

DOI 10.25789/YMJ.2025.90.29

УДК 616-001

С.П. Черный, И.И. Гордиенко, Н.А. Цап

## АНАЛИЗ ЭПИДЕМИОЛОГИИ, МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ И ИСХОДОВ ПЕРЕЛОМОВ ПЛЮСНЕВЫХ КОСТЕЙ У ДЕТЕЙ

Проведена систематизация данных научной литературы по переломам плюсневых костей, их лечению и корреляции с посттравматическим плоскостопием. Обзор составлен из оригинальных статей, найденных в научных базах данных eLibrary, PubMed, Scopus. На стопе существуют 3 точки опоры: пяточная кость и две головки плюсневых костей: I и V. Повреждения данных структур в зависимости от дальнейшей тактики лечения могут приводить к различным исходам. В изученной литературе обозначены разнообразные способы оперативного и консервативного лечения, отмечены корреляции между переломами костей стопы, в частности плюсневых, и развитием посттравматического плоскостопия. Большой интерес представляет корреляция между методами лечения переломов плюсневых костей и развитием посттравматического плоскостопия. По результатам исследований авторы отмечают разнообразие методов лечения, корреляцию между переломами плюсневых костей и посттравматическим плоскостопием.

Исследования в области корреляции переломов костей стопы и посттравматического плоскостопия актуальны на данный момент и требуют дальнейшего научного поиска. Также отмечено малое количество материала по исследованиям посттравматического плоскостопия у детей.

**Ключевые слова:** посттравматическое плоскостопие, плюсневые кости, перелом, переломы стопы, остеосинтез, дети.

The review to systematize scientific literature data on the topic of post-traumatic flatfoot has been conducted. We applied search filters to find literature in the text summarization domain from eLibrary, PubMed, Scopus. The arches of the foot, formed by the calcaneal bone at the back and two heads of the metatarsal bones: I and V. Post-traumatic flat feet occurs after fractures of the calcaneus or metatarsal bones. Fractures of the metatarsal bones associated with post-traumatic flatfoot in the outcome of the disease. The literature review indicates clinically significant correlations between fractures of the foot bones and occurrence of post-traumatic flatfoot. Most of the material presented on the influence of calcaneal fractures on the occurrence of post-traumatic flatfoot with a direct correlation. There are sources on the correlation between metatarsal bone fractures and post-traumatic flatfoot. In the studies, the authors link metatarsal fractures and flat feet. They also note a direct correlation between the disease and its complications. The literature review show correlations between fractures of calcaneus or metatarsal bones and occurrence of post-traumatic flatfoot.

Research in the field of fractures of the bones of the foot and post-traumatic flat feet, is relevant now and requires further scientific research. There was also a small amount of material on studies of post-traumatic flatfoot in children.

**Keywords:** post-traumatic flatfoot, metatarsal bones, fracture, foot fracture, osteosynthesis, children

**Для цитирования:** Черный С.П., Гордиенко И.И., Цап Н.А. Анализ эпидемиологии, методов лечения и исходов переломов плюсневых костей у детей. Якутский медицинский журнал. 2025; 90(2): 136-141. <https://doi.org/10.25789/YMJ.2025.90.29>

**Введение.** Стопа человека – это сложная, составленная из 28 костей и 33 суставов структура, обеспечивающая передачу осевой нагрузки со всего тела. К ее основным отделам относят: задний (таранная и пяточная кости), средний (ладьевидная, три клиновидные и кубовидная кости) и передний (пять плюсневых костей и фаланги пальцев) [30].

Опора и ходьба являются основными функциями стопы, которые обеспечиваются ее сложным «архитектурным» строением. В стопе выделяют три опорных участка - пяточная кость,

I и V головки плюсневых костей и два амортизирующих свода - продольный и поперечный [30].

По данным ВОЗ, 75% населения Земли имеют проблемы, связанные с патологией стоп, нарушающие нормальный образ жизни человека, что позволяет рассматривать эту проблему не только с медицинской, но и социальной стороны [24]. Из всех деформаций стоп на долю плоскостопия приходится 61,3%. По этиологии выделяют врожденное и приобретенное плоскостопие. Приобретенное в свою очередь подразделяется на травматическое, рахитическое, паралитическое [56].

Основная причина посттравматического плоскостопия – переломы. Их частота распределяется следующим образом: фаланги пальцев занимают лидирующее место (на их долю приходится 74,3%), на втором месте идут кости плюсны (21,5%), кости предплюсны и пяточная кость составляют 4,2 и 1,8% соответственно от общего количества переломов стопы [56].

Актуальной проблемой является ранняя диагностика нарушения анатомии и функции стопы после травм, с последующими реабилитационными мероприятиями для эффективной патогенетической коррекции посттравматического плоскостопия.

**Цель** данного литературного обзора – проанализировать и систематизировать данные научной литературы в контексте переломов плюсневых костей, и их корреляции с посттравматическим плоскостопием.

**Материалы и методы.** Поиск литературных источников был осуществлен по следующим базам данных: российской научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU, информационной базе National Library of Medicine (PubMed), базе SCOPUS. Поиск проводился по следующим ключевым словам: посттравматическое плоскостопие, переломы плюсневых костей, дети, fracture metatarsal bones, post-traumatic flatfoot, children. В исследование включены оригинальные и обзорные статьи, со-

Уральский государственный медицинский университет, 620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, 3: **ЧЕРНЫЙ Степан Петрович** – ассистент кафедры, аспирант, [stechernyy@yandex.ru](mailto:stechernyy@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0129-1244>, **ГОРДИЕНКО Иван Иванович** – к.м.н., доцент, [ivan-gordienko@mail.ru](mailto:ivan-gordienko@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3157-4579>, **ЦАП Наталья Александровна** – д.м.н., проф., зав. кафедрой, [tsapna-ekatar@rambler.ru](mailto:tsapna-ekatar@rambler.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9050-3629>.

держат информацию по теме посттравматического плоскостопия, переломов костей стопы на русском или английском языках. Преимущественно использовались статьи 5-10 летней давности.

**Результаты.** Плюсовые кости – это группа из пяти коротких трубчатых костей в переднем отделе стопы, расположенных между костями предплюсны и фалангами пальцев. Особенностью переломов плюсовых костей, особенно II-IV, является близкое прилегание костей друг к другу, развитый общий связочный аппарат, который выполняет роль «шины», что обуславливает более редкое смещение отломков по сравнению с переломами костей других локализаций [53]. Несмотря на это, смещения плюсовых костей встречаются и несут риск осложнений при ненадлежащем лечении. Основная опасность заключается в том, что переломы плюсовых костей со смещением при ненадлежащем лечении, выборе неправильной тактики сопряжены с высокой частотой неудовлетворительных результатов лечения. В 21,4% случаев встречаются множественные переломы плюсовых костей, нередко приводящие к нарушению функции стопы [29,32]. Достаточно высок процент осложнений, связанный с гиподиагностикой переломов.

Особую роль в развитии неудовлетворительных результатов лечения в связи с замедлением консолидации играют особенности регионарного кровоснабжения. Развитие артериальной ишемии может неблагоприятно сказываться на процессах регенерации [32]. Отмечается, что при переломах плюсовых костей имеется прямая корреляция между тяжестью травмы и нарушением регионарного кровотока. И.П. Ардашев, В.Н. Дроботова с помощью дуплексного сканирования сосудов стопы исследовали 15 больных с переломами плюсовых костей, у которых сформировались нарушения кровотока. По результатам отмечалось уменьшение индекса периферического сопротивления в передней большеберцовой артерии [32]. Эти данные говорят о важности влияния нарушения местного кровоснабжения вследствие травмы в развитии регионарной ишемии. Соответственно, необходимо принимать лечебные мероприятия, направленные на улучшение регионарного кровотока.

Лечебная тактика напрямую зависит от типа перелома плюсовых костей. В классификации по локализации выделяют переломы проксималь-

ного отдела, диафиза, шейки и головки плюсовых костей. Существует международная классификация Ассоциации остеосинтеза, в которой выделяют переломы проксимального и дистального конца: внесуставные, неполные и полные суставные, диафиза: простые, клиновидные, сложные.

Особое внимание уделяется переломам V плюсовой кости, так как она несет в себе опорную функцию и является местом прикрепления связок крупных мышц голени. Существует несколько классификаций переломов V плюсовой кости. Типичным переломом является перелом Джонса, он представляет собой внесуставную локализацию перелома проксимального конца V плюсовой кости. Выделяют классификацию по Dameron T. B., в которой переломы проксимального отдела V плюсовой кости разделены на 3 анатомические зоны, классификацию по Stewart I.M., в которой выделяют 5 типов переломов, классификацию по Torg J.S., основанную на рентгенологических признаках консолидации [32].

Важным фактором в успехе лечения переломов плюсовых костей является своевременная диагностика. Преобладающим симптомом переломов плюсовых костей является нарушение опорной функции [5]. При лечении переломов плюсовых костей используется как оперативный, так и консервативный метод. Восстановление первоначальной геометрии, строения свода стопы является основной проблемой переломов плюсовых костей, что впоследствии может приводить к посттравматическим изменениям.

Консервативные методы лечения не отличаются от таковых при переломах других локализаций, но в случае переломов плюсовых костей могут оказаться неэффективными из-за нестабильности костных отломков и в итоге привести к вторичному смещению с формированием посттравматического плоскостопия [26].

Если все же перелом считается стабильным и принимается решение о консервативном лечении, срок иммобилизации стандартно составляет 4 недели, с обязательным проведением контрольных рентгенографий. Дальнейшая реабилитация заключается в ношении эластичного ортеза с увеличением статической, а затем и осевой нагрузки [15].

При неудовлетворительном состоянии костных отломков в первую очередь проводят закрытую ручную репозицию путём тракции за пальцы

стопы и давления в сторону, противоположную вершине искривления, возможно применение скелетного вытяжения по Клаппу [35]. Но чаще в данных случаях прибегают к оперативному лечению.

Спектр оперативных методов лечения разнообразен. Применяется экстремедуллярный (пластины), интрамедуллярный (спицы Киршнера) и внеочаговый остеосинтез. При этом в случаях необходимости открытого остеосинтеза поперечные разрезы не применяются [31, 48].

В.А. Кирсанова, В.А. Ковалева, В.В. Половинко исследовали выборку из 33 пациентов с переломами плюсовых костей. Исследователями была выявлена следующая статистическая закономерность в распределении переломов: I плюсовая кость – 4 пациента (12,1%), II плюсовая кость – 7 пациентов (21,2%), III плюсовая кость – 6 пациентов (18,2%), IV плюсовая кость – 7 пациентов (21,2%), V плюсовая кость – 9 пациентов (27,3%), множественные переломы плюсовых костей – 2 пациента (6,1%). В качестве основного метода лечения была применена закрытая репозиция костных отломков с интрамедуллярной фиксацией спицей Киршнера проксимального отломка. Оценка результатов проводилась по Функциональной шкале для нижней конечности M. Binkley, 1999 г. Установлено, что во всех случаях удалось достигнуть удовлетворительных результатов с минимальным количеством осложнений [22]. Посттравматической деформации в данных группах выявлено не было.

Переломы костей плюсны могут возникать не только вследствие воздействия прямого травматического фактора. Серьезную проблему представляют метаболические нарушения углеводного обмена, которые в ряде случаев осложняются травматическими переломами. Исследователи Я.В. Гирш, В.В. Мещеряков [13] выяснили, что у подростков с дисметаболическими нарушениями углеводного обмена возникали переломы с основной локализацией повреждений в проекции головок 2-3 плюсовых костей (31%). Исследователи связывают такое распределение с тем, что данные локализации являются областями повышенной нагрузки. У 6,8% подростков диагностировано уменьшение угла тыльной флексии стопы менее 40°, что в свою очередь приводит к повышению плантарного давления и может осложняться патологическим переломом с развитием посттравматической

деформации. Наиболее часто выявлялось продольное плоскостопие, вальгусная деформация стопы, что требовало дальнейшей коррекции. У лиц контрольной группы и группы детей с впервые выявленным нарушением углеводного обмена такие изменения не встречались [13].

Часто исследования переломов плюсневых костей проводятся на когорте взрослых пациентов старше 18 лет. Так, П.Н. Телицыным, С.Н. Хорошковым, С.Н. Ширшовым были набраны 52 исследуемых с повреждениями костей переднего отдела стопы. В результате было получено следующее распределение частот по локализации переломов: в большинстве процентов случаев имели место изолированные переломы плюсневых костей – у 18 пациентов (34,6 %), на втором месте фаланги пальцев стопы у 11 (21,1 %) чел., и наконец, сочетанные переломы фаланг пальцев стопы с переломами плюсневых костей имели место у 9 (17,3 %) пациентов. У 14 (27%) больных переломами-вывихи костей переднего отдела стопы сочетались с переломами-вывихами костей среднего отдела стопы, в том числе в предплюсне-плюсневом суставе в 7 случаях [45].

Данные по превалирующей тактике лечения согласовываются с вышепредставленным исследованием. Оперативная тактика лечения была применена у 43 пациентов (82,7 %), консервативное лечение получили 9 (17,3 %) исследуемых [45].

В послеоперационном периоде осложнения отмечены в 9 (20,9 %) случаях. Для анализа проведенной работы применялась стандартизированная шкала балльной оценки ЦИТО. Преимущественно (у 6 - 75 % больных) были получены хорошие результаты (84,33 балла), это пациенты с изолированными переломами костей переднего отдела стопы. Удовлетворительные результаты ( $66 \pm 17,97$  балла) отмечены в 2 (25%) случаях, неудовлетворительных результатов не наблюдалось. Если конкретно рассматривать результаты оперативного лечения, превалировали хорошие ( $83,25 \pm 1,99$  балла) у 24 (72,8%) чел. и в двух случаях (6,1%) был получен неудовлетворительный результат ( $50 \pm 35,95$  балла) [45]. У пациентов с неудовлетворительными результатами лечения в дальнейшем отмечалось развитие посттравматической деформации стопы.

Исходя из этого, авторами получен вывод, что оптимальным методом лечения, при котором были достигнуты удовлетворительные результаты, стал

открытый интрамедуллярный остеосинтез спицами Киршнера, который предотвращал ротационные, угловые и осевые смещения, что позволяло значительно улучшить результаты лечения данной патологии [45].

Помимо интрамедуллярного остеосинтеза для лечения плюсневых костей используются другие методики оперативного лечения. Так, А.В. Бабовниковым и соавт. разработан экстремедуллярный фиксатор для остеосинтеза внутрисуставных переломов плюсневых костей. Он представляет собой пластину, которая крепится на бикортикальные винты и имеет изгиб, соответствующий кривизне, благодаря этому обеспечивается стабильность фиксации [44].

Достаточно редко в результате травматических повреждений ростковой зоны кости происходит посттравматическое укорочение плюсневых костей у детей и подростков. А.П. Скворцов с соавт. исследовал и провел оперативное вмешательство 5 пациентам с укорочением IV плюсневой кости. В качестве методов оперативного лечения выбран оригинально разработанный способ и компоновка аппарата Илизарова с дистракционным режимом 0,25 (мм) – 2 раза в день. В результате удалось достичь положительных результатов лечения у всех пациентов [40].

Серьезной проблемой является посттравматическая перегрузочная метатарзалгия, которая развивается из-за повреждения стабилизирующих структур плюснефалангового сустава и перегрузки головки плюсневой кости, приводящей в дальнейшем к дегенеративным изменениям, с развитием посттравматических деформаций [8]. L.S. Weil в данном случае предлагает использовать остеотомию плюсневых костей по оригинальному методу [23].

В подростковом возрасте, особенно у юношей, возникает проблема усталостных переломов плюсневых костей (маршевая стопа) в связи с перегрузками переднего отдела стопы. О.Л. Эйсмонт рассмотрел новые принципы лечения усталостного перелома основания плюсневых костей, в частности пятой плюсневой, на примере исследуемых 12 пациентов подросткового возраста. Во всех случаях методом лечения являлась туннелизация зоны несращения по Беку, с дальнейшим контролем с помощью компьютерной томографии. В результате у всех пролеченных детей были получены удовлетворительные результаты [11].

По результатам исследования, проведенного Р.М. Тихиловым с соавт.,

утверждается, что посттравматическое плоскостопие встречается в 10% случаев среди всех уплощений продольного свода (встречается в 48,6% случаев среди пациентов, по данным автора). Закономерность повреждения стопы и плоскостопия наблюдается на всех уровнях, с различной корреляцией в зависимости от отдела стопы [40].

Ayoglu N., Afacan M.Y. приводят случай множественного перелома плюсневых костей со смещением у подростка после дорожно-транспортного происшествия. Авторами описывается неспособность закрытой репозиции и успех открытой репозиции при сильно смещенных и невосправляемых переломах всех плюсневых костей у детей. Через восемь недель на рентгене отмечалась правильная ось всех плюсневых костей. Этот случай отмечает вынужденную необходимость открытой репозиции в случаях множественных переломов со значительным смещением отломков, несмотря на то, что в рутинной практике предпочтение отдается закрытому малоинвазивному остеосинтезу [3].

Если говорить о плоскостопии в общем, то под этим термином понимается группа ортопедических заболеваний, для которого характерно изменение формы сводов стопы. Различают мобильное и ригидное плоскостопие, а по наличию жалоб симптоматическое и асимптоматическое [2].

Мобильное асимптоматическое (физиологическое) плоскостопие является отражением этапов развития детской стопы. Формирование свода заканчивается к 7 годам, у детей физиологическое плоскостопие может сохраняться, но к 9 годам в норме исчезает с возможностью его полной самостоятельной коррекции. Термин «мобильный» означает, что свод стопы возвращается в нормальное состояние после снятия нагрузки [49].

Частота выявления плоскостопия у детей и подростков в разных возрастных группах была различной. Частота выявления плоскостопия имеет тенденцию к снижению с увеличением возраста. Мартин Пфайффер обнаружил, что плоскостопие выявлено у 54% детей в группе 3-летнего возраста, тогда как плоскостопие выявлено только у 24% детей в группе 6-летнего возраста. В ходе перекрестного исследования, проведенного в 2020 г., Йоханес также обнаружил, что чем моложе возраст, тем выше вероятность обнаружения плоскостопия. Некоторые исследования также показали, что за-

болеваемость плоскостопием у детей и подростков имеет тенденцию к снижению с 72,6 до 37,9% в возрасте 7–12 лет [18].

Крупномасштабное исследование на 882 бессимптомных стопах здоровых детей отмечает, что мобильное плоскостопие является обычным явлением. У большинства детей свод развивается спонтанно в течение первого десятилетия жизни и находится в пределах нормы, наблюдаемой у взрослых. Vanderwilde исследовал рентгенограммы стоп 74 нормальных детей в возрасте от 6 месяцев до 10 лет и показал спонтанное улучшение свода стопы [18, 20].

По этиологии различают врожденную и приобретенную формы. Панайотис показал, что частота выявления плоскостопия составила 5,0% у мальчиков и 3,4% у девочек. Результаты Мартина показали, что частота выявления плоскостопия составила 52% у мальчиков и 36% у девочек [18, 20].

Риск плоскостопия у мужчин всегда выше, чем у женщин, и этот риск существенно не связан с возрастом. Данное различие может быть связано с тем, что у девочек рост и развитие происходят раньше, чем у мальчиков. Развитие равновесия осанки и физическое развитие у девочек также происходят раньше. Физиологический процесс развития свода стопы происходит у девочек раньше, развитие продольных сводов у мальчиков происходит медленнее, чем у девочек, а подошвенные жировые отложения у мальчиков толще, чем у девочек [26].

Мобильное симптоматическое плоскостопие связано с гипермобильным синдромом, который, в свою очередь, наследственно детерминирован, а аналогом этого термина в отечественной литературе является термин «статическое плоскостопие» [18, 20, 26].

Связь гипермобильности и деформации стопы была исследована в работе А.А. Карданова, А.С. Карандина с соавт. Исследуемая когорта состояла из 138 пациентов с деформациями на уровне переднего отдела стопы, в процессе был определен тип эластичности переднего отдела стопы и установлена прямая корреляция между гиперэластичностью и деформацией стопы в 11% случаев [1, 20].

Причинами ригидного симптоматического плоскостопия являются пороки развития стоп — ротация костей предплюсны, врожденная эквино-плановальгусная деформация стопы с вертикально расположенной таранной костью. Причины ригидного асимпто-

матического плоскостопия до конца не выяснены, это могут быть аномалии развития, а также проявления нейромышечной патологии [1].

Говоря об основных методах обследования, наиболее часто применяемых в клинике, относят объективный визуальный осмотр, рентгенографию в двух проекциях, подометрию и плантографию. В том числе данные методы применимы для диагностики посттравматического плоскостопия [27, 28].

Диагностическая ценность визуального осмотра невелика, считается, что 30–40% деформаций стоп не диагностируется. В связи с этим на дальнейший диагностический поиск врача могут натолкнуть такие симптомы, как деформация пальцев с разрастанием головок I и V плюсневых костей, пронационная установка с изменением высоты сводов, наличие переломов плюсневых костей в анамнезе [29].

Точным и доступным методом является плантография — исследование состояния свода по отпечатку подошвенной поверхности. Суть метода сводится к определению степени плоскостопия, по соотношению ширины нагружаемой и не нагружаемой частей [30]. В настоящее время прочное место заняла цифровая (компьютерная) плантография с оценкой динамической и статической нагрузки [4].

Р.З. Салихов, Ю.А. Плаксейчук провели исследование с изучением плантографических изменений на цифровом плантографе у пациентов с травмой стопы [32]. В исследовании было задействовано 35 больных с посттравматическими изменениями стопы. Исследователями было выявлено развитие посттравматического плоскостопия, которое характеризуется увеличением коэффициента распластанности, коэффициента продольного уплощения, увеличения зоны контакта стопы с плоскостью у 23 (65,7 %) пациентов. У 3 пациентов (8,6%) наблюдались посттравматические изменения таранной кости, с четкой тенденцией к варусной установке стопы и перегрузке наружного отдела. Соответственно, получены выводы о важной клинической роли плантографии в диагностике посттравматических изменений области стопы [38].

Другим информативным, доступным методом диагностики патологии стоп является рентгенография, позволяющая исследовать костный компонент стопы. Важным показателем является угол свода стопы, измеряемый в боковой проекции, в норме он равен 125–130°, вершина на уровне таранно-

ладьевидного. При увеличении угла до 140° говорят о плоскостопии I степени при увеличении угла до 160° II, при III степени — более 160° [33].

Рентгенологическая картина при деформациях стоп была изучена В.И. Шевцовым, Г.В. Дьячковой на примере 28 больных. При плоско-вальгусной деформации определяются изменениями архитектоники костей заднего и среднего отдела, оснований плюсневых костей, имеется выраженный остеопороз с крупно-петлистым характером рисунка костных трабекул [39].

Рентгенологический метод получил большое распространение при оценке всех отделов стопы. Так, Л.Н. Соломиным, К. А. Ухановым оценены рентгенограммы 64 исследуемых с целью определения угла между суставной линией блока таранной кости и осью I плюсневой кости, и определением коэффициента длин, ограниченных головки I плюсневой кости и задним краем блока тарана. В результате этой работы был разработан метод оценки и планирования коррекций травматических деформаций стоп в среднем отделе [42].

Также по настоящее время, понимая все преимущества рентгенографического метода, разрабатываются новые методы диагностики. С.Н. Леоновой, И.В. Усольцевым разработан метод рентгенографии на специальной платформе для определения взаимного расположения головок плюсневых костей на основе 48 исследований пациентов. В результате данный метод нашел клиническое применение для определения взаимоположения головок 2-й, 3-й или 4-й плюсневой кости, с установлением границ нормы и патологии, что необходимо для определения тактики лечения при посттравматических деформациях [25].

Однако у рентгенографии есть определенные особенности, так как полученные показатели зависят от антропометрических данных, индивидуальных и функциональных особенностей стопы, которые необходимо учитывать. Например, величина вальгусного отклонения заднего отдела стопы у детей 3 лет в среднем составляет 6,4°, а к 6 годам он уменьшается от 4,5° до 4° в среднем [47].

Н.В. Menz проводил исследования по сравнению трех показателей и обнаружил значимую корреляцию между ними. Сравнивались индекс свода стопы, индекс нагруженности стопы и высота свода стопы с высотой наружного края ладьевидной кости, углом наклона пяточной кости и пяточно-метатар-

зальный углом (рентгенологические индексы). На примере данных 100 пациентов Saltzman и соавт. была отмечена корреляция высоты свода стопы с рентгенологическими углами стопы [19].

Существуют исследования ряда авторов с противоположными результатами, в которых показано, что угловые индексы не являются высокоспецифичными и диагностически достоверными. Например, угол наклона таранной кости варьирует в популяции  $26,5 \pm 5,3^\circ$  и уменьшается с возрастом. Важную роль играет величина осевой нагрузки на стопу во время исследования у пациентов с деформированной стопой и здоровой [41]. К.К. Жоха и В.Л. Александрович делали акцент на правильной технике рентгенографии стоп, в противном случае результаты считались недостоверными [42]. Соответственно вышеизложенным данным можно сказать, что рентгенологический метод лучше всего проявляет себя как скрининг для анализа динамики в больших группах, при сопоставлении показателей по стандартным критериям, или при уточнении выраженности деформации [41].

Большое распространение в наше время получила функциональная компьютерная томография (КТ) [52]. По результатам проведения КТ у специалистов появляется возможность определения параметров вальгусной или варусной деформации с помощью построения мультипланарных реконструкций. Также к дополнительным преимуществам МСКТ относят возможность измерения плотности костной ткани [52, 37].

Другим современным, представляющим интерес методом является аппарат «F-scan», представляющий стельки с барорецепторами, способный регистрировать изменение давления при ходьбе. Н.Н. Рукина с соавт. с помощью данного аппаратного обеспечения подвергла исследованию 14 чел. с оценкой распределения нагрузок на стопу. Критериями анализа и оценки являлись данные давления стоп в проекции II–III плюсневых костей, в результате было показано, что при ношении «нефизиологичной» обуви с высоким каблуком увеличивается давление в данных локализациях, что повышает риск развития плоскостопия [45].

Большой интерес представляет субъективная оценка болевых ощущений до и после травмы и лечения у пациентов с деформацией стоп [46]. Для оценки данных показателей все боль-

шее распространение получают стандартизированные вопросники, анкеты patient-reported outcome measures scales (PROMs) [9, 17].

Для функциональной оценки стоп было разработано несколько шкал, примерами являются American Orthopedic Foot and Ankle Society scale – AOFAS, или Foot and Ankle Outcome Score – FAOS [34]. FAOS состоит из 42 вопросов, отражающих характеристики боли, скованность движений, отечность, ежедневную деятельность, спортивную активность и качества жизни [35]. Данный опросник был апробирован и исследован Г.Ш. Голубевым, Р.А. Хади при анкетировании 68 пациентов с посттравматическим плоскостопием, по результатам выяснено, что данные шкалы применимы для субъективной самооценки результатов лечения патологии стоп [51, 52].

Лечение плоскостопия у детей составляет отдельный значительный вопрос. В настоящее время не существует международного консенсуса по правильному лечению плоскостопия (как хирургическому, так и консервативному), и мнения в разных странах различаются. Так, мобильное асимптоматическое врожденное плоскостопие детей раннего возраста в лечении не нуждается. Это подтверждается исследованиями последних лет, где утверждается, что плоскостопие в раннем возрасте является нормой и проходит с ростом стопы [53]. Влияние обуви на формирование свода стопы, является дискуссионным вопросом [54].

Говоря о приобретенном симптоматическом плоскостопии, в лечении на первое место выходят ортопедические стельки и обувь. D.J. Soomekh и др. подчеркивают, что спешить с операцией не стоит, так как приобретенное симптоматическое плоскостопие обычно хорошо поддается консервативному лечению [21]. К сожалению, недостаточно качественных исследований, подтверждающих эффективность ортопедических стелек при плоскостопии. Пфайффер и его коллеги предположили, что более 90% ортопедического лечения являются ненужными. Вместе с тем хирургическое лечение требуется в симптоматических случаях, не поддающихся консервативному лечению, и при ригидных формах. Наличие симптомов является важным фактором при принятии решения о консервативном или хирургическом лечении. К симптомам относятся боль, усталость мышц стопы [32].

Подошвенная фасция образует соединительнотканый каркас, идущий

от пяточной кости к фалангам, охватывающий головки плюсневой кости. Таким образом, продольный свод стопы приподнят, а пальцы разогнуты. Некоторые врачи-ортопеды предположили, что мышечная слабость способствует развитию плоскостопия и поэтому рекомендовали упражнения по укреплению мышц для улучшения свода стопы

Встает вопрос о лечении плоскостопия и профилактики посредством ношения обуви. Рао и Джозеф [54] оценили влияние обуви на развитие свода стопы, проанализировав статические следы 2300 детей в возрасте от 4 до 13 лет, и сообщили, что плоскостопие чаще встречается у детей, которые носили обувь с закрытым носком.

Bordelon лечил 50 детей с помощью изготовленных по индивидуальному заказу вкладышей и сообщил об улучшении таранно-первого плюсневого угла [56]. Гулд и его коллеги предположили, что развитие свода стопы происходит быстрее в течение первых 2 лет (до 3 лет) при использовании обуви с поддерживающей своды стопы. В исследовании Бокса изготовленный по индивидуальному заказу жесткий ортез стопы оказался эффективным через 24 месяца при развитии продольного свода стопы у детей старше 6 лет с плоскостопием [56].

У пациентов, особенно старшей возрастной группы часто приходится прибегать к оперативному вмешательству. П.П. Буравцевым и А.С. Неретиным исследовано 6 пациентов с поперечным плоскостопием III степени, осложнившимся вальгусным отклонением I пальца. Данным пациентам проводилась остеотомия I плюсневой кости на уровне дистального метафиза с одномоментной коррекцией и остеосинтезом аппаратом Илизарова, после проводилась остеотомия проксимального метафиза и создание поперечного свода с отклонением I плюсневой кости.

**Выводы.** Посттравматическое плоскостопие может развиваться при переломах костей стопы. Наибольший интерес представляют переломы плюсневых костей, сопряженные с посттравматическим плоскостопием. В изученной литературе обозначены клинические корреляции между переломами костей стопы и развитием посттравматического плоскостопия. В тех исследованиях, где авторы связывают переломы плюсневых костей с плоскостопием, отмечается корреляция. Максимально актуальной остается проблема тактики лечения переломов плюсневых костей и тактика лечения посттравматического плоско-

стопия. Можно сказать, что исследования корреляции переломов костей стопы, а в частности плюсневых костей, с посттравматическим плоскостопием актуальны на данный момент и требуют дальнейшего научного поиска. Особенно важны исследования в области развития и лечения посттравматического плоскостопия у детей.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

## Литература

1. Arain A, Harrington MC, Rosenbaum AJ. Adult-Acquired Flatfoot. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2023; 8; 90-95.; <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31194335/>
2. Airdsen CM, Balslev-Clausen A, Wong C. Diagnostics, evaluation and treatment of flat feet in children. *Ugeskr Laeger*. 2023;185(2);25-27. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36636936/>
3. Ayoglu N, Afacan MY, Ozsahin MK, Seker A. Match the Metatarsal Heads: A Case of All-Metatarsal Fractures After a Motorcycle Accident. *Cureus*. 2023;15(5):e39659. <https://doi.org/10.7759/cureus.39659>
4. Bagley C, McIlhone S, Singla N, Berkeley R, O'Donnell P, Tennant S, Saifuddin A. MRI for paediatric flatfoot: is it necessary? *Br J Radiol*. 2022;95(1132);100-110. <https://doi.org/10.1259/bjr.20210784>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34919445/>
5. Banwell HA, Paris ME, Mackintosh S, Williams CM. Paediatric flexible flat foot: how are we measuring it and are we getting it right? A systematic review. *J Foot Ankle Res*. 2018;11;21-30. <https://doi.org/10.1186/s13047-018-0264-3>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29854006/>
6. Berkeley R, Tennant S, Saifuddin A. Multimodality imaging of the paediatric flatfoot. *Skeletal Radiol*. 2021;50(11):2133-2149. <https://doi.org/10.1007/s00256-021-03806-8>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34002241/>
7. Biz C, Cerchiaro M, Mori F, Rossin A, Ponticello M, Crimi A, Ruggieri P. Flatfoot over the centuries: the background of current conservative and operative treatments. *Int Orthop*. 2023;47(9):2357-2368. <https://doi.org/10.1007/s00264-023-05837-3>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37222816/>
8. Bobrov DS, Slinjakov LJ, Rigin NV. The Primary Metatarsalgia: Pathogenesis, Biomechanics and Surgical Treatment. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2017;72(1);53-58. <https://doi.org/10.15690/vramn756> (in Russ). <https://elibrary.ru/yfyisf>
9. Bodnya AI. Therapeutic tactics for combined injury of the hindfoot. *Injury Journal*. 2019;(4);119-123. (In Russian). <https://elibrary.ru/cnuluue>
10. Carr B, Yang S, Lather LA. Pediatric Pes Planus: A State-of-the-Art Review. *Pediatrics*. 2016;137(3);1-10. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-1230>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26908688/>
11. Eismont OL. Stress-fracture of the base of the fifth metatarsal bone. *Medical news*. 2021;6(321);65-68. (In Russian). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustalostnyy-perelom-osnovaniya-pyatoy-plusnevoy-kosti>
12. Evans AM, Rome K, Carroll M, Hawke F. Foot orthoses for treating paediatric flat feet. *Cochrane Database Syst Rev*. 2022;1(1);63-64. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006311.pub4>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35080267/>
13. Girsh YV. Role changes connectingh fabric of a bone complications at children with diabetes mellitus. *Vestnik SurGU*. 2011;1(7);77-81. (In Russian). <https://elibrary.ru/ulfmfg>
14. Golubev GSh, Al-hababi AAM, Khadi RA. Assessment of the Patellofemoral Joint Condition and the Possibility of Its Functional Improvement after the Closed Fractures of the Patella. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020;26(3):61-73. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-3-61-73>. (In Russian). <https://elibrary.ru/gefyva>
15. Guduri V, Dreyer MA. Talocalcaneal Coalition. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2023 Jan 2023;23. PMID: 31751043. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31751043/>
16. Herchenröder M, Wilfling D, Steinhäuser J. Evidence for foot orthoses for adults with flatfoot: a systematic review. *J Foot Ankle Res*. 2021;14(1);57-59. <https://doi.org/10.1186/s13047-021-00499-z>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34844639/>
17. Hoang NT, Chen S, Chou LW. The Impact of Foot Orthoses and Exercises on Pain and Navicular Drop for Adult Flatfoot: A Network Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(15);63-80. <https://doi.org/10.3390/ijerph18158063>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34360354/>
18. Hsieh RL, Peng HL, Lee WC. Short-term effects of customized arch support insoles on symptomatic flexible flatfoot in children: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(20);100-120. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000010655>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29768332/>
19. Kai Klyau. The Foot. From Evaluation to Surgical Correction Special Literature. Moscow: Publishing House "MEDPRAKTIKA-M"; 2021, 287. (In Russian).
20. Kardanov AA, Karandin AS, Korolev AV. On the relationship between systemic joint hypermobility and valgus deviation of the first finger. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2015;3(77);126-130. (In Russian). <https://elibrary.ru/ynyszf>
21. KENIS VM, DIMITRIEVAAYU, SAPOGOVSKY AV. THE RELATIONSHIP BETWEEN THE THRESHOLD OF PAIN SENSITIVITY AND PAIN COMPLAINTS IN CHILDREN WITH MOBILE FLAT FEET. *PEDIATRICS*. 2019;98(4);263-268. <https://elibrary.ru/cmoeef>
22. Kirsanov VA. Materials of the Third All-Russian Congress with international participation "Medical care for injuries in peacetime and wartime" Minimally invasive method of surgical treatment of metatarsal fractures. St. Petersburg: St. Petersburg public organization "Man and his health." 2018. 127-129 p. (In Russian). <https://elibrary.ru/ysioap>
23. Koehl P, Turcanu M, Sesselmann S, Rueth MJ, Schuh A. Knick-Senk-Fuß beim Kind: Was tun? [Pediatric flat foot]. *MMW Fortschr Med*. 2023;165(7):48-50. <https://doi.org/10.1007/s15006-023-2486-y>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37016236/>
24. Kotelnikov GP, Mironov SP. Traumatology: national guide. 3rd ed., revised. and additional Moscow: GEOTAR-Media; 2018. 776 p. (In Russ).
25. Leonova SN, Usoltsev IV, Kosareva MA. A new radiological method for examining patients with forefoot deformities. *Acta biomedica scientifica*. 2022;7(6):239-249. <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7.6.24> (In Russian). <https://elibrary.ru/jfcjyq>
26. Lenhart RL, Goodbody CM. Symptomatic flatfoot in cerebral palsy. *Pediatr*. 2024;36(1);98-104. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000001300>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37872808/>
27. Li HT, Bao BX, Zhang JZ. Effects of Single-Foot Centered and Double-Foot Centered X-ray Projection on Hallux Valgus Measurement. *Orthop Surg*. 2020;12(1):94-99. <https://doi.org/10.1111/os.12588>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31840344/>
28. Longo UG, Papalia R, De Salvatore S, Ruzzini L, Candela V, Piergentili I, Oggiano L, Costici PF, Denaro V. Trends in hospitalization for paediatric flatfoot: an Italian nationwide study from 2001 to 2016. *BMC pediatrics*. 2022;22(1):83. <https://doi.org/10.1186/s12887-022-03145-0>
29. Madden CM, Mahan KT. An Update on Pediatric Flatfoot. *Clin Podiatr Med Surg*. 2023;40(2);365-379. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2022.11.006>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36841586/>
30. Makarevich ER, Mikhnovich ER, Chirak VE. Fractures and dislocations of the bones of the foot. Minsk: BSMU; 2018. (In Russ).
31. Memeo A, Verdoni F, Rossi L, Ferrari E, Panuccio E, Pedretti L. Flexible Juvenile Flat Foot Surgical Correction: A Comparison Between Two Techniques After Ten Years' Experience. *J Foot Ankle Surg*. 2019;58(2):203-207. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2018.07.013>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30658957/>
32. Meschino D, Adamich J, Rioux Trottier E, Camp M. Fifth metatarsal fractures in skeletally immature patients do not need routine orthopedic surgeon assessment and follow-up. *Paediatrics & child health*. 2020;26(6):349-352. <https://doi.org/10.1093/pch/pxaa124>
33. Molina-García C, Banwell G, Rodríguez-Blancaque R, Sánchez-García JC, Reinoso-Cobo A, Cortés-Martín J, Ramos-Petersen L. Efficacy of Plantar Orthoses in Paediatric Flexible Flatfoot: A Five-Year Systematic Review. *Children (Basel)*. 2023;10(2):371-380. <https://doi.org/10.3390/children10020371>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36832500/>
34. Ponkilainen VT, Uimonen M, Repo JP, Mattila VM, Haapasalo HH. Validity and internal consistency of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society Midfoot Scale in patients with Lisfranc injury. *Foot Ankle Surg*. 2020;26(5):523-529. <https://doi.org/10.1016/j.jfas.2019.06.005>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31255577/>
35. Razumovsky AYU. Pediatric surgery: national guidelines. 2nd ed. Moscow: GEOTAR-Media, 2021. 1280 p. (in Russ).
36. Rusu L, Marin MI, Geambesa MM, Rusu MR. Monitoring the Role of Physical Activity in Children with Flat Feet by Assessing Subtalar Flexibility and Plantar Arch Index. *Children (Basel)*. 2022;9(3):427-428. <https://doi.org/10.3390/children9030427>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35327799/>

*Полная версия списка литературы находится в редакции.*