

Д. Помарино¹, А. А. Емелина², К. Ростазу³

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ ИДИОПАТИЧЕСКОЙ ХОДЬБЫ НА НОСКАХ

¹Praxis Pomarino, г. Гамбург, Германия; ²ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет МЗ РФ, г. Самара, РФ; ³Клиника детской и юношеской медицины, г. Даттельн, Германия

В статье представлена современная информация об идиопатической ходьбе на носках (ИХН) – ее распространенности, существующих классификациях, диагностических тестах и терапевтических подходах. Представлен обзор различных статей и тематических исследований с 1967 по 2016 гг. По результатам проведенного анализа можно сделать заключение, что, несмотря на достаточное количество работ, причины развития ИХН, возможности диагностики и дифференцированные подходы к лечению остаются недостаточно изученными. Особо подчеркнем, что в Российской Федерации информация об ИХН практически отсутствует, что обуславливает необходимость проведения крупных исследований по данной проблеме.

Ключевые слова: идиопатическая ходьба на носках, классификация, этиология, распространенность, лечение.

Цит.: Д. Помарино, А. А. Емелина, К. Ростазу. Современный взгляд на проблему идиопатической ходьбы на носках. *Педиатрия им. Г.Н. Сперанского*. 2020; 99 (2): 133–143.

D. Pomarino¹, A.A. Emelina², K. Rostasy³

MODERN VIEW ON THE PROBLEM OF IDIOPATHIC TOE WALKING

¹Praxis Pomarino, Hamburg, Germany; ²Samara State Medical University, Samara, Russia;

³Clinic of children and youth medicine, Germany

The article provides modern information about idiopathic toe walking (ITW): its prevalence, existing classifications, diagnostic tests and therapeutic approaches. A review of various articles and case studies from 1967 to 2016 is presented. According to the analysis results, authors conclude that despite a sufficient number of works, the reasons for ITW development, the possibilities of diagnosis and differentiated approaches to treatment remain insufficiently studied. Authors emphasize that in the Russian Federation, information on idiopathic walking on toes is practically absent, which necessitates large-scale studies on this issue.

Keywords: idiopathic toe walking, classification; etiology, prevalence; treatment.

Quote: D. Pomarino, A.A. Emelina, K. Rostasy. Modern view on the problem of idiopathic toe walking. *Pediatrics n.a. G.N. Speransky*. 2020; 99 (2): 133–143.

Идиопатическая ходьба на носках (ИХН) – патологическая походка на носках без неврологической или ортопедической причины, которая сохраняется у детей после достижения 2-летнего возраста [1–3]. Чаще всего этих пациентов описывают как совершенно здоровых детей с достаточно хорошо развитой силой, рефлексам и чувствительностью. Кроме того, большинство (60–70%) обладает способностью осуществлять перекал стопы с пятки на носок, когда их об этом просят, т.е. могут модифицировать свою походку, если концентрируются на ней [4, 5].

Использованные ресурсы. Поиск информации проводился нами по базам Elibrary и Pubmed по следующим ключевым словам: идиопатическая ходьба на носках, привычная ходьба на носках, idiopathic toe walking, habitual toe walking.

Отметим, что в русскоязычной литературе данная проблема освещена недостаточно подробно. При поиске на сайте elibrary.ru в каталоге по запросу «идиопатическая ходьба на носках» находится всего 7 статей, в 3 из которых представлены результаты реабилитационных меро-

Контактная информация:

Помарино Давид – Директор «Praxis Pomarino»
Адрес: Германия, г. Гамбург, 22143,
Rahlstedter Bahnhofstrasse, 9
Тел.: (040) 513-20-880, E-mail: info@ptz-pomarino.de
Статья поступила 5.08.19,
принята к печати 25.03.20.

Contact Information:

Pomarino David – Director of Praxis Pomarino
Address: Germany, Hamburg, 22143,
Rahlstedter Bahnhofstrasse, 9
Tel.: (040) 513-20-880, E-mail: info@ptz-pomarino.de
Received on Aug. 5, 2018,
submitted for publication on Mar. 25, 2020.

приятый [6–8], еще 3 статьи посвящены связи развития ИХН с использованием детских ходунков [9–11]. И лишь в одной статье дается теоретический анализ ИХН как нарушения естественного онтогенеза движений [12]. Более подробную информацию в русскоязычной литературе удалось найти в книге В.А. Мицкевича «Ортопедия детских шагов» [4]. Однако все приведенные там данные взяты из англоязычных источников, что подтверждает тот факт, что в России крупные исследования по этой проблеме не проводились. Кроме того, имеется некоторое расхождение в определении самого понятия. По данным В.А. Мицкевича, ходьбу на носках квалифицируют как синдром ИХН до 2 лет, в более старшем возрасте причинами чаще становятся детский церебральный паралич (ДЦП), контрактура трехглавой мышцы и реже миопатия, мышечная дистрофия и аутизм [4]. В англоязычной литературе, наоборот, указывается на то, что диагноз ИХН ставят после 2 лет [1–3].

История проблемы. Персистирующая ходьба на носках у здоровых детей впервые была описана J.E. Hall в 1967 г. как «врожденное короткое ахиллово сухожилие» [13]. Позже этот диагноз был изменен на «привычная ходьба на носках» (*habitual toe walking*) (P.P. Griffin и соавт., 1977) [14], а в 1980 г. L. Conrad ввел термин «идиопатическая ходьба на носках», который используется до настоящего времени [15].

Этиология. Как уже отмечалось ранее, изначально ИХН описывалась как патологический тип походки вследствие укорочения ахиллова сухожилия. В качестве объекта исследования J.E. Hall и коллег выступали дети, у которых наблюдались билатеральные контрактуры мышц голени, но при этом они были способны по просьбе переносить тяжесть своего веса на пятку. Наиболее комфортной для них была ходьба на носках. Среди исследуемых в двух семьях наблюдалось несколько пораженных детей, что свидетельствовало о возможном наследственном механизме передачи. Единственным патологическим изменением, о котором докладывалось в данном сообщении, был сдвиг обеих лодыжек на 30–60° без формирования мышечной слабости или потери чувствительности [13].

В 2018 г. P. Engström и K. Tedroff высказали мнение, что врожденное короткое ахиллово сухожилие следует выделять в качестве отдельного диагноза, поскольку есть подгруппа детей с этим заболеванием, которых следует лечить в раннем детстве [16].

Также ранее сообщалось, что причиной ИХН может быть потеря чувствительности. В качестве объяснения приведена интеграция вестибулярной, проприоцептивной и тактильных систем, которые не проводили адекватную информацию к головному мозгу, в результате чего ответ, поступающий из ЦНС, был функционально неполноценным. Эта теория до сих пор находится на стадии разработки и окончательно не доказана [3, 17, 18].

R.H.H. Engelbert и соавт. в 1999 г. высказали предположение о возможной связи детских ходунков и ИХН [19]. Аналогичные гипотезы выдвигались и позднее [20]. P. Martín-Casas и коллеги (2017) в своем недавнем исследовании не смогли найти достоверных ассоциаций между данными факторами [21]. Таким образом, на сегодняшний день влияние детских ходунков на формирование ИХН остается недоказанным.

В 30–42% случаев различные авторы описывали семейную предрасположенность к ИХН, но для 60% этих детей основная причина возникновения нарушений походки остается неизвестной [22–25]. D. Pomarino и соавт. утверждают, что ИХН может передаваться по наследству. В частности, авторами впервые было выполнено исследование с участием большого числа детей. На протяжении 4 лет проводилось динамическое наблюдение за состоянием 836 пациентов в возрасте от 2 до 14 лет. В результате было отмечено, что среди исследуемых 64% были мальчиками, а 42% имели положительный семейный анамнез по данной патологии. На основании полученных данных авторы заключили, что генетический фактор может быть одним из основных предрасполагающих к развитию ИХН, поскольку дети с отягощенной наследственностью страдали ИХН чаще по сравнению с теми, у кого семейный анамнез по данной патологии не был отягощен [25].

Классификация. Во всем мире распространение получили две классификации, названные по именам их авторов.

S. Alvarez и соавт. (2007) выделяют 3 типа ИХН в зависимости от степени тяжести. В основе классификации лежат 3 основных критерия, основанные на кинематике и кинетике голеностопного сустава: наличие первого переката голеностопного сустава, наличие раннего третьего переката голеностопного сустава и преобладающий первый момент голеностопного сустава [26].

Первый перекат голеностопного сустава возникает при первоначальном контакте стопы с поверхностью и продолжается до максимального подошвенного сгибания в течение первых 12% цикла походки. Считается, что перекал есть, если угол наклона голеностопного сустава при начальном контакте превышает 5° с нисходящим отклонением от голеностопного сустава (уменьшение дорсифлексии или увеличение подошвенного сгибания) и максимальное сгибание голеностопного сустава при нагрузке меньше угла при первоначальном контакте [26].

Наличие раннего третьего переката голеностопного сустава определяется либо как ранний переход в подошвенное сгибание, либо как прекращение или отсутствие перехода во второй перекал. В нормальных моделях ходьбы третий перекал голеностопного сустава возникает после прохождения более 40% цикла, и, соответственно, он считается ранним, если происходит во время или до 30% выполнения цикла ходьбы.

Преобладающий первый момент голеностопного сустава определяется по кинетическим

данным и описывает динамическую функцию голеностопного сустава. Критерий считается выполненным, если отношение пикового момента подошвенного флексора в начальной позиции (первый момент голеностопного сустава или ГМ1) к пиковому моменту подошвенного сгибателя в поздней позиции (второй момент голеностопного сустава, или ГМ2) больше 1.

1 (легкий) тип ИХН: имеется первый перекач, остальные критерии отсутствуют.

2 (средней тяжести) тип ИХН: первый и третий ранний перекач могут как присутствовать, так и отсутствовать, преобладающего первого момента голеностопного сустава – нет.

3 (тяжелый) тип ИХН: отсутствует первый перекач, но имеются третий ранний перекач и преобладающий первый момент голеностопного сустава [26].

Согласно классификации D. Pomarino, выделяется три типа ИХН (I, II и III тип) в зависимости от данных клинического осмотра [27].

Тип I: это пациенты с ИХН, рожденные с короткими трехглавыми мышцами голени, обуславливающими хождение на носках. К характерным признакам этих пациентов можно отнести глубокие морщины над областью ахиллова сухожилия и жировые отложения на передней части стопы в области под 2-й и 3-й плюсневые кости. Среди других общих черт можно назвать заостренную пятку, *pes cavus*, короткую большую приводящую мышцу и гипотрофию икроножных мышц [27].

Тип II: у этих пациентов имеется наследственная предрасположенность к развитию ИХН. При осмотре выявляется V-образный знак в области, расположенной над ахилловым сухожилием, икроножные мышцы гипертрофированы [27].

Тип III: у этих детей отсутствует патология икроножных мышц, а ходьба на носках провоцируется специфическими ситуациями, такими как усталость, стресс или волнение. В спокойном состоянии нарушение походки отсутствует [27].

Диагностика. D. Pomarino и соавт. были описаны 5 диагностических тестов, позволяющих выявить данную патологию [28]:

- **вращательный тест:** ребенка просят выполнить вокруг своей оси минимум 10 вращательных движений. Если при вращении ребенок встает на носки, то номер вращательного движения записывается. Чем раньше это происходит, тем сильнее выраженность процесса;

- **тест ходьбы после вращательного теста:** сразу после выполнения вращательного теста пациента просят сделать 10 шагов по прямой линии. Номер шага, при котором ребенок встал на носки, записывается. Чем раньше появился данный паттерн, тем острее выражен процесс.

Описанные выше два теста являются провокационными;

- **тест ходьбы на пятке:** пациенту предлагается ходить на пятках, при этом допускаются компенсаторные движения, такие как сгибание и/или внешнее вращение бедра или уменьшение

сгибания в голеностопном суставе. Тест считается положительным, если пациент не может ходить или ходит на пятках, демонстрируя компенсацию со стороны туловища, колена и голеностопного сустава. Изначально этот тест был разработан для измерения силы мышц передней части голени при ходьбе, однако затем была определена его важность в наблюдении за возникновением компенсаторных движений;

- **исследование диапазона движения голеностопного сустава при тыльном сгибании.** Измерение сгибания голеностопного сустава при согнутом и вытянутом колене использовалось в различных исследованиях. Чем больше ограничение лодыжки, тем выше степень поражения;

- **определение величины поясничного лордоза.** Поясничный лордоз измеряется гониометром. Чем сильнее выражен лордоз, тем больше страдает пациент. У пациентов с ИХН угол поясничного лордоза увеличен.

Дифференциальная диагностика. R. O'Sullivan и соавт. (2019) в своей работе говорят о том, что ИХН – это общий термин, который охватывает все случаи ходьбы на носках, без какого-либо диагностированного основного медицинского состояния, и перед постановкой данного диагноза следует исключить все возможные дифференциальные диагнозы [29].

F. Furrer и T. Deonna (1982) подробно изучали различные характеристики детей, ходящих на носках, и выявили основные группы, на которые можно их всех разделить [30]:

- группа 1 – дети, которые ходят на носках в результате неврологического поражения;

- группа 2 – дети с ИХН, у которых отсутствует задержка моторного развития;

- группа 3 – дети с врожденным коротким сухожилием;

- группа 4 – дети со смешанными неклассифицируемыми характеристиками [30].

При проведении дифференциальной диагностики бывает трудно отличить ИХН, вызванную спастической диплегией, это может сделать невролог. Если вы просите ребенка ходить нормально, и он может, то это, скорее всего, идиопатическая ходьба, так как если есть спастичность мышц, вызванная неврологическими расстройствами, она постоянна. Отсутствие мышечной координации при ходьбе всегда говорит в пользу неврологических расстройств. На ЭМГ разницу между ИХН и ДЦП обнаружить не удастся [31].

Отметим, что основным специалистом, который ведет таких пациентов, является врач педиатр, однако для проведения дифференциальной диагностики необходимы консультации невролога и ортопеда.

Часто дифференциальную диагностику ИХН проводят с двумя другими заболеваниями:

- **сенсорный генетический тип нейропатии.** У этих детей ходьба на носках является симптомом основного заболевания. Среди других частых симптомов патологии когтеобразная кисть, деформация ног и гипотрофия икроножной мышцы.

В литературе нами найдена всего одна серия исследований, посвященных данной патологии [5];

- болезнь Мак–Арделя – гликогеноз, связанный с дефектом мышечной фосфорилазы, при котором наблюдается отложение значительного количества гликогена в мышцах. Кроме ходьбы на носках основными симптомами являются гипотрофия поясничных мышц, более широкая стопа и выраженная проксимальная часть икроножной мышцы [32].

Осложнения. ИХН у детей может стать причиной развития вторичной плоской стопы (*pes planovalgus*), недифференцированной боли в ногах, хромоты и усталости в подростковом и взрослом возрасте [33–35]. Также есть сведения, что ИХН может приводить к нарушениям походки с возможными травмами в результате спотыкания и падения [33].

Лечение. На сегодняшний день подходы к лечению пациентов с ИХН отличаются большим разнообразием. Варианты варьируют от консервативных до хирургических методов, при этом их долгосрочная эффективность также сильно отличается. На сегодняшний день единых рекомендаций по терапии ИХН в зависимости от типа патологии и ее тяжести не существует. Отметим, что в большинстве работ, в которых анализируется эффективность лечения пациентов с ИХН, характеристики патологии, которые позволили бы судить о ее тяжести, не приводятся.

Физиотерапия – один из наиболее распространенных вариантов лечения детей с ИХН. Цель состоит в том, чтобы растянуть икроножную мышцу с помощью упражнений и увеличить активное сгибание спины [36, 37]. Однако литературы об используемых физиотерапевтических методах и результатах лечения не много.

Есть несколько исследований, в которых оценена эффективность гипсования. Существует несколько вариантов проведения процедуры, при которых используемые конструкции всегда накладываются ниже колена, продолжительность лечения – от 2 до 10 недель. Одним из недостатков гипсования является дальнейшая необходимость в переобучении ходьбе. Кроме того, в имеющихся в литературе описаниях исследований число участников невелико (15 или менее) [38–41], и эффективность, как представляется, непродолжительна [37, 42].

Наряду с гипсованием или физиотерапией возможно использование ботулотоксина А [43, 44]. Действие ботулотоксина заключается в том, что он вызывает слабость икроножных мышц, благодаря чему при походке пятка касается земли. Продолжительность эффекта – от 2 до 12 месяцев, после чего патологические симптомы могут вернуться.

Один из наиболее перспективных методов лечения ИХН – использование пирамидальной стельки, которая способствует изменению положения костей стопы, мышц и связок, что позволяет перестроить переднюю часть стопы. Пирамидальные стельки обеспечивают поддерж-

ку под 2-й, 3-й и 4-й плюсневыми костями, воздействуя на переднюю и заднюю часть стопы, регулируя походку и осуществляя полную поддержку стопы (пятки и пальцев) при ходьбе.

Данный метод терапии включает в себя 3 шага [1, 5].

Шаг I: начинается с использования пирамидальной стельки каждый день в течение периода от 6 до 8 недель; сразу после этого проводится повторное обследование. В некоторых случаях помимо стелек необходима физиотерапия (около 15% случаев).

Шаг II: во время первого осмотра определяется необходимость ночных шин в дополнение к пирамидальным стелькам. Если диапазон сгибания голеностопного сустава составляет менее 90°, используется ночная шина для увеличения его подвижности. Следующее наблюдение проводится через 12–14 недель.

Шаг III: при втором визите после 12–14 недель терапии определяется потребность в ботулотоксине. Он используется только если пирамидальные стельки, физиотерапия и ночные шины не оказывают достаточного влияния на ходьбу на носках или когда голеностопный сустав достигает 90° или меньше. В этом случае ботулотоксин вводят в медиальную и латеральную головку икроножной мышцы в течение 12 недель.

При лечении с помощью этого поэтапного подхода с использованием пирамидальных стелек отмечено 70% успешных исходов с выздоровлением пациента [1, 5].

Хирургия – последний вариант выбора для пациентов с ИХН. Цель хирургической коррекции состоит в том, чтобы удлинить мышечно-сухожильный комплекс трицепса, когда угол наклона голеностопного сустава ограничен или уменьшен. Существует несколько хирургических процедур, таких как удлинение ахиллова сухожилия, процедура Вальпиуса или чрескожное удлинение ахиллова сухожилия. При подборе каждой конкретной методики необходим индивидуальный подход. У пациентов, подвергнутых хирургическому лечению, наблюдается более серьезная структурная деформация эквинуса по сравнению с детьми, участвующими в консервативных исследованиях. В опубликованных работах возраст пациентов сильно варьирует – от 1 до 15 лет, кроме того, на данный момент число пациентов ограничено [45–48], и в этих работах не сравнивали хирургические результаты с другими терапевтическими подходами. Тем не менее представляется вероятным, что хирургическое вмешательство является лучшим вариантом при наличии контрактур.

Заключение

Несмотря на достаточное количество публикаций, у специалистов все равно остаются вопросы по диагностике и терапии ИХН, не разработан дифференцированный подход к ведению таких пациентов. Дальнейшие исследования необходимы для того, чтобы понять причины патологии

и, основываясь на них, разработать более эффективные терапевтические подходы.

Особо подчеркнем, что в Российской Федерации информация об ИХН практически отсутствует, это говорит о том, что многие пациенты, вероятно, не получают должного лечения.

Источник финансирования: не указан.

Литература

1. Pomarino D. Habitueler Zehenspitzenangriff Verdacht auf hereditäre sensorische Neuropathie. Kasuistik Orthop. Unfallchirurg Praxis. 2015; 10: 494–499.
2. Williams CM, Michalitsis J, Murphy A, Rawicki B, Haines T. Do external stimuli impact the gait of children with idiopathic toe walking? A study protocol for a within subject randomised control trial. BMJ Open. 2013; 3: 23.
3. Sala DA, Shulman LH, Kennedy RF. Idiopathic toe walking: a review. Dev. Med. Child Neurol. 1999; 41: 846–848.
4. Мицкевич В.А. Ортопедия первых шагов. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2013: 321–324.
5. Pomarino D, Klawonn M, Stock S, Zornig L, Martin S, Pomarino A. Stufentherapie des habituellen Zehenspitzenangriffes. Orthop. Praxis. 2010; 46: 4.
6. Билык Д.М., Ким В.В. Адаптивные занятия плаванием при идиопатической ходьбе на носках у детей начальных классов. Новая наука: опыт, традиции, инновации. 2016; 10–11: 12–14.
7. Билык Д.М. Адаптивные занятия плаванием у школьников с идиопатической ходьбой на носках. В сборнике: Адаптивная физическая культура и спорт: современное состояние и перспективы развития материалы I Международной научно-практической конференции. НУР-СУЛТАН, 2019: 74–76.
8. Билык Д.М., Ким В.В. Дифференцированный подход на занятиях плаванием у школьников с идиопатической ходьбой на носках. Конференциум АСОУ: сборник научных трудов и материалы научно-практических конференций. 2017; 1: 1185–1187.
9. Кривова А.В., Шаров А.Н. Детские ходунки и феномен ходьбы на носках. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2018; 6 (1): 23–32.
10. Шаров А.Н., Кривова А.В. Детские ходунки и идиопатическая ходьба на носках. В сборнике: Молодежь и медицинская наука. Материалы V Межвузовской научно-практической конференции молодых ученых. Тверь, 2018: 485–490.
11. Шаров А.Н., Кривова А.В., Родионова С.С. Эпидемиологические аспекты использования детских ходунков в России. Анализ риска здоровью. 2018; 3: 63–75.
12. Шклярченко А.П., Коваленко Т.Г., Ульянов Д.А. К вопросу об особенностях формирования синдрома «идиопатическая ходьба на носках» у детей. Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2019; 1: 73–74.
13. Hall JE, Salter RB, Bhalla SK. Congenital short tendo calcaneus. Bone Joint. Surg. Br. 1967; 49: 696–697
14. Griffin PP, Wheelhouse WW, Shiavi R, Bass W. Habitual toe-walkers. A clinical and electromyographic gait analysis. J. Bone Joint. Surg. Am. 1977 Jan; 59 (1): 97–101.
15. Conrad L, Bleck EE. Augmented auditory feed back in the treatment of equinus gait in children. Dev. Med. Child Neurol. 1980 Dec; 22 (6): 713–718.
16. Engström P, Tedroff K. Idiopathic Toe-Walking: Prevalence and Natural History from Birth to Ten Years of Age. J. Bone Joint. Surg. Am. 2018; 100 (8): 640–647.
17. Montgomery P, Gauger J. Sensory dysfunction in children that toe walk. Phys. Ther. 1978; 58: 1195–1204.
18. Perry J. Gait analysis: normal and pathological function. J. Sport Sci. Med. 2010; 9: 353.
19. Engelbert RH, van Empelen R, Scheurer ND, Helder PJ, van Nieuwenhuizen O. Influence of infant-walkers on motor development: mimicking spastic diplegia? Eur. J. Paediatr. Neurol. 1999; 3 (6): 273–275.
20. Taussig G, Delouée E. Idiopathic toe walker. Diagnosis and spontaneous evolution. Ann. Readapt. Med. Phys. 2001; 44 (6): 333–339.
21. Martin-Casas P, Ballester-Perez R, Meneses-Monroy A, Benoit-Montesinosc JV, Atin-Arratibela MA, Portellano-Pérez JA. Neurodevelopment in preschool idiopathic toe-walkers. Neurologia. 2017; 32 (7): 446–454.
22. Engström P, Gutierrez-Farewik EM, Bartonek A, Tendroff K, Orefelt C, Haglund-Akerlind Y. Does botulinum toxin A improve the walking pattern in children with idiopathic toe walking? J. Child Orthop. 2010; 4: 301–308.
23. Engström P, Tedroff K. The prevalence and course of idiopathic toe walking in 5-years old children. Pediatrics. 2012; 130: 279–284.
24. Fox A, Deakin S, Pettigrew G, Paton R. Serial casting in the treatment of idiopathic toe-walkers and review of the literature. Acta Orthop. Belg. 2006; 72: 722–730.
25. Pomarino D, Ramirez-Llamas J, Pomarino A. Idiopathic toe walking: family predisposition and gender distribution. Foot Ankle Spec. 2016; 9: 417–422.
26. Alvarez C, De vera M, Beauchamp R, Ward V, Black A. Classification of idiopathic toe walking based on gait analysis: development and application of the ITW severity classification. Gait Posture. 2007; 26: 428–435.
27. Pomarino D, Veelken N, Martin S. The habitual tiptoe: Diagnosis, classification, therapy. Stuttgart: Schattauer, 2016.
28. Pomarino D, Ramirez-Llamas J, Pomarino A. Idiopathic toe walking: tests and family predisposition. Foot Ankle Spec. 2016; 9: 301–306.
29. O'Sullivan R, Munir K, Keating L. Idiopathic toe walking-A follow-up survey of gait analysis assessment. Gait Posture. 2019; 68: 300–304.
30. Furrer F, Deonna T. Persistent toe-walking in children. A comprehensive clinical study of 28 cases. Helv. Paediatr. Acta. 1982; 37 (4): 301–316.
31. Kalen V, Adler N, Bleck EE. Electromyography of idiopathic toe walking. J. Pediatr. Orthop. 1986 Jan–Feb; 6 (1): 31–33.
32. Pomarino D, Martin S, Pomarino A, Morigeau S, Bishop S. McArdle's disease: A differential diagnosis of idiopathic toe walking. J. Orthop. 2018 May 8; 15 (2): 685–689.
33. Caselli MA, Rzonca EC, Lue BY. Habitual toe-walking: evaluation and approach to treatment. Clinics in Pediatric Medicine and Surgery. 1988; 5: 547–559.
34. Sobel E, Caselli MA, Velez Z. Effect of persistent toe walking on ankle equinus. Analysis of 60 idiopathic toe walkers. J. Am. Pediatr. Med. Assoc 1997; 87: 17–22.
35. Clark E, Sweeney JK, Yocum A, McCoy SW. Effects of motor control intervention for children with idiopathic toe walking. A 5-case series. Pediatr. Phys. Ther. 2010; 22: 417–426.
36. Hirsch G, Wagner B. The natural history of idiopathic toe-walking: a long-term follow-up of fourteen conservatively treated children. Acta Paediatr. 2004; 93: 196–199.
37. Striker SJ, Angulo JC. Idiopathic toe walking: a comparison of treatment methods. J. Pediatr. Orthop. 1998; 18: 289–293.
38. Brouner B, Davidson LK, Onley SJ. Serial casting in idiopathic toe-walkers and children with spastic cerebral palsy. J. Pediatr. Orthop. 2000; 20: 221–225.
39. Katz MM, Mubarak SJ. Hereditary tendon Achilles contractures. J. Pediatr. Orthop. 1984; 4: 711–714.
40. Scott NS, Walt SE, Lobb GA, Reynolds N, Nicol RO. Treatment for idiopathic toe-walking: results at skeletal maturity. J. Pediatr. Orthop. 2004; 24: 63–69.
41. Thielemann F, Rockstroh G, Mehrholz J, Druschel C. Serial ankle casts for patients with idiopathic toe walking: effects on functional gait parameters. J. Child Orthop. 2019 Apr 1; 13 (2): 147–154.
42. Eastwood DM, Menelaus MB, Dickens DR, Broughton NS, Cole WG. Idiopathic toe walking: does treatment alter the natural history? J. Pediatr. Orthop. B. 2000; 9: 47–49.
43. Brunt D, Wood R, Kim HD, et al. Effect of botulinum toxin type A on gait of children who are idiopathic toe-walkers. J. Surg. Orthop. Adv. 2004; 13: 149–155.
44. Jacks LK, Michels DM, Smith BP, Koman LA, Shilt J.

Clinical usefulness of botulinum toxin in the lower extremity. *Foot Ankle Clin.* 2004; 9: 339–348.

45. *Jan J, Vasavaca AN, McMulkin ML.* Calf muscle-tendon lengths before and after tendon-Achilles lengthening and gastrocnemius lengthening for equines in cerebral palsy and idiopathic toe walking. *Gait Posture.* 2009; 29: 612–617.

46. *McMulkin ML, Baird GO, Caskey PM, Ferguson RL.* Comprehensive outcomes of surgically treated idiopathic toe walkers. *J. Pediatr. Orthop.* 2006; 26: 606–611.

47. *Stott SN, Walt SE, Lobb GA, Reynolds N, Nicol RO.* Treatment for idiopathic toe-walking. Results at skeletal maturity. *J. Pediatr. Orthop.* 2004; 24: 63–69.

48. *Hemo Y, Macdessi SJ, Pierce RA, Aiona MD, Sussman MD.* Outcome of patients after Achilles tendon lengthening for treatment of idiopathic toe walking. *J. Pediatr. Orthop.* 2006; 26: 336–340.