

А.Ю. Димитриева, В.М. Кенис

Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Среднесрочные результаты тренировок баланса тела у детей младшего школьного возраста с генерализованной гипермобильностью суставов и симптоматическим мобильным плоскостопием: когортное исследование

Автор, ответственный за переписку:

Димитриева Алёна Юрьевна, кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения КДЦ Клиники ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Минздрава России

Адрес: 197136, Санкт-Петербург, ул. Лахтинская, 12, тел.: +7 (812) 507-54-54, e-mail: aloyna17@mail.ru

Обоснование. На сегодняшний день остается открытым вопрос в отношении этиологии мобильного плоскостопия, в том числе у детей с генерализованной гипермобильностью суставов а также взаимосвязи мобильного плоскостопия и постурологического дисбаланса. Кроме того, недостаточно изучено, какие именно жалобы преобладают у детей с мобильным плоскостопием и гипермобильностью суставов, и ассоциированы ли имеющиеся жалобы с деформацией стоп. **Цель исследования** — оценить среднесрочные результаты влияния тренировок баланса тела на высоту продольного свода стоп и структуру жалоб у детей младшего школьного возраста с генерализованной гипермобильностью суставов. **Методы.** Исследование проводилось при участии 114 детей младшего школьного возраста (7–11 лет) с мобильным симптоматическим плоскостопием, которые были разделены на четыре группы: I — контрольная группа детей, не выполнявших тренировок; II — дети, выполнявшие стандартный комплекс лечебной физкультуры, рекомендуемый при плоскостопии; III — дети, выполнявшие специально разработанный комплекс упражнений для тренировки баланса тела; IV — дети, занимавшиеся на неустойчивой платформе. Обследование стоп включало: клиническую оценку формы и положения стоп (шкала FPI-6), тесты визуальной и мануальной мобильности, компьютерное сканирование с расчетом антропометрических индексов (по отсканированным изображениям стоп проводился расчет основных антропометрических параметров). Клиническая оценка равновесия осуществлялась согласно шкале BESS (Balance Error Scoring System) и компьютерной педобарометрии. Оценка структуры жалоб проводилась согласно Оксфордскому опроснику состояния стоп у детей. **Результаты.** Согласно шкале BESS, у детей контрольной группы достоверно увеличилось число ошибок при выполнении тестов по сравнению с первоначальными данными ($p = 0,034$). У детей второй группы статистически достоверных изменений получено не было ($p = 0,08$). Общее число ошибок, совершенных детьми третьей и четвертой групп на неустойчивой поверхности, снизилось в 2,9 раза и 3,4 раза соответственно ($p = 0,022$ и $p = 0,044$). У детей третьей и четвертой групп было отмечено уменьшение парциальной нагрузки на область медиального продольного свода в цикле шага в среднем в 2,0–3,5 раза по сравнению с первоначальными параметрами. Также дети третьей и четвертой групп продемонстрировали улучшение параметров в отношении формы и положения стоп в среднем в 1,3–1,7 раза выше по сравнению с параметрами стоп детей, выполнявших стандартный комплекс лечебной физкультуры ($p = 0,036$). Помимо этого, дети третьей и четвертой групп показали положительную динамику в отношении структуры имеющихся жалоб, в первую очередь физического и эмоционального компонента. **Заключение.** В данном исследовании впервые были продемонстрированы эффективность тренировок баланса тела в отношении увеличения высоты продольного свода стоп и положительная динамика в отношении структуры жалоб у детей младшего школьного возраста с генерализованной гипермобильностью суставов и симптоматическим мобильным плоскостопием.

Ключевые слова: плоскостопие, дети, тренировка баланса тела, гипермобильность суставов**Для цитирования:** Димитриева А.Ю., Кенис В.М. Среднесрочные результаты тренировок баланса тела у детей младшего школьного возраста с генерализованной гипермобильностью суставов и симптоматическим мобильным плоскостопием: когортное исследование. *Педиатрическая фармакология*. 2021;18(5):347–358. doi: 10.15690/pf.v18i5.2326

ОБОСНОВАНИЕ

Стопы человека благодаря особенностям их анатомического строения играют существенную роль в удержании массы тела человека в стабильном вертикаль-

ном положении [1]. Балансировочная функция стоп заключается в способности к поддержанию равновесия в статике и динамике и является существенным навыком, формирующимся у ребенка первых лет жизни [2].

Согласно данным литературы, у большинства людей продольный свод стопы формируется в первое десятилетие жизни, при этом до 15–20% взрослых людей имеют плоскостопие [3, 4]. Несмотря на распространенность состояния и большое количество проведенных исследований, этиология мобильных форм плоскостопия до сих пор остается источником дискуссий [5]. Многочисленными исследованиями было продемонстрировано, что у людей с генерализованной гипермобильностью суставов достоверно чаще отмечается снижение высоты медиального продольного свода стоп [6]. О. Е. и соавт. (2006) в своем исследовании продемонстрировали, что у детей с гипермобильностью суставов (более 4 баллов по шкале Бейтона) плоскостопие встречается в два раза чаще по сравнению с детьми без гипермобильности (27,6 и 13,4% соответственно) [7]. С.-J. Lin и соавт. (2001) при анализе данных детей дошкольного возраста отметили, что чем более выражена гипермобильность, тем ниже свод стопы [8].

Для того чтобы оценить выраженность гипермобильности суставов нижних конечностей, была разработана шкала LLAS (Lower Limbs Assessment Score — шкала оценки нижних конечностей), так как популяционная шкала Бейтона позволяет оценить преимущественно гипермобильность суставов верхних конечностей. Данная шкала включает оценку 12 основных параметров: от тазобедренного до плюснефаланговых суставов [9, 10].

Известно, что регуляция положения тела в пространстве обеспечивается тремя основными системами: зрительным и вестибулярным анализаторами, а также глубоко-

кой мышечно-суставной чувствительностью, рецепторы которой располагаются в области сухожилий, суставных поверхностей и обеспечивают ощущение положения тела в пространстве [11, 12].

По данным исследований, гипермобильность суставов ассоциирована со сниженной проприоцептивной чувствительностью, преимущественно в области коленных и межфаланговых суставов [13]. Так, Е. Aydin и соавт. в своем исследовании показали, что при наличии генерализованной гипермобильности параметры равновесия хуже, чем у людей без гипермобильности [14]. Помимо этого, у людей с генерализованной гипермобильностью суставов наблюдается мышечная гипотония [15]. Таким образом, при генерализованной гипермобильности отмечается дефицит активных (мышечная сила) и пассивных (сухожильно-связочный аппарат и проприоцептивная чувствительность) компонентов системы поддержания равновесия [16].

Под термином «баланс тела в вертикальной стойке» с точки зрения биомеханики подразумевается динамический процесс колебательных движений туловища в различных плоскостях. Наиболее часто используемым способом регистрации отклонений общего центра тяжести тела является стабилометрия [17, 18].

Для клинической оценки устойчивости в вертикальной стойке была разработана система оценки баланса на основании количества совершенных ошибок в позах неустойчивости — BESS (Balance Error Scoring System), которая первоначально применялась у спортсменов

Alena Yu. Dimitrieva, Vladimir M. Kenis

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

Medium-term Results of Body Balance Trainings in Primary School-Aged Children with Generalized Joint Hypermobility and Symptomatic Flexible Flatfoot: Cohort Study

Background. Flexible flatfoot etiology and its correlations with postural imbalance remain topical issues for now, especially in children with generalized joint hypermobility. Additionally, it is poorly known that complaints prevail in children with flexible flatfoot and joint hypermobility, and whether existing complaints are associated with foot deformation. **Objective.** The aim of the study is to estimate medium-term effects of body balance trainings on the height of longitudinal arch of the foot and on the complaints structure in primary school-aged children with generalized joint hypermobility. **Methods.** The study included 114 primary school-aged children (7–11 years old) with symptomatic flexible flatfoot who were divided into four groups: I — control group of children who did not perform training; II — children who performed standard complex of rehabilitation exercises recommended for flatfoot; III — children who performed a specially designed complex of exercises for body balance training; IV — children exercised on unstable platform. The foot examination included: clinical assessment of feet shape and position (FPI-6 scale), visual and manual mobility tests, computer scanning with calculation of anthropometric indices (basic anthropometric parameters were calculated from scanned foot images). Clinical evaluation of balance was carried out according to the BESS (Balance Error Scoring System) scale and computer pedobarometry. Assessment of complaints structure was carried out according to the Oxford Child Foot Condition Questionnaire. **Results.** Children of control group significantly increased the number of errors in performing tests compared to the baseline data ($p = 0.034$) according to the BESS scale. No statistically significant changes were obtained in children of the second group ($p = 0.08$). Total number of errors committed by children of third and fourth groups on unstable platform decreased by 2.9 times and 3.4 times, respectively ($p = 0.022$ and $p = 0.044$). Decrease in partial load on medial longitudinal arch of foot in step cycle in average by 2.0–3.5 times compared to baseline parameters was revealed in children of third and fourth groups. Moreover, children of third and fourth groups have shown improvement in parameters regarding the shape and position of the feet by average of 1.3–1.7 times higher compared to the parameters of the feet of children performing standard complex of rehabilitation exercises ($p = 0.036$). **Conclusion.** This study has shown the efficacy of body balance training in increasing the height of longitudinal arch of the foot and good dynamics in the structure of complaints in primary school-aged children with generalized joint hypermobility and symptomatic flexible flatfoot. **Keywords:** flatfoot, children, body balance training, joint hypermobility

For citation: Dimitrieva Alena Yu., Kenis Vladimir M. Medium-term Results of Body Balance Trainings in Primary School-Aged Children with Generalized Joint Hypermobility and Symptomatic Flexible Flatfoot: Cohort Study. *Pediatricheskaya farmakologiya — Pediatric pharmacology.* 2021;18(5):347–358. (In Russ). doi: 10.15690/pf.v18i5.2326

для диагностики сотрясения головного мозга [19]. В связи с простотой использования данная система впоследствии была валидирована в качестве средства оценки равновесия, в т.ч. у детей [20]. Данная система представляет собой оценку равновесия поочередно на двух поверхностях (пол, мат) и в трех различных положениях (стоя ноги вместе; стоя на одной ноге; стоя в танDEMной позе): чем больше ошибок совершает тестируемый, тем хуже равновесие. К таким ошибкам относятся открытие глаз, отнятие рук от передней верхней подвздошной ости, шаг в сторону или падение, отведение бедра больше чем на 30°, отнятие носка или пятки от поверхности, неспособность занять нужную позицию более пяти секунд [21]. С помощью этой системы оценки изучалось влияние различных вариантов тренировок на динамику баланса тела [22]. Одним из методов тренировки баланса является использование нестабильных платформ различной конструкции, обеспечивающих удобство выполнения упражнений, в том числе и в домашних условиях [23].

Помимо неустойчивости в вертикальной позе при выполнении специальных тестов и снижения высоты продольного свода стоп, у детей с генерализованной гипермобильностью суставов достоверно чаще встречаются жалобы на боли. Так, М.С. Scherer и соавт. продемонстрировали, что боли в стопах у этой категории пациентов наблюдаются в 64% случаев, боли в коленных суставах — в 73% обращений [24].

В зависимости от наличия или отсутствия жалоб у ребенка выделяют соответственно симптоматические и бессимптомные формы плоскостопия [25]. При этом авторы большинства публикаций, посвященных анализу качества жизни детей с плоскостопием, отмечают только наличие или отсутствие жалоб на боли в стопах, не учитывая сопутствующие состояния [26]. Несомненно, данный подход не способен в полной мере оценить влияние таких дополнительных факторов, как генерализованная гипермобильность, на структуру имеющихся жалоб у детей с плоскостопием.

Для оценки структуры жалоб у детей с патологией стоп (в т.ч. у детей с гипермобильным синдромом) С. Morris и соавт. (2008) разработали специальную анкету — Оксфордский опросник состояния стопы у детей, которая имеет детскую и родительскую версии [27].

Таким образом, на сегодняшний день остаются открытыми ряд важных практических и теоретических вопросов, касающихся взаимосвязи мобильного плоскостопия у детей и нарушений у них баланса тела. Кроме того, недостаточно изучено, какие именно жалобы преобладают у детей с мобильным плоскостопием и влияет ли сочетание плоскостопия с фоновой генерализованной гипермобильностью суставов на характер этих жалоб.

Цель исследования

Цель настоящей работы — оценка среднесрочных результатов влияния тренировок баланса тела на высоту продольного свода стоп и структуру жалоб у детей младшего школьного возраста с генерализованной гипермобильностью суставов.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено когортное исследование.

Условия проведения исследования

Группы исследуемых детей были сформированы при профилактическом осмотре школьников в одной из школ Пушкинского района (г. Санкт-Петербург), а также

из пациентов, обратившихся в ГБУЗ «Детская городская поликлиника № 29» и консультативно-диагностическое отделение Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России с мая 2017 до июня 2018 г.

Оценка результатов проводилась в установленные нами сроки: после 4, 12 и 24 нед ежедневных занятий и через 6 мес после окончания тренировок у детей II–IV групп и в такие же временные интервалы — у группы наблюдения.

Критерии соответствия

Критерии включения в основные и контрольную группы:

- возраст 7–11 лет 6 мес;
- гипермобильность по шкале Бейтона 5 и более баллов, по шкале LLAS — 12 и более баллов;
- наличие плоскостопия (FPI \geq 8 баллов);
- мобильность деформации;
- наличие жалоб на боли в стопах и быструю утомляемость (Оксфордский опросник состояния стоп у детей: физический компонент \leq 15 баллов, эмоциональный компонент \leq 9 баллов);
- отсутствие ранее проведенных оперативных вмешательств на стопах, отсутствие неврологических заболеваний [10].

Описание критериев соответствия (диагностические критерии)

Диагностическое обследование стоп подразумевало под собой клиническую оценку формы и положения стоп (шкала FPI-6 — Foot Posture Index), тесты визуальной и мануальной мобильности, компьютерное сканирование с расчетом антропометрических индексов по медиальной поверхности стопы (подометрический индекс, индекс высоты свода) [28].

Оценка равновесия у детей заключалась в клинической оценке согласно шкале BESS и компьютерной педобарометрии, которые проводились по методике, предложенной ранее в литературе («ДиаСлед-М», ООО «ДиаСервис») [29].

Оценка структуры жалоб проводилась согласно Оксфордскому опроснику оценки состояния стоп у детей [30].

Под мобильным плоскостопием понималось снижение высоты свода стопы, не сопровождающееся ограничением амплитуды движений в суставах стопы и голеностопном суставе при мануальной и визуальной оценке.

Симптоматическим мобильным плоскостопием мы считали плоскостопие, при котором оценка, согласно Оксфордскому опроснику, составляет менее 9 баллов по эмоциональному компоненту и менее 15 баллов — по физическому [10].

Подбор участников в группы

Материалом работы послужили данные обследования 114 детей младшего школьного возраста (7–11 лет) с мобильным симптоматическим плоскостопием. С целью сравнительного анализа эффективности предложенных нами тренировок и стандартного комплекса лечебной физкультуры нами было сформировано четыре группы:

- I — контрольная группа детей, не выполнявших тренировок (30 человек);
- II — дети, выполнявшие стандартный комплекс лечебной физкультуры, рекомендуемый при плоскостопии (30 человек);

- III — дети, выполнявшие специально разработанный комплекс упражнений для тренировки устойчивости в вертикальной позе (общий баланс тела) (28 человек);
- IV — дети, занимавшиеся на неустойчивой платформе (26 человек).

Отбор детей в группы проходил следующим образом: после осмотра детей каждому участнику был присвоен уникальный номер, при помощи генератора случайных чисел (<https://randstuff.ru/number/>) каждый участник был определен в группу в соответствии со своим номером — сначала проводился отбор участников в I группу и так далее.

Дети II группы выполняли стандартный комплекс лечебной физкультуры, рекомендованный при плоскостопии, в условиях групповых занятий в ГБУЗ «Детская городская поликлиника № 29» [31].

Для детей III группы был разработан специальный комплекс упражнений для тренировки баланса тела, преимущественно во фронтальной плоскости (см. приложение).

Пример использованной для тренировок нестабильной платформы у детей IV группы представлен на рис. 1.

Средняя продолжительность занятий у детей II–IV групп составляла 20 мин ежедневно. Данный временной интервал тренировок определен с целью повышения комплаентности. Одновременное занятие более 20 мин способствовало снижению мотивации и пропуску тренировок.

Целевые показатели исследования

Основной показатель исследования

Параметры стоп у детей четырех групп согласно шкале FPI-6, компьютерной плантографии и антропометрии,

параметры баланса тела согласно шкале BESS и компьютерной педобарометрии, структура жалоб у детей согласно Оксфордскому опроснику оценки состояния стопы в динамике (до и после тренировок либо в течение периода наблюдения у детей контрольной группы).

Методы измерения целевых показателей

В первой части исследования у всех детей четырех групп были проведены сбор анамнеза с выяснением жалоб со стороны стоп (боли в области стоп, утомляемость — Оксфордский опросник оценки состояния стопы у детей) и определение уровня гипермобильности (шкала Бейтона, шкала оценки гипермобильности нижних конечностей LLAS). Следующий этап диагностики заключался в оценке высоты медиального продольного свода стоп. Для этого нами были проведены клинический осмотр с визуальной оценкой формы и положения стоп согласно шкале FPI-6, антропометрия, компьютерная плантография в трех плоскостях — подошвенной, медиальной боковой и задней с расчетом основных плантографических индексов. Для определения мобильности плоскостопия были использованы тесты визуальной и мануальной мобильности.

С целью дальнейшей сравнительной оценки данных параметров до и после тренировок, а также с течением времени нами было проведено фотографирование стоп пациентов в строго определенных ракурсах и положениях.

Для оценки распределения нагрузки по поверхности стоп в цикле шага, стоя при вертикальной нагрузке и при балансировании на нестабильной платформе и для определения эффективности тренировок была проведена компьютерная педобарометрия с помощью стелек-вкладышей, помещающихся в обувь пациента и оснащенных тензOMETрическими датчиками.

Для сравнительного анализа данных общего баланса тела пациентов до и после тренировок проведена оценка с помощью специальной клинической системы (шкала BESS).

Вторая часть исследования включала в себя сравнительный анализ эффективности специальных тренировок (стандартный комплекс лечебной физкультуры, специально разработанный комплекс тренировок общего баланса тела, тренировки на нестабильной платформе). Для анализа эффективности тренировок нами осуществлялись балльная оценка формы и положения стопы согласно шкале FPI-6, компьютерная плантография в трех проекциях, компьютерная педобарометрия (приборно-аппаратный комплекс «Диаслед-Скан», модули «ПлантаСкан» и «ДиаследСкан»), клиническая балльная оценка положения тела в пространстве с помощью шкалы BESS.

Статистические процедуры

Принципы расчета размера выборки

Размер объема выборки заранее не рассчитывался.

Статистические методы

Полученные в процессе выполнения работы клинические результаты подверглись статистической обработке с использованием программы IBM SPSS Statistics v.23 (IBM, США). Определение принадлежности данных закону нормального распределения проводили при помощи критериев Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка с расчетом стандартного отклонения и средних значений. Данные, не соответствующие распределению Гаусса, оценивались с помощью критериев непараметрической статистики с расчетом медиан. Сравнение количественных параметров (возраст, шкалы) в исследуемых группах

Рис. 1. Пациент А. (IV группа детей), 8 лет
Fig. 1. Patient A. (IV group of children), 8 years old



осуществлялось с использованием критерия Манна–Уитни, сравнение результатов проводилось при помощи критерия Стьюдента

Этическая экспертиза

Исследование одобрено Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова (протокол № 2 от 12.02.2020).

Законные представители пациентов дали добровольное согласие на участие в исследовании и публикацию данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Формирование выборки исследования

Алгоритм обследования детей представлен на схеме (рис. 2).

Дети, соответствующие по возрасту, величине и мобильности деформации, выраженности гипермобильности суставов, были включены в исследование.

Характеристики выборки (групп) исследования

Характеристика пациентов основных и контрольной групп исследования представлена в табл. 1.

Как видно по данным, представленным в табл. 1, группы сопоставимы по полу, возрасту, величине гипермобильности и выраженности деформации стоп, что позволяет нам проводить сравнительный анализ результатов, полученных в рамках данного исследования.

Рис. 2. Алгоритм обследования пациентов
Fig. 2. Patient examination algorithm

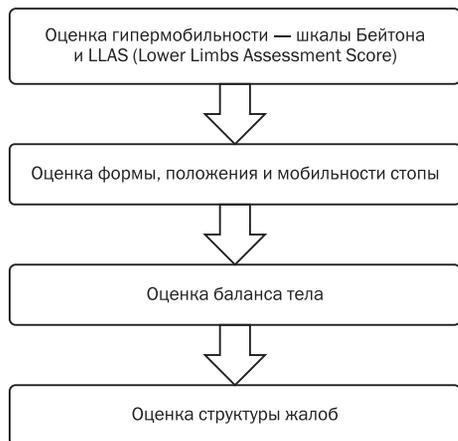


Таблица 1. Характеристика пациентов основных и контрольной групп исследования
Table 1. Characteristics of patients in the main and control groups of the study

Параметры	Группы пациентов			
	I (группа сравнения)	II (ЛФК)	III (упражнения для тренировки баланса)	IV (нестабильная платформа)
Количество пациентов/стоп в группе	30/60	30/60	28/56	26/52
Соотношение полов, мальчики/ девочки	14/16	15/15	15/13	14/12
Средний возраст, лет	8,7 ± 1,52	8,9 ± 1,5	8,9 ± 1,36	8,7 ± 1,3
FPI-6	9,37 ± 1,63	9,2 ± 1,84	9,67 ± 1,58	9,8 ± 1,45
Гипермобильность по шкале Бейтона	7,3 ± 1,4	6,9 ± 1,1	7,7 ± 1,9	7,8 ± 1,5
Гипермобильность по шкале LLAS	16,1 ± 1,55	15,5 ± 1,3	16,8 ± 1,72	15,9 ± 1,6

Примечание. $p > 0,05$.
Note. $p > 0,05$.

Основные результаты исследования

Оценка результатов проводилась в установленные нами сроки: после 4, 12 и 24 нед ежедневных занятий и через 6 мес после окончания тренировок у детей II–IV групп и в такие же временные интервалы — у группы наблюдения.

Результаты влияния тренировок на параметры устойчивости в вертикальной позе

В первую очередь нами была проведена клиническая оценка баланса тела у детей четырех групп согласно шкале BESS, которая была нами адаптирована и переведена на русский язык.

Результаты данной оценки представлены в табл. 2.

Как видно по данным, представленным в табл. 2, у детей первой группы статистически достоверно увеличилось число ошибок при выполнении теста как на твердой, так и на нестабильной поверхности по сравнению с первоначальными данными ($p = 0,034$). В отношении второй группы детей, выполнявших стандартный комплекс лечебной физкультуры, статистически достоверных изменений получено не было ($p = 0,08$). С другой стороны, дети третьей и четвертой групп совершали достоверно меньшее количество ошибок уже через 1 мес тренировок. Так, общее число ошибок, совершенных детьми третьей группы на неустойчивой поверхности, снизилось на 33,3% за 1-й мес ($p = 0,0071$), а через 6 мес снижение количества выполненных ошибок составило 65,4% ($p = 0,022$). В то же время улучшение параметров устойчивости детей четвертой группы составило 36,9% за 1-й мес тренировок ($p = 0,001$) и 71,4% — спустя 6 мес тренировок ($p = 0,044$). Также у детей третьей и четвертой групп не было отмечено статистически достоверного регресса результатов спустя 6 мес после окончания тренировок.

Таким образом, дети первой группы, не выполнявшие каких-либо упражнений, продемонстрировали ухудшение параметров баланса тела в позах неустойчивости; дети второй группы не показали статистически достоверных изменений; в то время как тренировки баланса тела способствовали улучшению устойчивости в вертикальной позе как при выполнении специальных упражнений, так и при занятиях на нестабильной платформе (дети третьей и четвертой групп) по результатам клинической системы оценки баланса тела BESS.

Следующим этапом оценки результатов проводимых тренировок был анализ параметров, полученных

при помощи компьютерной педобарометрии при исследовании стоя в вертикальном положении и в цикле шага.

У детей контрольной группы не было отмечено статистически достоверных изменений распределения нагрузки по поверхности стоп. Дети второй группы продемонстрировали статистически достоверное ($p = 0,041$) снижение парциальной нагрузки на медиальный продольный свод в фазу опоры на 4,5% через 3 мес тренировок. В то же время результаты детей данной группы имели регресс в последующие 6 мес наблюдения на 2,9%, приблизившись к значениям суммарной нагрузки до тренировок. С другой стороны, параметры суммарной нагрузки веса тела на медиальный продольный свод в фазу опоры у детей, выполнявших упражнения для тренировки баланса тела, продемонстрировали статистически достоверное изменение уже через 3 мес тренировок. Так, основной коэффициент медиолатерального соотношения в области свода у детей третьей группы снизился в 1,7 раза ($p = 0,027$), а у детей четвертой группы суммарная нагрузка на медиальный продольный свод снизилась в 2,7 раза. Это свидетельствует о формировании правильного биомеханического паттерна походки, при котором нагрузка веса тела в фазу опоры приходится преимущественно на латеральный край стопы. Стоит подчеркнуть, что достигнутый результат тренировок сохранился через 6 мес наблюдения, и не было отмечено статистически достоверного регресса.

Для того чтобы наглядно продемонстрировать динамику изменений коэффициента медиолатерального соотношения в области свода в цикле шага у детей четырех групп, ниже приведена столбчатая диаграмма (рис. 3).

Представленные на рис. 3 данные демонстрируют, что у детей первой группы не отмечается статистически достоверных изменений коэффициента нагрузки на область медиального продольного свода. Результаты детей, выполнявших лечебную физкультуру, показывают статистически достоверное изменение коэффициента в латеральную сторону, но среднее значение данного параметра по-прежнему соответствует прона-

ционному положению стопы. С другой стороны, результаты детей, выполнявших тренировки баланса тела (третья и четвертая группы), соответствуют статистически достоверным изменениям в отношении распределения нагрузки по поверхности стопы. Так, коэффициент медиолатерального соотношения в области свода у детей третьей группы снизился в 2,01 раза, а у детей четвертой группы — в 3,53 раза по сравнению с первоначальными параметрами за 6 мес тренировок без регресса в последующие полгода наблюдения.

Таким образом, результаты детей, выполнявших тренировки баланса тела, продемонстрировали формирование правильного биомеханического паттерна распределения нагрузки по поверхности стоп.

Результаты влияния тренировок на форму и положение стоп

Оценка формы и положения, а также высоты продольного свода стоп у детей четырех групп проводилась на основании клинического обследования (шкала FPI-6)

Рис. 3. Динамика коэффициента медиолатерального соотношения в области свода у детей четырех групп: 0 — первоначальные значения коэффициента; 6 — через 6 мес тренировок; 12 — через 6 мес наблюдения после окончания тренировок

Fig. 3. Dynamics of the mediolateral ratio coefficient of the foot arch in children of four groups: 0 — initial values of the coefficient; 6 — after 6 months of training; 12 — 6 months of observation after training

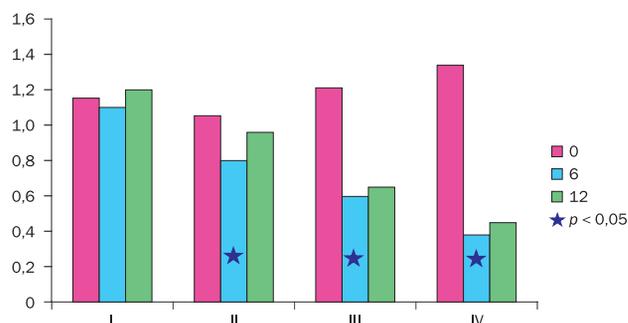


Таблица 2. Параметры устойчивости согласно шкале BESS у детей четырех групп в течение года

Table 2. Parameters of the clinical stability according to the BESS scale in children of four groups during the one year

Положение	n	До тренировок		Через 1 мес		Через 3 мес		Через 6 мес		Через 6 мес без тренировок	
		M	σ	M	σ	M	σ	M	σ	M	σ
I группа											
Пол	30	10,8	3,3	11,4	2,9	12,5	2,7	12,9	2,4	13,5*	3,7
Мат	30	16,5	4,2	17,1	3,7	16,9	3,8	17,7	3,2	19,4*	2,9
II группа											
Пол	30	12,7	3,1	11,8	2,8	12,5	3,0	11,3	3,5	12,2	2,9
Мат	30	16,3	2,9	17,2	2,5	17,8	2,2	16,6	2,8	17,1	1,8
III группа											
Пол	28	11,2	3,9	8,1*	1,8	4,2**	2,5	3,0*	1,7	3,7	1,8
Мат	28	15,9	5,9	10,6*	3,1	7,8**	1,3	5,5*	1,4	5,8	1,5
IV группа											
Пол	26	11,8	1,9	7,4*	1,5	3,3**	1,9	2,8	1,8	3,5	2,3
Мат	26	17,9	2,8	11,3**	2,2	8,6*	2,1	5,3*	1,5	6,0	2,1

Примечание. M — среднее арифметическое значение; σ — стандартное отклонение; p — достоверность различий; «Пол» — выполнение тестов на твердой поверхности; «Мат» — выполнение тестов на неустойчивой поверхности; <*> — $p < 0,05$; <***> — $p < 0,01$.

Note. M — mean; σ — standard deviation; p — probability value; «Floor» — testing on a hard surface; «Mat» — execution of tests on an unstable surface; <*> — $p < 0,05$; <***> — $p < 0,01$.

и антропометрических параметров (подометрический индекс, индекс высоты свода).

Результаты динамики суммарных значений согласно шкале FPI-6 у анализируемых групп детей представлены в табл. 3.

Как видно по данным, представленным в табл. 3, у детей первой группы отсутствуют статистически достоверные изменения формы и положения стоп в течение периода наблюдения — 1 год ($p = 0,083$). В то же время по результатам группы детей, выполнявших лечебную физкультуру, отмечается положительная динамика за 6 мес ежедневных занятий, но в целом стопа также соответствует выраженному пронационному положению (7,74–8,37 балла) ($p = 0,047$). В то же время у детей второй группы наблюдался статистически достоверный регресс результатов в течение 6 мес после окончания тренировок ($p = 0,039$). В противоположность этому результаты детей, выполнявших тренировку баланса тела, продемонстрировали статистически достоверное улучшение суммарных параметров в отношении формы и положения стопы в 1,65 и 2,0 раза соответственно по сравнению с данными параметрами до тренировок, приблизившись по суммарной оценке к среднепопуляционному значению для данного возраста ($4,7 \pm 2,9$ и $4,9 \pm 0,83$ балла соответственно) ($p = 0,001$ и $p = 0,0023$). При этом в дальнейшем не произошло статистически достоверного регресса результатов согласно шкале FPI-6 ($p = 0,09$ и $p = 0,07$).

Таким образом, нами была показана эффективность тренировок баланса тела в отношении параметров формы и положения стопы у детей с плоскостопием на фоне гипермобильности по сравнению со стандартным комплексом лечебной физкультуры. Возможно, это связано с тем, что тренировки баланса тела как воздействуют на активные факторы поддержания равновесия (мышцы

голен и стопы), так и способствуют формированию правильного пострального стереотипа, тем самым улучшая в том числе сознательный контроль положения стопы. Данный факт также объясняет отсутствие статистически достоверного регресса у детей третьей и четвертой групп в течение 6 мес после окончания тренировок.

Результаты пациента четвертой группы в отношении уменьшения выраженности вальгусного отклонения заднего отдела стоп спустя 3 мес тренировок представлены на рис. 4.

Помимо клинической оценки формы и положения стоп, нами была проведена оценка подометрического индекса и индекса высоты свода стопы. Результаты оценки этих показателей представлены в табл. 4.

Как видно по представленным в таблице данным, результаты у детей первой группы не продемонстрировали статистически достоверной разницы с первоначальными показателями. У детей второй группы отмечалась положительная динамика в отношении высоты продольного свода после 3 мес упражнений ($p < 0,05$) с регрессом результатов в течение 6 мес. В то же время результаты детей, выполнявших упражнения для тренировки баланса тела, продемонстрировали статистически достоверное увеличение высоты медиального продольного свода после 3 мес ежедневных тренировок на 48,5 и 48,1% соответственно. Также дети третьей и четвертой групп не продемонстрировали статистически достоверного снижения высоты свода в течение 6 мес наблюдения после окончания тренировок.

Результаты влияния тренировок на структуру жалоб

Анализ динамики структуры жалоб у детей четырех групп проводился на основании данных, полученных при помощи Оксфордского опросника оценки состояния стопы у детей.

Рис. 4. Положение оси пяточной кости: А — до тренировки на нестабильной платформе; Б — через 3 мес ежедневных занятий на нестабильной платформе

Fig. 4. Rearfoot valgus: A — before training on an unstable platform; B — after 3 months of daily training on an unstable platform



Таблица 3. Результаты оценки согласно шкале FPI-6 у детей четырех групп в динамике

Table 3. The results of assessment according to FPI-6 in children of four groups over time

Группы детей	n	До		1		3		6		12	
		M	σ	M	σ	M	σ	M	σ	M	σ
I	30	9,37	1,63	9,73	1,23	9,8	1,2	9,9	1,15	10,03	1,03
II	30	9,2	1,84	8,3*	2,02	7,9*	1,7	7,74*	1,65	8,37*	1,47
III	28	9,67	1,58	8,13*	1,55	6,83**	0,91	5,83**	0,99	5,9	0,92
IV	26	9,8	1,45	7,76**	1,1	6,57*	0,86	4,9**	0,83	5,1	0,66

Примечание. n — число опрошенных участников; M — среднее арифметическое значение; σ — стандартное отклонение; p — достоверность различий; <*> — $p < 0,05$; <***> — $p < 0,01$.

Note. n — is the number of interviewed participants; M — arithmetic mean; σ — standard deviation; p — probability value; <*> — $p < 0,05$; <***> — $p < 0,01$.

Таблица 4. Результаты оценки антропометрических показателей у четырех групп детей в течение года
Table 4. The results of the estimation of anthropometric indices in four groups of children during the year

Гр.	До		1		3		6		12	
	PI	AHI								
	$M \pm \sigma$									
I	6,78 ± 0,9	0,25 ± 0,01	6,76 ± 0,85	0,24 ± 0,02	7,1 ± 0,82	0,25 ± 0,02	7,0 ± 0,71	0,25 ± 0,03	6,8 ± 0,65	0,24 ± 0,01
II	6,72 ± 0,8	0,25 ± 0,01	7,27 ± 0,77	0,25 ± 0,013	7,85* ± 0,66	0,26* ± 0,01	7,57 ± 0,64	0,25 ± 0,012	6,64* ± 0,75	0,25 ± 0,013
III	6,68 ± 0,8	0,25 ± 0,01	7,85* ± 0,66	0,26* ± 0,01	9,92** ± 1,1	0,28* ± 0,01	10,44* ± 0,9	0,3* ± 0,02	10,1 ± 0,8	0,3 ± 0,01
IV	6,82 ± 0,6	0,25 ± 0,013	8,27** ± 0,4	0,26* ± 0,01	10,1** ± 0,7	0,29** ± 0,01	10,6* ± 0,85	0,3* ± 0,01	10,2 ± 0,76	0,3 ± 0,04

Примечание. Гр. — группы; n — число опрошенных участников; M — среднее арифметическое значение; σ — стандартное отклонение; p — достоверность различий; PI — подометрический индекс; AHI — индекс высоты свода.
Note. Gr. — groups; n — is the number of interviewed participants; M — arithmetic mean; σ — standard deviation; p — probability value; PI — podometric index; AHI — arch height index.

Для того чтобы наглядно продемонстрировать полученные результаты, ниже приведена столбчатая диаграмма, иллюстрирующая средние значения баллов физического и эмоционального компонентов структуры жалоб у детей четырех групп в течение 6 мес (рис. 5).

Как видно по представленным на диаграмме данным, дети из контрольной группы продемонстрировали постепенное уменьшение суммарного значения баллов физического и эмоционального компонентов структуры жалоб в течение 6 мес. Так, общее снижение физического компонента жалоб составило 6,7%, а эмоционального — 16,2%, приблизившись к стабильной отметке. Такая тенденция, вероятно, обусловлена постепенным увеличением интенсивности жалоб с возрастом. У детей второй группы было отмечено снижение интенсивности жалоб в отношении физического компонента (+15,4%). Необходимо отметить, что данное улучшение было закономерным в связи с тем, что упражнения увеличивали силу и выносливость мышц нижних конечностей, преимущественно трехглавой мышцы голени, что, в свою очередь, повысило общую выносливость при беге, прыжках, ходьбе.

Результаты детей, выполнявших упражнения для тренировки равновесия, продемонстрировали улучшение параметров как физического (+53,8 и +49,2% соответственно), так и эмоционального компонента (+69,2 и +68,1% соответственно). Вероятно, это ассоциировано с тем, что упражнения, помимо улучшения физических параметров и силы мышц, способствовали формированию правильного пострального стереотипа. Также дети отмечали субъективное улучшение походки через 6 мес тренировок.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

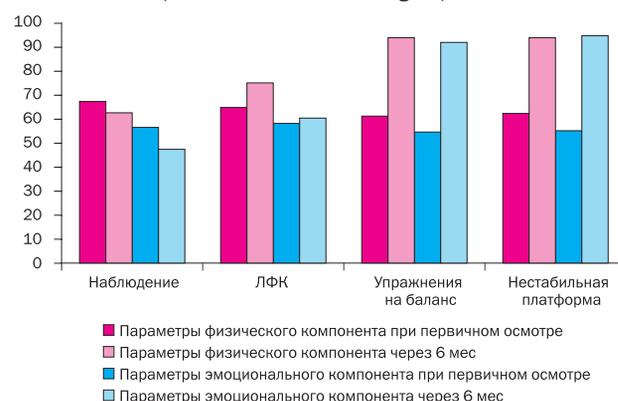
Суммируя сказанное, можно отметить, что тренировки баланса тела (как специально разработанный комплекс упражнений, так и занятия на нестабильной платформе) способствовали не только формированию правильного стереотипа положения стопы, но и снижению интенсивности жалоб как физического, так и эмоционального характера.

Ограничения исследования

Основным ограничением исследования является оценка параметров стоп только у детей младшего школьного возраста с генерализованной гипермобильностью суставов. Дети с мобильным плоскостопием,

Рис. 5. Динамика физического и эмоционального параметров структуры жалоб у детей четырех групп в течение 6 мес

Fig. 5. Dynamics of physical and emotional parameters of the structure of complaints in children of four groups within 6 months



но без гипермобильности и относящиеся к иной возрастной группе не принимали участия в исследовании.

Интерпретация результатов исследования

В настоящее время описано большое число методик и комплексов физических упражнений для детей младшего школьного возраста с плоскостопием. Данный возраст является предпочтительным из-за интенсивного этапа формирования продольного свода стоп, а также в связи с тем, что дети способны активно участвовать в лечебном процессе [31]. Многочисленными работами было показано, что дошкольный и младший школьный возраст являются более подходящими для вовлечения в физические тренировки [32, 33]. Вместе с этим научные работы некоторых авторов демонстрируют отсутствие эффективности традиционных методик лечебной физкультуры в отношении имеющегося плоскостопия в связи с тем, что данные упражнения не учитывают имеющийся мышечный дисбаланс [34, 35].

С другой стороны, результаты нашего исследования продемонстрировали эффективное влияние тренировок на улучшение баланса тела, увеличение высоты продольного свода стоп и снижение интенсивности имеющихся жалоб у детей младшего школьного возраста с генерализованной гипермобильностью суставов.

Так, согласно клинической системе оценки баланса тела BESS, у детей контрольной группы достоверно уве-

личилось число ошибок при выполнении тестов по сравнению с первоначальными результатами ($p = 0,034$), что соответствует имеющимся в литературе данным [18]. В то же время ухудшение параметров устойчивости в вертикальной позе не было клинически значимым. При этом у детей второй группы статистически достоверных изменений получено не было ($p = 0,08$). Стоит отметить, что общее число ошибок, совершенных детьми третьей и четвертой групп на неустойчивой поверхности, снизилось в 2,9 раза и 3,4 раза соответственно ($p = 0,022$ и $p = 0,044$).

По данным нашего исследования, тренировки баланса тела способствовали формированию правильного биомеханического паттерна в статике и динамике. Так, у детей третьей и четвертой групп было отмечено уменьшение парциальной нагрузки на область медиального продольного свода в цикле шага в среднем в 2,0–3,5 раза по сравнению с первоначальными параметрами.

Дети третьей и четвертой групп продемонстрировали улучшение параметров в отношении формы и положения стоп в среднем в 1,3–1,7 раза выше по сравнению с параметрами стоп детей, выполнявших стандартный комплекс лечебной физкультуры ($p < 0,05$).

Суммируя сказанное, необходимо отметить, что тренировки баланса тела у детей (как специальные упражнения, так и занятия на нестабильной платформе) способствовали формированию высоты продольного свода стоп, а также сохранению данного результата в последующие 6 мес наблюдения после окончания тренировок. Данный факт, вероятно, обусловлен формированием правильного пострального стереотипа положения стопы у детей, в том числе вследствие улучшения сознательного контроля положения стопы.

Помимо улучшения пострального стереотипа и увеличения высоты свода стоп, у детей третьей и четвертой групп было отмечено статистически достоверное уменьшение интенсивности жалоб. Так, согласно Оксфордскому опроснику оценки состояния стопы, дети данных групп продемонстрировали положительную динамику в отношении структуры имеющихся жалоб, в первую очередь физического и эмоционального компонента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно данным литературы, мобильное асимптотическое плоскостопие является закономерным этапом формирования продольного свода стоп у детей. В то же время у детей с генерализованной гипермобильностью

суставов достоверно чаще встречается уплощение продольного свода стоп. Поза с избыточной пронацией стоп у детей с гипермобильностью суставов обусловлена не только повышенной растяжимостью капсульно-связочного аппарата, но и дефицитом общего баланса тела. В данном исследовании впервые были продемонстрированы эффективность тренировок баланса тела в отношении увеличения высоты продольного свода стоп и положительная динамика в отношении структуры жалоб у детей младшего школьного возраста с генерализованной гипермобильностью суставов. Таким образом, как упражнения для тренировки баланса тела, так и занятия на нестабильной платформе могут быть использованы у детей младшего школьного возраста с мобильной формой симптоматического плоскостопия на фоне генерализованной гипермобильности.

ВКЛАД АВТОРОВ

А.Ю. Дмитриева — участие в разработке дизайна и методологии исследования, сбор и обработка данных, анализ литературных источников, написание текста статьи.

В.М. Кенис — участие в разработке дизайна и методологии исследования, редактирование текста статьи.

AUTHORS' CONTRIBUTION

Alena Yu. Dimitrieva — participation in study design and methodology development, data collection and processing, literature review, writing.

Vladimir M. Kenis — participation in study design and methodology development, editing.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Не указан.

FINANCING SOURCE

Not specified.

РАСКРЫТИЕ ИНТЕРЕСОВ

Авторы подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

DISCLOSURE OF INTEREST

Not declared.

ORCID

А.Ю. Дмитриева

<https://orcid.org/0000-0002-3610-7788>

В.М. Кенис

<https://orcid.org/0000-00027651-8485>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Rao S, Riskowski JL, Hannan MT. Musculoskeletal conditions of the foot and ankle: Assessments and treatment options. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2012;26(3):345–368. doi: 10.1016/j.berh.2012.05.009
- Beliche de Oliveira TW, Hamu da Silva TCD, Noleto dos Santos R, et al. Intra- and inter-rater reliability in the assessment and classification of the longitudinal plantar arch of children 6 to 10 years of age. *Motriz. Revista de Educação Física*. 2021;27(3):e10200151. doi: 10.1590/s1980-657420210000151
- Stavlas P, Grivas TB, Michas C, et al. The Evolution of Foot Morphology in Children Between 6 and 17 Years of Age: A Cross-Sectional Study Based on Footprints in a Mediterranean Population. *J Foot Ankle Surg*. 2005;44(6):424–428. doi: 10.1053/j.jfas.2005.07.023
- Volpon JB. Footprint Analysis During the Growth Period. *J Pediatr Orthop*. 1994;14(1):83–85. doi: 10.1097/01241398-199401000-00017
- Nemeth B. The Diagnosis and Management of Common Childhood Orthopedic Disorders. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2011;41(1):2–28. doi: 10.1016/j.cppeds.2010.10.004
- Mato H, Berde T, Hasson N, et al. A review of symptoms associated with Benign Joint Hypermobility Syndrome in children. *Pediatr Rheumatol*. 2008;6(Suppl 1):P155. doi: 10.1186/1546-0096-6-s1-p155
- El O, Akcali O, Kosay C, et al. Flexible flatfoot and related factors in primary school children: a report of a screening study. *Rheumatol Int*. 2006;26(11):1050–1053. doi: 10.1007/s00296-006-0128-1
- Lin C-J, Lai K-A, Kuan T-S, Chou Y-L. Correlating Factors and Clinical Significance of Flexible Flatfoot in Preschool Children. *J Pediatr Orthop*. 2001;21(3):378–382. doi: 10.1097/01241398-200105000-00022
- Ferrari J, Parslow C, Lim E, Hayward A. Joint hypermobility: the use of a new assessment tool to measure lower limb hypermobility. *Clin Exp Rheumatol*. 2005;23(3):413–420.
- Димитриева А. Ю. *Мобильное плоскостопие у детей младшего школьного возраста*: дис. ... канд. мед. наук. — СПб; 2020. [Dimitrieva AYU. *Mobil'noe ploskostopie u detej mladshogo shkol'nogo vozrasta*. [dissertation]. St. Petersburg; 2020. (In Russ).] Доступно по: <http://dissovet.niit.ru/ds2/upload/files/Dimitrieva/dissert.pdf>. Ссылка активна на 14.06.2021.

11. Tomomitsu M, Alonso A, Morimoto E, et al. Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics*. 2013;68(4):517–521. doi: 10.6061/clinics/2013(04)13
12. Кудряшова Д.А. Количественные критерии оценки развития равновесия у людей разного возраста: диплом. работа. — Тольятти; 2017. [Kudryashova DA. *Kolichestvennye kriterii otsenki razvitiya ravnovesiya u lyudei raznogo vozrasta*. [graduation work]. Tol'yatti; 2017. (In Russ).] Доступно по: <https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/4252/1/%D0%9A%D1%83%D0%B4%D1%80%D1%8F%D1%88%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%94.%D0%90.%20%D0%A4%D0%97%D0%9A%D0%B1%D0%B7%201201.pdf>. Ссылка активна на 14.06.2021.
13. Sahin N, Baskent A, Cakmak A, et al. Evaluation of knee proprioception and effects of proprioception exercise in patients with benign joint hypermobility syndrome. *Rheumatol Int*. 2008;28(10):995–1000. doi: 10.1007/s00296-008-0566-z
14. Aydin E, Tellioglu AM, Ömürlü İK, et al. Postural balance control in women with generalized joint laxity. *Turk J Phys Med Rehabil*. 2017;63(3):259–265. doi: 10.5606/tftrd.2017.160
15. Sahin N, Baskent A, Ugurlu H, Berker E. Isokinetic evaluation of knee extensor/flexor muscle strength in patients with hypermobility syndrome. *Rheumatol Int*. 2007;28(7):643–648. doi: 10.1007/s00296-007-0493-4
16. Rombaut L, Malfait F, De Wandele I, et al. Balance, gait, falls, and fear of falling in women with the hypermobility type of Ehlers-Danlos syndrome. *Arthritis Care Res*. 2011;63(10):1432–1439. doi: 10.1002/acr.20557
17. Скворцов Д.В. Биомеханические методы реабилитации патологии походки и баланса тела: дис. ... докт. мед. наук. — М.; 2008. [Skvortsov DV. *Biomekhanicheskie metody reabilitatsii patologii pokhodki i balansa tela*. [dissertation]. Moscow; 2008. (In Russ).]
18. Woollacott MH, Shumway-Cook A. Changes in Posture Control Across the Life Span — A Systems Approach. *Phys Ther*. 1990;70(12):799–807. doi: 10.1093/ptj/70.12.799
19. Kieffelegård I, Langhammer B, Sandhaug M, Lundgaard Soberg H. Reliability and validity of the balance error scoring system — BESS. *Physiotherapy*. 2015;101:e764–e765. doi: 10.1016/j.physio.2015.03.3636
20. Finnoft JT, Peterson VJ, Hollman JH, Smith J. Intrarater and Interrater Reliability of the Balance Error Scoring System (BESS). *PM R*. 2008;1(1):50–54. doi: 10.1016/j.pmrj.2008.06.002
21. Bell DR, Guskiewicz KM, Clark MA, Padua DA. Systematic review of the balance error scoring system. *Sports Health*. 2011;3(3):287–295. doi: 10.1177/1941738111403122
22. McLeod TCV, Armstrong T, Miller M, Sauers JL. Balance improvements in female high school basketball players after a 6-week neuromuscular-training program. *J Sport Rehabil*. 2009;18(4):465–481. doi: 10.1123/jsr.18.4.465
23. Domeika A, Slapšinskaitė A, Razon S, et al. Effects of an 8-week basketball-specific proprioceptive training with a single-plane instability balance platform. *Technol Health Care*. 2020;28(5):561–571. doi: 10.3233/THC-208002
24. Schepers M, de Vries JE, Verbunt J, Engelbert RHH. Chronic pain in hypermobility syndrome and Ehlers-Danlos syndrome (hypermobility type): it is a challenge. *J Pain Res*. 2015;8:591–601. doi: 10.2147/jpr.s64251
25. Кенис В.М., Димитриева А.Ю., Сапоговский А.В. Взаимосвязь между порогом болевой чувствительности и жалобами на боль у детей с мобильным плоскостопием // *Педиатрия*. — 2019. — Т. 98. — № 4. — С. 263–268. [Kenis VM, Dimitrieva AJ, Sapogovskiy AV. Correlation between pain threshold and complaints of pain in children with flexible flatfoot. *Pediatriya*. 2019;98(4):263–268. (In Russ).] doi: 10.24110/0031-403X-2019-98-4-263-268
26. Kothari A, Stebbins J, Zavatsky AB, Theologis T. Health-related quality of life in children with flexible flatfeet: a cross-sectional study. *J Child Orthopaed*. 2014;8(6):489–496. doi: 10.1007/s11832-014-0621-0
27. Morris C, Doll HA, Wainwright A, et al. The Oxford ankle foot questionnaire for children. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(11):1451–1456. doi:10.1302/0301-620x.90b11.21000
28. Кенис В.М., Биндурашвили А.Г., Сапоговский А.В., Димитриева А.Ю. *Плоскостопие у детей (диагностика и лечение): учебное пособие*. — СПб.: ООО «ПСП-Принт»; 2021. [Kenis VM, Baidurashvili AG, Sapogovskiy AV, Dimitrieva AYU. *Ploskostopie u detei (diagnostika i lechenie)*: Tutorial. Saint-Petersburg: PSP-Print; 2021. (In Russ).]
29. Смирнова Л.М. Технология и системы для комплексной оценки состояния опорно-двигательного аппарата и контроля эффективности коррекции его нарушений // *Биотехносфера*. — 2015. — № 5. — С. 46–54. [Smirnova LM. Technology and systems for the complex estimation of the musculoskeletal system and the its correction. *Biotechnosfera*. 2015;(5):46–54. (In Russ).]
30. Кенис В.М., Димитриева А.Ю., Супонова Н.А. и др. Оксфордский опросник оценки состояния стопы у детей (Oxford Ankle Foot Questionnaire): лингвокультурная адаптация в России // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. — 2021. — Т. 9. — № 2. — С. 135–142. [Kenis VM, Dimitrieva AJU, Suponeva NA, et al. Oxford Ankle Foot Questionnaire: localization in Russia. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2021;9(2):135–142 (In Russ).] doi: 10.17816/PTORS64382
31. Потапчук А.А., Матвеев С.В., Дикур М.Д. *Лечебная физическая культура в детском возрасте*. — СПб.: Речь, 2007. [Potapchuk AA, Matveev SV, Didur MD. *Lechebnaya fizicheskaya kul'tura v detskom vozraste*. St. Petersburg: Rech; 2007. (In Russ).]
32. Короткова Е.А., Пенькова И.В. Основные положения системы профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата детей в процессе физического воспитания // *Физическая культура: воспитание, образование, тренировка*. — 2006. — № 4. — С. 26–27. [Korotkova EA, Penkova IV. Principal provisions of system of preventing of musculoskeletal disorders of children in course of physical education. *Fizicheskaya kul'tura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka*. 2006;(4):26–27. (In Russ).]
33. Кожухова Н.Н., Рыжкова Л.А., Борисова М.М. *Теория и методика физического воспитания детей дошкольного возраста: схемы и таблицы*. — М.: ВЛАДОС; 2003. [Kozhukhova NN, Ryzhkova LA, Borisova MM. *Teoriya i metodika fizicheskogo vospitaniya detei doshkol'nogo vozrasta: skhemy i tablitsy*. Moscow: VLADOS; 2003. (In Russ).]
34. Гросс Н.А. *Физическая реабилитация детей с нарушением опорно-двигательного аппарата*. — М.: Советский спорт, 2000. [Gross NA. *Fizicheskaya reabilitatsiya detei s narusheniem oporno-dvigatel'nogo apparata*. Moscow: Sovetskij sport; 2000. (In Russ).]
35. Илларионов В.П. *Плоскостопие. Лечебная физическая культура*. — М.: Физкультура и спорт; 1988. [Illarionov VP. *Ploskostopie. Lechebnaya fizicheskaya kul'tura*. Moscow: Fizkul'tura i sport; 1988. (In Russ).]

Статья поступила: 03.07.2021, принята к печати: 18.10.2021
The article was submitted 03.07.2021, accepted for publication 18.10.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Алёна Юрьевна Димитриева, к.м.н. [Alena Yu. Dimitrieva, MD, PhD], адрес: 197136, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Лахтинская ул., 12 [address: 12 Lakhtinskaya Str., 197136, Saint-Petersburg, Russian Federation], телефон: +7 (812) 507-54-54, e-mail: aloyna17@mail.ru; eLibrary SPIN: 7112-8638

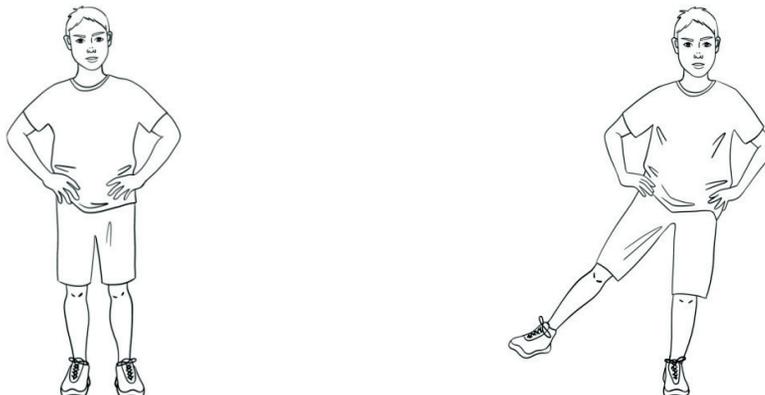
Владимир Маркович Кенис, д.м.н. [Vladimir M. Kenis, MD, PhD], адрес: 197136, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Лахтинская ул., 12 [address: 12 Lakhtinskaya Str., 197136, Saint-Petersburg, Russian Federation], телефон: +7 (812) 507-54-54, e-mail: kenis@mail.ru; eLibrary SPIN: 5597-8832

ПРИЛОЖЕНИЕ

Комплекс упражнений для тренировки баланса тела

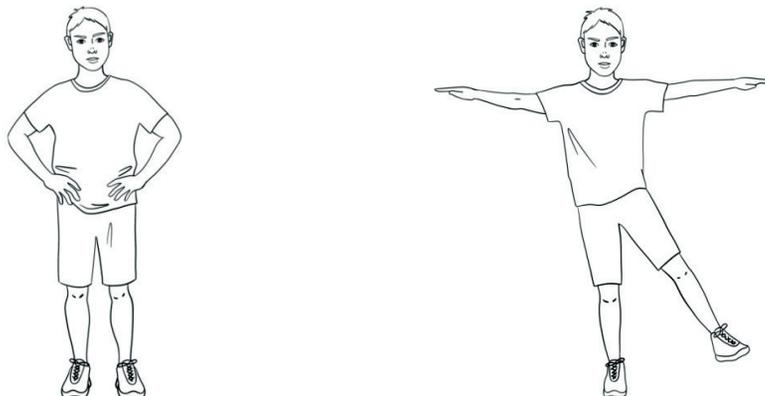
1. Исходное положение: стоим прямо, смотрим вперед, руки на поясе. Правую ногу отводим в сторону на 45°, удерживаем данное положение в течение 30 с. Выполняем то же упражнение на другой ноге. Повторяем 3–5 раз для каждой ноги (рис. 1).

Рис. 1. Упражнение 1 — отведение нижней конечности, стоя на одной ноге, руки на поясе
Fig. 1. Exercise 1 — leg abduction, standing on one leg, hands on hips



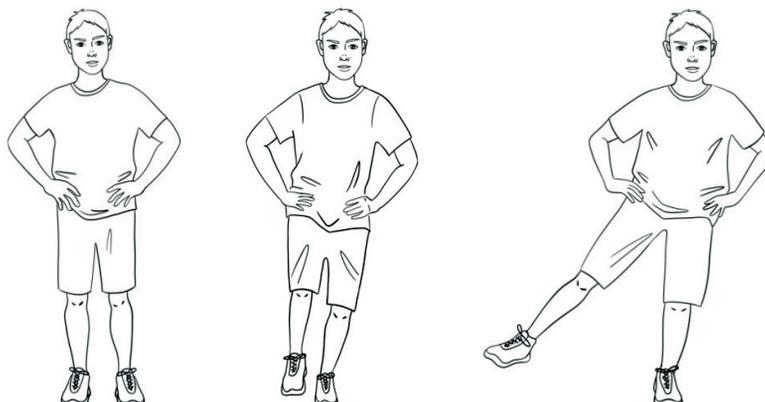
2. Исходное положение: стоим прямо, смотрим вперед, руки на поясе. Руки отводим в стороны, левую ногу отводим в сторону на 45°, удерживаем данное положение в течение 30 с. Выполняем то же упражнение на другой ноге. Повторяем 3–5 раз для каждой ноги (рис. 2).

Рис. 2. Упражнение 2 — отведение нижней конечности, стоя на одной ноге, руки в стороны
Fig. 2. Exercise 2 — leg abduction, standing on one leg, hands to the sides



3. Исходное положение: стоим прямо, смотрим вперед, руки на поясе. Правую ногу сгибаем в тазобедренном и коленном суставах, после — отводим прямой в сторону на 45°, возвращаем ногу в исходное положение, стараемся не опускать на пол. Повторяем от 15 до 30 раз. Выполняем то же упражнение на другой ноге (рис. 3).

Рис. 3. Упражнение 3 — отведение и приведение нижней конечности, стоя на одной ноге, руки на поясе
Fig. 3. Exercise 3 — leg abduction and adduction, standing on one leg, hands on hips



4. Для выполнения следующего упражнения необходимо использовать устойчивую конструкцию высотой 25–30 см (табурет, платформа).

Исходное положение: встаем на платформу, смотрим вперед, руки на поясе. Сгибаем правую ногу в тазобедренном и коленном суставах до 90° удерживаем данное положение в течение 10–15 с, опускаем правую ногу на пол, опускаем левую ногу на пол. Лево́й ногой встаем на платформу, при этом сгибая правую ногу в тазобедренном и коленном суставах до 90°, повторяем данное упражнение 10 раз. Выполняем то же упражнение на другой ноге (рис. 4).

Рис. 4. Упражнение 4 — балансирование стоя на одной ноге на платформе

Fig. 4. Exercise 4 — balancing standing on one leg on the platform



5. Исходное положение: стоим прямо, смотрим вперед, руки на поясе. Правую ногу сгибаем в тазобедренном и коленном суставах, стоим 5–10 с, после — осуществляем выпад в правую сторону, возвращаемся в положение стоя на одной ноге. Повторяем 3–5 раз. Выполняем то же упражнение на другой ноге (рис. 5).

Рис. 5. Упражнение 5 — выпад в сторону из положения стоя на одной ноге

Fig. 5. Exercise 5 — lunge to the side from a standing position on one leg

