ходе обследования определялся угол асимметрии фронтальных колебаний таза, который рассчитывался как абсолютное значение разницы наклона вправо и влево.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. При использовании компенсации у детей с разновеликостью нижних конечностей амплитуда движений таза менялась незначительно – в среднем на 1,84°. В группе сравнения (здоровые дети) при имитации разновеликости авторы также не наблюдали изменения фронтального колебания таза в сравнении с пробами без компенсации. Наиболее очевидным объяснением этого феномена является формирование дополнительных механизмов компенсации разной длины нижних конечностей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Компенсация разной длины нижних конечностей требует индивидуального подхода и проведения дополнительных обследований пациента при ходьбе. Дальнейшие исследования позволят расширить наши представления о целесообразности и тактике компенсации разновеликости нижних конечностей, как при консервативном лечении, так и при планировании оперативных вмешательств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: разновеликость нижних конечностей, компенсация, перекос таза, ходьба, детская ортопедия

Для цитирования: Petrova D.A., Krutelev N.A., Kenis V.M. Influence of Limb Length Discrepancy and its Compensation on the Amplitude of Pelvic Motion in the Frontal Plane during Walking: a Prospective Cohort Study of 40 Children. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (4): 79-87. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-4-79-87>

*Для корреспонденции: Петрова Дарья Александровна, e-mail: radd.arr@mail.ru

Статья получена: 12.10.2021

Поступила после рецензирования: 20.01.2022

Статья принята к печати: 31.01.2022

Influence of Limb Length Discrepancy and its Compensation on the Amplitude of Pelvic Motion in the Frontal Plane during Walking: a Prospective Cohort Study of 40 Children

Daria A. Petrova*¹, Nikolay A. Krutelev², Vladimir M. Kenis^{1,3}

¹H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Pushkin, Saint Petersburg, Russian Federation

²Institute of Experimental Medicine, Saint Petersburg, Russian Federation

³Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

INTRODUCTION. Biomechanical abnormalities caused by limb length discrepancy are controversial problems of pediatric orthopedics.

AIM. To assess the influence of limb length discrepancy and its compensation in children on the amplitude of pelvic motion in the frontal plane during walking.

MATERIAL AND METHODS. We examined the study group of 21 patients with (the average discrepancy was 2,86% (from 0,23% to 6,12%). Biomechanical examination consisted of dynamic optical computed topography. The study was carried out in standard shoes and in shoes with compensation. The average compensation was 14 mm (from 5 to 45 mm). The comparison group consisted of 19 healthy children without limb length discrepancy. The angle of frontal asymmetry of the pelvis was calculated as the absolute difference in inclination.

RESULTS AND DISCUSSION. When compensation was used, the amplitude of pelvic movements changed insignificantly, by an average of 1.84°, in children with discrepancy of the lower limbs. In the comparison group (healthy children), we also did not observe any changes in frontal pelvic oscillation when imitating variability compared to tests without compensation. The most obvious explanation for this phenomenon is the formation of additional compensation mechanisms for different lengths of the lower limbs.

CONCLUSION. Compensation of limb length discrepancy requires an individualized approach and additional walking examinations of the patient. Further research will expand our understanding of the role of compensation for limb length discrepancy both in conservative treatment and in planning for surgical interventions.

KEYWORDS: limb length discrepancy, shoe lift, heel pad, pelvic obliquity, walking, pediatric orthopedics

For citation: Petrova D.A., Krutelev N.A., Kenis V.M. Influence of Limb Length Discrepancy and its Compensation on the Amplitude of Pelvic Motion in the Frontal Plane during Walking: a Prospective Cohort Study of 40 Children. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (4): 79-87. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-4-79-87>

***For correspondence:** Daria A. Petrova, e-mail: radd.arr@mail.ru

Received: Oct 12, 2021

Revised: Jan 20, 2022

Accepted: Jan 31, 2022

ВВЕДЕНИЕ

Биомеханические изменения, вызванные разновеликостью нижних конечностей, являются предметом многолетнего изучения, но и сегодня этот вопрос вызывает разногласия среди специалистов [1]. Преобладает мнение, что разница длины ног влияет на формирование вторичных деформаций скелета [2-4], компенсаторных изменений и контрактур суставов [5-7], прогрессирование дегенеративных заболеваний скелета [8-10] и может являться причиной болевого синдрома [7, 11, 12]. Так, систематический обзор литературных источников, суммируя результаты 12 исследований, анализирующих изменения походки, вызванные истинной разновеликостью или имитацией разновеликости в различных группах пациентов, показывает, что все исследования демонстрируют взаимосвязь между величиной разновеликости и выраженностью компенсаторных механизмов [13, 14]. Однако, более детальный анализ данных работ указывает на отсутствие единого подхода в методологии проведения исследований и разнообразии критериев оценки функциональных нарушений в зависимости от возможностей диагностического обследования, что не позволяет в полной мере сравнивать результаты исследований между собой.

Ко всему прочему, авторы различных исследований указывают разные значения разновеликости, вызывающие развитие вторичных изменений. Для детской ортопедии одним из интереснейших вопросов является выявление корреляции между разновеликостью нижних конечностей и формированием вторичного сколиоза за счет перекоса таза [15]. Связь между разновеликостью нижних конечностей и гипотетически вторичными по отношению к этой разновеликости деформациями позвоночника реализуется за счет асимметрии пространственного положения тазового кольца. Поскольку под сколиозом в ортопедии подразумевается отклонение оси позвоночника от средней линии во фронтальной плоскости, а разновеликость нижних конечностей также отражается, главным образом, на фронтальном балансе тазового кольца, для оценки влияния разновеликости конечностей на положение позвоночника традиционно оценивается асимметрия положения основных анатомических ориентиров таза во фронтальной плоскости – перекос таза. При этом существует мнение, что разница между длиной нижних конечностей всего в 3 мм при условии мышечной гипотонии может приводить к развитию сколиоза [16, 17]. Другие исследователи, напротив, свидетельствуют

о том, что укорочение до 7 см не приводит к развитию вторичных деформаций позвоночника и компенсируется на уровне нижних конечностей [18].

Важным условием корректности оценки перекоса таза является методология исследования. Исследования в статике передают лишь момент асимметричного положения таза в стандартной (бипедальной) стойке, что лишь условно отражает реальную биомеханику, поскольку в статическом положении с опорой на обе конечности человек проводит значительно меньше времени, в сравнении с ходьбой, сидением и положением лежа [19, 20].

Трехмерный анализ походки для оценки изменения амплитуды движения таза во время ходьбы у пациентов с разновеликостью и при ее компенсации показал, что амплитуда движений таза во фронтальной плоскости составила без компенсации 9,86°, тогда как с использованием компенсации она равнялась 4,26° [21]. В то же время схожее по дизайну исследование, напротив, не обнаружило значимой разницы в амплитуде движений таза при использовании компенсации и без нее [22].

Как данные литературы, изложенные выше, так и собственные наблюдения авторов свидетельствуют о необходимости более детального анализа биомеханики ходьбы, для точного понимания формирования патологических механизмов компенсации и вызываемых ими вторичных деформаций скелета у детей. В связи с появлением малоинвазивных хирургических методик коррекции разновеликости конечностей, в частности – метода управляемого роста, изучение данной проблемы становится еще более актуальным [23].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка влияния разновеликости нижних конечностей и ее компенсации у детей на амплитуду движения таза во фронтальной плоскости при ходьбе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В настоящее исследование вошли результаты обследования 21 пациента с разновеликостью нижних конечностей, выполненные в период с февраля по декабрь 2021 г. Средний возраст обследуемых составил 11,54 лет (от 6,5 до 15,3 лет).

Разновеликость оценивалась клинически (стандартная антропометрическая оценка, методика подставных блоков) и рентгенологически (панорамная рентгенография нижних конечностей стоя в прямой проекции у пациентов основной группы). В рамках настоящего исследования для последующего анализа у пациентов основной группы в качестве критерия разновеликости принимались данные рентгенологического

обследования, при этом средняя разновеликость составила 2,86% (в диапазоне от 0,23% до 6,12%).

Биомеханическое обследование состояло в проведении динамической оптической компьютерной топографии. Данная технология является неинвазивным, нелучевым методом анализа количественных и качественных параметров перемещения точек на поверхности тела пациента, с высокой точностью отражающим изменение положения костных ориентиров, включая положение таза. Всем пациентам выполнялось два исследования в ходьбе в комфортном темпе, который подбирался индивидуально на основании опроса пациента. Исследование № 1 проводилось в стандартной обуви без компенсации. Исследование № 2 проводилось в компенсирующей разновеликость обуви, при этом высота компенсации определялась субъективным ощущением комфорта ходьбы пациента, что могло не соответствовать величине разновеликости. Средняя величина компенсации составила 14 мм (с вариациями от 5 до 45 мм). Оценивалась амплитуда движения таза во фронтальной плоскости при каждом обследовании в градусах.

Группу сравнения составили 19 здоровых детей без разновеликости нижних конечностей. Средний возраст обследуемых составил 13,07 лет (от 10,2 до 15,7 лет). Отсутствие разновеликости определялось клинически. Данные пациенты так же прошли динамическое обследование. Каждому пациенту выполняли 2 исследования, заключающиеся в ходьбе в комфортном темпе. Первое исследование проводилось в обуви без компенсации. Перед вторым исследованием под одну из нижних конечностей подкладывалась компенсация от 10 до 25 мм в зависимости от роста пациента.

В ходе обследования определялся угол перекоса таза вправо и влево, при этом в качестве показателя асимметрии движения таза принималась асимметрия фронтальных колебаний таза (АФКТ), который рассчитывался как абсолютное значение разницы наклона вправо и влево.

Статистический анализ заключался в использовании методов дескриптивной статистики. Учитывая небольшое количество наблюдений, гетерогенность выборки, для определения средних величин использовался расчет медиан, для оценки дисперсии были рассчитаны значения 1 и 3 квартилей (Me (Q1; Q3). Обработка полученных данных осуществлялась в программном комплексе IBM SPSS «Statistics v.23».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные об асимметрии фронтальных колебаний таза при ходьбе у пациентов с разновеликостью и детей из группы сравнения представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатель асимметрии фронтальных колебаний таза (АФКТ) у пациентов с разноразмерностью нижних конечностей и здоровых детей при ходьбе с компенсацией и без компенсации

Table 1. Asymmetry of frontal pelvic oscillations (AFPO) in patients with limb length discrepancy and healthy children, walking with and without compensation

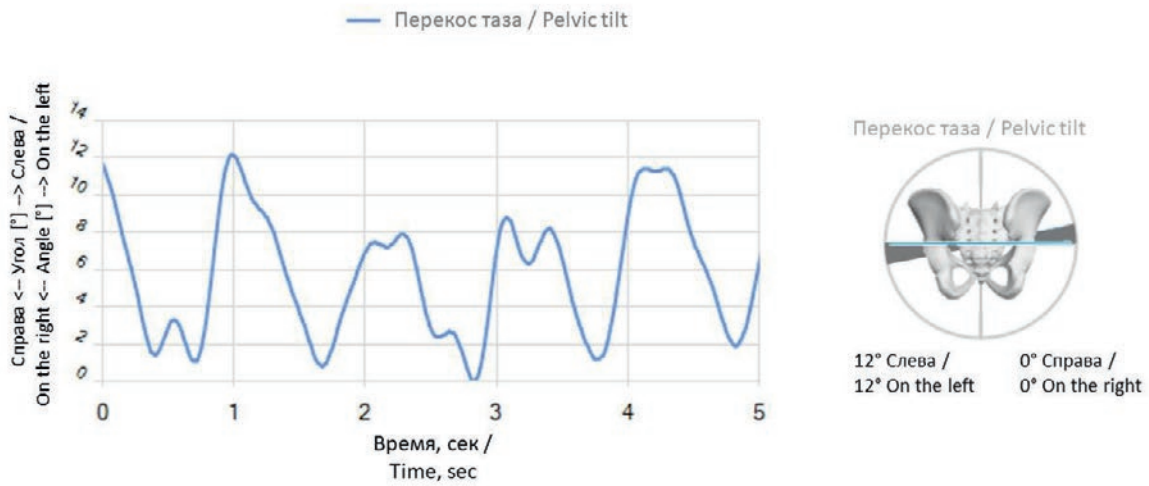
Группы пациентов / Groups of the patients					
Пациенты с разноразмерностью / Patients with limb length discrepancy n=21			Здоровые дети / Healthy children n=19		
АФКТ без компенсации / AFPO without heel pad, ° Me (Q1; Q3)	АФКТ с компенсацией / AFPO with heel pad, ° Me (Q1; Q3)	Δ, °	АФКТ без компенсации / AFPO without heel pad, ° Me (Q1; Q3)	АФКТ с компенсацией / AFPO with heel pad, ° Me (Q1; Q3)	Δ, °
11 (3,5; 17)	9 (3; 15,5)	1,84±1,31	1 (0; 2)	1 (1; 2)	0,6±0,38

Как показывают данные таблицы, отражающие изучаемый показатель у детей основной группы, средний угол асимметрии фронтальных колебаний таза был меньше, чем можно было ожидать, исходя из статических измерений. Компенсация укорочения приводила к уменьшению асимметрии колебаний таза, но величина этого изменения была незначительной, и не приводила к гармонизации колебаний таза во фронтальной плоскости.

В группе сравнения при свободной ходьбе отмечалась минимальная асимметрия фронтальных колебаний таза, что можно объяснить физиологической асимметрией анатомических показателей. Использование имитации разноразмерности лишь незначительно влияло на этот показатель, очевидно не в соответствии с предполагаемым прямым механическим эффектом.

В качестве примера приводим данные двух исследований – пациента с разноразмерностью и ребенка из группы сравнения. Исследования выполнены при ходьбе в обуви без компенсации (рис. 1А, 2А) и с компенсацией и имитацией разноразмерности, соответственно в первом и втором случаях (рис. 1В, 2В).

Рисунок 1 демонстрирует выраженное смещение кривой колебаний влево, при этом компенсация разноразмерности не привела к изменению асимметрии фронтальных колебаний таза (рис. 1В). На рисунке 2 продемонстрирована исходная симметрия колебаний таза у пациента группы сравнения (без разноразмерности), при этом имитация разноразмерности также не привела к асимметрии фронтальных колебаний (рис. 2В).



A



B

Рис. 1. Амплитуда движений таза во время ходьбы у пациента с разновеликостью

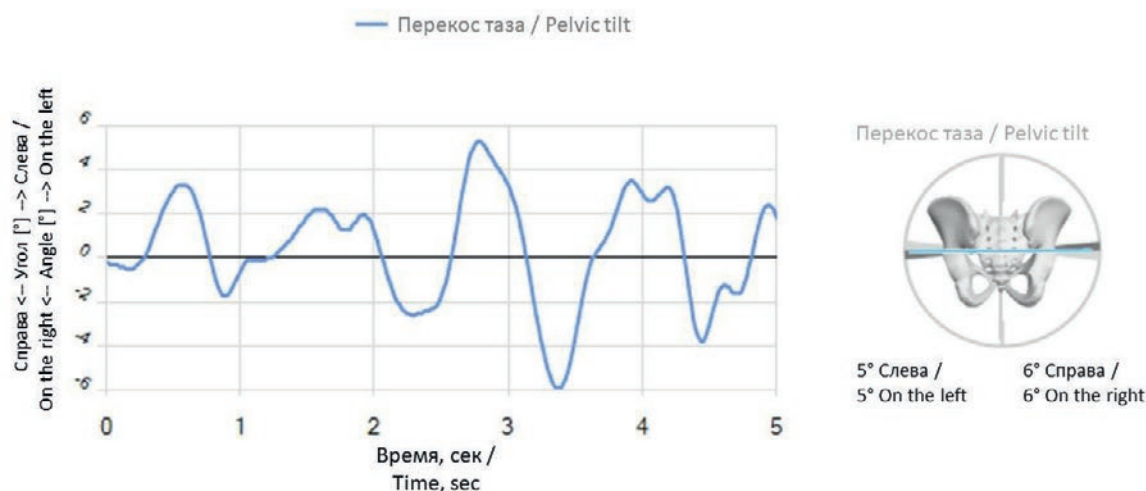
A – Амплитуда движений таза во время ходьбы без компенсации

B – Амплитуда движений таза во время ходьбы с компенсацией

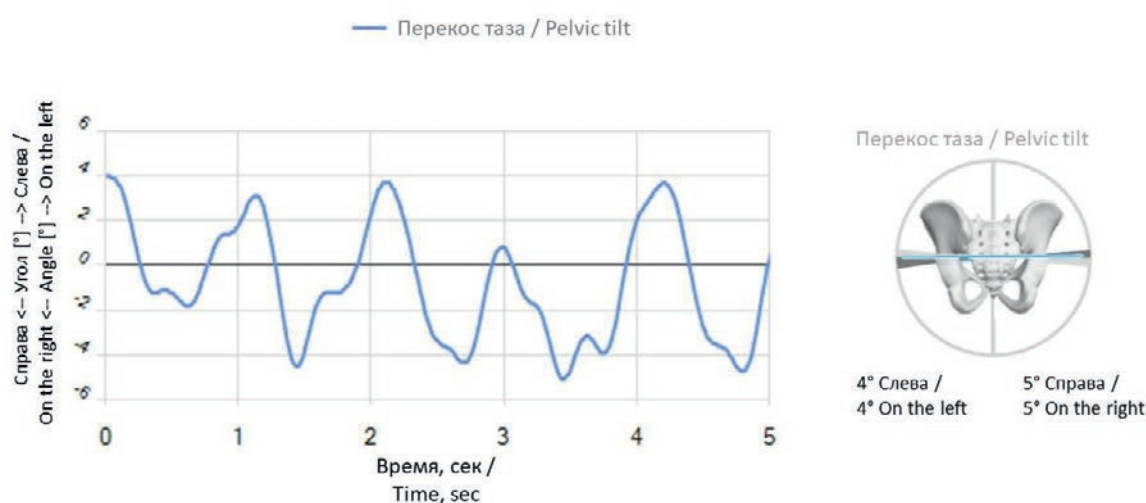
Fig. 1. The amplitude of pelvic movements during walking in a patient with inequality

A – Amplitude of pelvic movements during walking without heel pad

B – Amplitude of pelvic movements during walking with heel pad



A



B

Рис. 2. Амплитуда движений таза во время ходьбы у здорового ребенка
 A – Амплитуда движений таза во время ходьбы без компенсации
 B – Амплитуда движений таза во время ходьбы с компенсацией
Fig. 2. The amplitude of pelvic movements during walking in a healthy child
 A – Amplitude of pelvic movements during walking without heel pad
 B – Amplitude of pelvic movements during walking with heel pad

Разновеликость конечностей реализуется как при стоянии, так и при ходьбе в асимметрию таза во фронтальной плоскости, как в статике, так и в динамике (при равномерной ходьбе). Именно на выравнивании положения таза основана стратегия компенсации разновеликости, при этом в подавляющем большинстве случаев подбор величины компенсации основывается на оценке статических параметров, тогда как в реальности наибольшие по интенсивности и продолжительности нагрузки несут динамический характер. В повседневной практике большинство врачей используют статические измерения для определения целесообразности компенсации разновеликости и ее величины. Однако, как данные литературы, так и наблюдения авторов показывают, что между статическими и динамическими параметрами может быть расхождение, которое следует учитывать при рекомендации величины компенсации.

Полученные авторами результаты, безусловно, отражают тот факт, что у пациентов с разновеликостью имеется асимметрия фронтальных колебаний таза во время ходьбы, при этом закономерно, с наклоном в сторону длинного сегмента (выявлено в 100% случаев разновеликости). Однако, при использовании компенсации, вопреки ожиданиям, нивелирования асимметрии таза не происходило. Несмотря на компенсацию, амплитуда движений таза менялась незначительно – в среднем на $1,84 \pm 1,31^\circ$, что было значительно меньше ожидаемой величины.

В группе сравнения (здоровые дети) при имитации разновеликости авторы также вопреки ожиданиям не наблюдали изменения фронтального колебания таза в сравнении с пробами без компенсации.

Полученные данные на первый взгляд противоречат очевидным логическим построениям, согласно которым изменение длины конечности должно

сопровождаться пропорциональным изменением положения таза во фронтальной плоскости. Следствием последнего должно являться отклонение оси позвоночника. В представленной нами серии исследований пациентов с разновеликостью и здоровых детей продемонстрировано отсутствие прямой связи между длиной конечностей и асимметрией фронтальных колебаний таза при ходьбе. Наиболее очевидным объяснением этого феномена является формирование дополнительных механизмов компенсации разной длины нижних конечностей, к которым относятся эквинусная установка стопы на стороне короткой ноги, а также переразгибание или сгибание в коленном суставе и голеностопном суставе на стороне длинной ноги. Значимость каждого из этих механизмов требует дальнейшего изучения с целью оптимального и индивидуального подбора компенсации у пациентов с разновеликостью.

Настоящее исследование имеет ряд ограничений, не позволяющих считать его результаты и выводы окончательными. В первую очередь, это связано с относительно небольшим количеством обследованных пациентов в основной группе и, особенно, в группе сравнения. Кроме того, имеется ряд нерешенных вопросов, касающихся стандартизации измерений и эталонной оценки разновеликости нижних конечностей. Последнее относится ко всем исследованиям в этой области – несмотря на кажущуюся простоту, оценка длины конечностей не имеет стандартного унифицированного подхода. Важным фактором, который также необходимо принимать во внимание, анализируя результаты представленного исследования, является собственно методика оценки динамики положения таза с помощью поверхностной оптической топографии. Данный метод предполагает определение изменений поверхности тела, на основании чего косвенно определяется положение костных ориентиров, в том числе положения таза. Этот принцип неизбежно несет в себе ряд погрешностей, связанных с индивидуальными особенностями конституции. Тем не менее, в целом он демонстрирует достаточную точность и воспроизводимость.

Исследование авторов ставит ряд вопросов, требующих дальнейшего изучения. В первую очередь, возникает обоснованное сомнение в информативности

оценки величины перекоса таза, измеренной в статике, в качестве базового компенсаторного механизма и критерия для назначения компенсации при умеренных разновеликостях конечностей. Из этого вытекает вопрос о целесообразности введения дополнительных критериев оценки компенсаторных паттернов (в том числе и относящихся к смежным плоскостям движения – сагиттальной и горизонтальной), в частности – положения стопы, голеностопного и коленного суставов, ротации таза. Дополнительную сложность определяет необходимость оценки данных параметров в ходьбе, что возможно только с использованием сложных инструментальных методов исследования биомеханики. Расширение спектра методов исследования в этой области, включая безмаркерный видеоанализ и применение инерционных датчиков, делает такую перспективу вполне реалистичной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Биомеханическое и клиническое значение разновеликости нижних конечностей, ее влияние на формирование компенсаторных изменений и роль в патогенезе вторичной ортопедической патологии продолжает оставаться нерешенной проблемой детской ортопедии. Авторами проведена оценка влияния разновеликости нижних конечностей и ее компенсации у детей на амплитуду движения таза во фронтальной плоскости при ходьбе. В результате исследования установлено, что асимметрия фронтальных колебаний таза при разновеликости была меньше, чем можно было ожидать, исходя из статических измерений, а ее компенсация укорочения приводила к незначительному уменьшению асимметрии колебаний таза. Имитация разновеликости также незначительно влияла на асимметрию колебаний таза. Вероятно, это связано с формированием дополнительных механизмов компенсации разной длины нижних конечностей, что требует индивидуального подхода к назначению компенсации и проведения дополнительных обследований пациента при ходьбе. Дальнейшие исследования позволят расширить наши представления о целесообразности и тактике компенсации разновеликости нижних конечностей, как при консервативном лечении, так и при планировании оперативных вмешательств.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Информация об авторах:

Петрова Дарья Александровна, аспирант отделения патологии стопы, нейроортопедии и системных заболеваний, Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Минздрава России.

E-mail: radd.arr@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9641-191X>

Крутелев Николай Анатольевич, кандидат медицинских наук, врач консультативно-диагностического отделения клиники, Институт экспериментальной медицины.

E-mail: n.krutelev@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3891-1083>

Кенис Владимир Маркович, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по инновационному развитию и работе с регионами, руководитель отделения патологии стопы, нейроортопедии и системных заболеваний, Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Минздрава России; профессор кафедры детской травматологии и ортопедии, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова Минздрава России.

E-mail: kenis@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7651-8485>

Вклад авторов:

Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом:

Петрова Д.А. – дизайн исследования, обследование пациентов, сбор материала, анализ полученных данных, написание первой версии статьи;

Крутелев Н.А. – сбор материала и анализ первичных данных;

Кенис В.М. – методическое сопровождение, редактирование основного текста статьи.

Источник финансирования:

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов:

Авторы декларируют отсутствие других явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическое утверждение:

Авторы утверждают, что все процедуры, использованные в данной работе, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводившим исследование и соответствующим Основам законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан, а также Хельсинкской декларации в редакции 2013 года. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «Научно-исследовательского института детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России (протокол № 19-2 от 04.12.2019 г.).

Информированное согласие на публикацию:

Согласие пациентов (их представителей) на обработку и публикацию не персонализированных данных было получено.

ADDITIONAL INFORMATION**Information about the authors:**

Daria A. Petrova, Post-graduate Student, Department of Foot and Ankle Surgery, Neuroorthopedics and Skeletal Dysplasias, H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery.

E-mail: radd.arr@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9641-191X>

Nikolay A. Krutelev, Cand. Sci. (Med.), Doctor, Consultative and Diagnostic Department, Clinic of Institute of Experimental Medicine.

E-mail: n.krutelev@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3891-1083>

Vladimir M. Kenis, Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director, Head of Foot and Ankle Surgery, Neuroorthopedics and Skeletal Dysplasias, H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery; Professor of the Department of Pediatric Traumatology and Orthopedics, Mechnikov North-Western State Medical University.

E-mail: kenis@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7651-8485>

Authors' contributions:

All authors confirm their authorship according to the ICMJE criteria (all authors contributed significantly to the conception, study design and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Special contribution:

Petrova D.A. – design of the study, examination of patients, collection of material, analysis of the data obtained, writing the first version of the article;

Krutelev N.A. – collection of material and analysis of primary data;

Kenis V.M. – methodological support, editing the main text of the article.

Funding Source:

This study was not supported by any external sources of funding.

Disclosure:

The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Ethics Approval:

The authors state that all the procedures used in this paper comply with the ethical standards of the institutions that carried out the study and comply with the Fundamentals of Health Legislation of the Russian Federation, as well as with the Helsinki Declaration as revised in 2013. The study was approved by the local ethical committee of H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery (protocol No. 19-2 dated 04.12.2019).

Consent for Publication:

Consent of patients (their representatives) to the processing and publication of non-personalized data was obtained.

Список литературы/References

1. Brady R.J., John B. Dean J.B., Marc Skinner M.T., Gross M.T. Limb length inequality: clinical implications for assessment and intervention. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2003; 33(5): 221-234. <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2003.33.5.221>
2. Zuckerman S.L., Lai C.S. et al. Understanding the role of pelvic obliquity and leg length discrepancy in adult spinal deformity patients with coronal malalignment: unlocking the black box. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2022; (1): 1-9. <https://doi.org/10.3171/2021.10.SPINE21800>
3. Kobayashi K., Ando K. et al. Scoliosis caused by limb-length discrepancy in children. *Asian Spine Journal*. 2020; 14(6): 801 p. <https://doi.org/10.31616/asj.2019.0374>
4. Батршин И.Т., Садовая Т.Н. Разновысокость нижних конечностей с перекосом таза и фронтальная деформация позвоночника. Хирургия позвоночника. 2007; (3): 039-044. <https://doi.org/10.14531/ss2007.3.39-44> [Batrshin I.T., Sadovaya T.N. Lower limb length discrepancies with pelvic tilt and coronal deformity of the spine. *Spine Surgery*. 2007; (3): 039-044. <https://doi.org/10.14531/ss2007.3.39-44> (In Russ.)]
5. Sanhudo J.A.V., Gomes J.L.E. Association between leg length discrepancy and posterior tibial tendon dysfunction. *Foot & Ankle Specialist*. 2014; 7(2): 119-126. <https://doi.org/10.1177/1938640014522096>
6. Mahmood S., Huffman L.K., Harris J.G. Limb-length discrepancy as a cause of plantar fasciitis. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2010; 100(6): 452-455.
7. Golightly Y.M., Allen K.D., Helmick C.G., Renner J.B., Jordan J.M. Symptoms of the knee and hip in individuals with and without limb length inequality. *Osteoarthritis and cartilage*. 2009; 17(5): 596-600. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2008.11.005>
8. Harvey W.F., Yang M., Cooke T.D.V. et al. Association of leg-length inequality with knee osteoarthritis: a cohort study. *Annals of Internal Medicine*. 2010; 152(5): 287-295. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-152-5-201003020-00006>
9. Murray K.J., Azari M.F. Leg length discrepancy and osteoarthritis in the knee, hip and lumbar spine. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*. 2015; 59(3): 226-237.
10. Balik M.S., Kanat A., Erkut A., Ozdemir B., Batcik O.E. Inequality in leg length is important for the understanding of the pathophysiology of lumbar disc herniation. *Journal of Craniovertebral Junction & Spine*. 2016; 7(2): 87-90. <https://doi.org/10.4103/0974-8237.181829>
11. Moreno D'Amico M., Kinel E., Piero Roncoletta P. Leg Length Discrepancy and Nonspecific Low Back Pain: 3D Stereophotogrammetric Quantitative Posture Evaluation Confirms Positive Effects of Customized Heel-Lift Orthotics. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2021; (9): 743132. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.743132>
12. Kendall J.C., Bird A.R., Azari M.F. Foot posture, leg length discrepancy and low back pain—Their relationship and clinical management using foot orthoses—An overview. *The Foot*. 2014; 24(2): 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2014.03.004>
13. Khamis S., Carmeli E. Relationship and significance of gait deviations associated with limb length discrepancy: a systematic review. *Gait & Posture*. 2017; (57): 115-123. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.05.028>
14. Siebers H.L., Eschweiler J., Michalik R., Migliorini F., Tingart M., Betsch M. Biomechanical compensation mechanisms during stair climbing—The effect of leg length inequalities. *Gait & Posture*. 2022; (91): 290-296. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.10.030>
15. Buyukcaslan A., Abul K., Berk H., Yilmaz H. Leg length discrepancy and adolescent idiopathic scoliosis: clinical and radiological characteristics. *Spine Deformity*. 2022; 10(2): 307-314. <https://doi.org/10.1007/s43390-021-00417-0>
16. Shi Y., Pang h., Xu H., Li X., Cao Y. et al. Effects of orthotic insole on gait patterns in children with mild leg length discrepancy. *Gait & Posture*. 2022; (93): 191-197. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.02.003>
17. Tirtashi F.H., Eslami M., Taghipour M. Effect of shoe insole on the dynamics of lower extremities in individuals with leg length discrepancy during walking. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2022; (31): 51-56. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2022.03.006>
18. Aiona M., Patrick K.D., Khaled E., Robin D., Rosemary P. Gait patterns in children with limb length discrepancy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2015; 35(3): 280-284. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000262>
19. Vogt B., Gosheger G., Wirth T., Horn J., Rödl R. Leg length discrepancy -treatment indications and strategies. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2020; 117(24): 405-11. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0405>
20. Kim Y. Effect of correction of leg length discrepancy on the biomechanical characteristics of the pelvis and hip joints among standing workers. *Work*. 2022; 71(4): 1129-1136. <https://doi.org/10.3233/WOR-205160>
21. Bangarter C., Romkes J., Lorenzetti S. et al. What are the biomechanical consequences of a structural leg length discrepancy on the adolescent spine during walking? *Gait & Posture*. 2019; (68): 506-513. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.040>
22. Yong M.S., Park S.H. Leg length discrepancy to influence on kinematic changes of the pelvis and the hip during gait. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2019; 31(6): 368-371. <https://doi.org/10.18857/jkpt.2019.31.6.368>
23. Петрова Д.А., Кенис В.М. Оценка относительных параметров разновеликости нижних конечностей у детей при использовании временного эпифизедеза 8-образными пластинами. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2022; 10(2): 151-160. <https://doi.org/10.17816/PTORS104405> [Petrova D.A., Kenis V.M. Assessment of comparative parameters of leg length discrepancy in children using temporary epiphysiodesis with 8-plates. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2022; 10(2): 151-160. <https://doi.org/10.17816/PTORS104405> (In Russ.)]

DARA A. PETROVA ET AL. | ORIGINAL ARTICLE



С 1995 г. производим средства бальнео- и физиотерапии. Наши партнеры более 130 здравниц!



Хвойный



Скипидарный



Раствор бишофита



Фито-грязевый



Пантовый



Гиалуриновый



Розмарин + Каштан + Солодка
Для мышц и суставов



Нафталановый



Серный



Мелисса+Ромашка+Тимьян
Очищающий кожу



Валериана+Лаванда



Йодобромный



Каштан+Эвкалипт+Можжевеловый

Жидкие концентраты для ванн "Тонус+"

"ПК" "Технофит" г. Томск, тел. 8 (3822) 500 - 340; 8 - 800 - 201 - 22 - 42; tehnofit@mail.ru; www.tonusworld.ru