

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ



<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-62-72>

УДК 617.3

© П.Г. Гуреев, С.В. Дианов, 2023

Обзор литературы / Literature review

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ОБУВИ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ

П.Г. ГУРЕЕВ^{1,2}, С.В. ДИАНОВ¹

¹ ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России, 414000, Астрахань, Россия

² ГБУЗ Астраханской области Городская Клиническая Больница №3, им.С.М. Кирова, 414038, Астрахань, Россия

Аннотация

Актуальность: Современная хирургия переднего отдела стопы по поводу деформаций чаще всего сопровождается ношением специальной послеоперационной обуви. Модели и типы подобной обуви отличаются друг от друга. До сих пор не найден консенсус по назначению вида обуви с целью разгрузки переднего отдела стопы.

Цель исследования: Изучение актуальных подходов в принятии решений о назначении послеоперационной обуви пациентам с деформацией переднего отдела стоп.

Материал и методы: был выполнен обзор литературы в системе PubMed, eLibrary с ключевыми словами «forefoot postoperative shoes», «forefoot relief shoes», «foot relief shoes», «hallux valgus shoes», «обувь для разгрузки переднего отдела стопы», «послеоперационная обувь стопы». Среди всех статей подробно проанализировано 18 публикаций, посвященных обуви для разгрузки переднего отдела стопы.

Результаты и обсуждение. Исследования на здоровых добровольцах в своем большинстве свидетельствуют о большей эффективности в снижении давления под передним отделом стопы обуви с обратным наклоном подошвы. Итогом клинического изучения явилось отсутствие разницы в исходах операций у пациентов, носивших обувь с обратным наклоном подошвы или плоскую ригидную обувь. Не изучено влияние обуви на суставы нижних конечностей, положение таза, корпуса. Тема выбора послеоперационной обуви требует не только дискуссии, но и дальнейшего научного поиска.

Ключевые слова: деформация стопы; послеоперационная обувь; обувь для разгрузки переднего отдела стопы.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Гуреев П.Г., Дианов С.В., ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ОБУВИ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 2(52). С. 62–72 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-62-72>

THE USE OF POSTOPERATIVE SHOES AFTER SURGICAL CORRECTION DEFORMITIES OF THE FOREFOOT

PAVEL G. GUREEV^{1,2}, SERGEY V. DIANOV¹

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Astrakhan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, 414000, Astrakhan, Russia

² State Budgetary Healthcare Institution of the Astrakhan region City Clinical Hospital No. 3, named after S. M. Kirov, 414038, Astrakhan, Russia

Abstract

Relevance: Modern surgery of the forefoot for deformities is most often accompanied by the apelial footwear. The models and types of such shoes differ from each other. There is still no consensus what type of shoes needed for the purpose of unloading the forefoot.

Purpose of the study: To study current approaches in decision-making on the appointment of postoperative shoes to patients with deformity of the forefoot.

Material and methods: a literature review was performed in the PubMed, eLibrary system with the keywords "forefoot postoperative shoes", "forefoot relief shoes", "foot relief shoes", "hallux valgus shoes", "shoes for unloading the forefoot", "postoperative foot shoes". Among all the articles, 18 publications on shoes for unloading the forefoot were selected for detailed analysis.

Results and discussion. Studies on healthy volunteers, for the most part, indicate greater effectiveness in reducing the pressure under the forefoot of shoes with a reverse wedge of the sole. The result of clinical studies was the absence of a difference in the outcomes of operations in patients who wore shoes with a reverse wedge or flat rigid shoes. The effect of shoes on the joints of the lower extremities, the position of the pelvis, and the body has not been studied. The topic of choosing forefoot relief shoes requires not only discussion, but also further scientific research.

Key words: foot deformity; postoperative shoes; forefoot relief shoes.

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Funding: the study had no sponsorship

For citation: Gureev P.G., Dianov S.V., THE USE OF POSTOPERATIVE SHOES AFTER SURGICAL CORRECTION DEFORMITIES OF THE FOREFOOT. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023. № 2 pp. 62–72 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-62-72>

Введение

Текст

Современная хирургия переднего отдела стопы по поводу деформаций чаще всего сопровождается ношением специальной послеоперационной обуви, и редко требует иммобилизации гипсовыми или целокастовыми повязками. Нагрузка на ногу разрешается в день операции или начиная со следующего дня. Это важное достижение, которое позволяет пациенту не прибегать к помощи костылей и значительно облегчает послеоперационный период, а также позволяет хирургу прибегнуть к одновременной хирургии обеих стоп [1]. Срок ношения послеоперационной обуви обычно составляет 4-6 недель [2].

Выяснено, что при нормальных обстоятельствах, во время стояния босиком, на переднюю часть стопы приходится 28% несущей нагрузки [3, 4]. Этот факт нельзя не учитывать.

Изначально, эволюционное развитие хирургии переднего отдела стоп пошло двумя разными путями. Возникло два кардинально разных подхода к реабилитации пациентов после операций. Это связано с методом хирургического лечения. Приверженцы школы чрескожной (чреспрокольной) хирургии стопы основывались на самокоррекции положения костей стопы после остеотомий под нагрузкой веса пациента, в связи с чем начали назначать обувь на плоской подошве [5,6]. При этом подошва должна быть жесткой, чтобы исключить повышенную нагрузку при перекате стопы на носок, по сути исключив задний толчок из цикла шага.

Вторая же школа хирургии стопы пошла путем открытой хирургии, - через разрезы. Остеотомии выполнялись под прямым визуальным контролем и сопровождалась фиксацией металлическими винтами, спицами, пластинами и пр. Учитывая, что задуманная коррекция осуществлялась непосредственно во время операции и послеоперационный период не предполагал изменения положения костей в произведенных остеотомиях, - для снижения нагрузки на передний отдел стопы была предложена обувь с наклонной подошвой [7,8,9]. Подобная

обувь переносила большую часть давления во время шага на заднюю и среднюю части стопы, освобождая переднюю часть от нагрузки. Эффективность подобной обуви признана в том числе и в России [10,11].

Однако, даже в стане традиционной открытой хирургии стопы существуют реабилитационные протоколы, подразумевающие ношение различных моделей послеоперационной обуви.

Graff утверждает, что после операции SCARF сразу возможна полная нагрузка на передний отдел стопы и специальной обуви не требуется [12].

Basile и соавт. после модифицированной операции Lapidus разрешают полную нагрузку в иммобилизационном ботинке [13]. Blitz также рассматривает возможность полной нагрузки после операции Lapidus, в особенности при условии использования современных имплантов [14].

На современном этапе, поняв преимущества открытой и миниинвазивной хирургии, возникла потребность в комбинировании хирургических методик. В связи с чем происходит диссонанс в послеоперационной тактике: какую послеоперационную обувь назначать – на плоской или наклонной подошве? Консенсус по данному вопросу не достигнут.

Цель работы: Изучить актуальные подходы в принятии решений о назначении послеоперационной обуви пациентам с деформацией переднего отдела стоп по данным литературы

При поиске статей на портале Pubmed по фразе «forefoot postoperative shoes», - найдено 105 научных статей, с 1973 по 2022 годы, по фразе «forefoot relief shoes» найдено 47 статей с 1981 по 2022 годы, «foot relief shoes» - 151, «hallux valgus shoes» - 251. На сайте eLIBRARY по фразе «Обувь для разгрузки переднего отдела стопы» - 818 публикаций, «послеоперационная обувь стопа» - 1709 публикаций. Большинство статей опубликованы после 1990 года. В русскоязычных источниках не найдено статей направленного сравнения различных моделей послеоперационной обуви для разгрузки переднего отдела стопы после его хирургической коррекции, а также статей изучающих конкретную модель или тип обуви.

Среди всех статей отобрано 18 публикаций, посвященных обуви для разгрузки переднего отдела стопы.

Дизайн исследований, чаще всего предполагал сравнение давления в обуви различного образца на здоровых участниках, реже исследования походки. Еще реже исследование давления на трупных моделях, а также клинические исследования.

В статье Douglas и соавт. приводится сравнение внутриобувного давления стопы в различных вариантах обуви. Измерение давления производилось при помощи внутриобувных стелек с датчиками давления F-scan. Сравнивались восемь дизайнов обуви:

- обувь на деревянной плоской подошве;
- обувь на ригидной плоской подошве без рокера soft darco;
- обувь на ригидной наклонной подошве Ortho Wedge;
- обувь на ригидной рокерной подошве Regular Darco;
- обувь на ригидной подошве с рокером в носочной части и легкой фиксации голеностопного сустава Total Darco;
- обувь с жесткой фиксацией голеностопа до средней трети голени с ригидной рокерной подошвой Equalizer Premium Low Top Walker;
- обувь с жесткой фиксацией голеностопа до верхней трети голени с ригидной рокерной подошвой Equalizer Premium High Top Walker;
- обувь с жесткой фиксацией голеностопа до верхней трети голени с ригидной рокерной подошвой и возможностью увеличения контакта за счет нагнетания воздуха в ткань обуви Aircast Walker.

Результатам исследования: Значительное снижение пикового давления на переднюю часть стопы произошло с помощью обуви с жесткой фиксацией голеностопа и рокерной подошвой и в обуви с ригидной наклонной подошвой (Equalizer Premium, Aircast и Ortho Wedge). Среднее сокращение составило более 51,2%. Аналогичным образом, было обнаружено снижение пикового давления на переднюю часть стопы при использовании деревянной послеоперационной обуви, и всех других типов обуви на плоской ригидной подошве (a Darco shoe, a Soft Darco, and a Total Darco). Однако среднее сокращение составило не более 27% [15].

В другом исследовании на 16-ти здоровых молодых женщинах Eric Fuller и соавт. сравнивали распространенную обувь Darco на плоской подошве с изогнутой подошвой в носочной части с обувью WalkWell, которая имеет жесткую плоскую перекатанную подошву 11° для передней части стопы, начинающееся с 67% длины обуви. Давление измеряли Pedar in-shoe сенсорами. Результаты исследования показали, что при использовании послеоперационной обуви с жесткой рокерной подошвой (WalkWell) по сравнению с обычно используемой послеоперационной обувью (Darco) произошло значительное снижение пикового давления и времени нагрузки на передней части стопы [16].

В исследовании на здоровых людях P. Vause и соавт. представлены результаты нагрузки в изобретенной авторами обуви с высоким задним и передним рокерами. На пяти испытуемых исследовано давление стоп в изобретенной обуви. Давление из-

мерялось внутриобувными педобарографами Mega-Scan, Type FastScan. Результаты показали снижение подошвенной нагрузки на переднюю часть стопы на 70% и на 62% на сустав Шопара при переносе полного веса тела. Использование костылей еще больше снижало нагрузку. По мнению исследователей, дизайн подошвы позволяет пациенту стоять и ходить с хорошим балансом [17].

T. Lorei и соавт. провели исследование, задавшись целью сравнить специальную обувь для хирургии передней части стопы с наклонной подошвой (Darco's Ortho wedge) с ригидной послеоперационной обувью на плоской подошве (Darco's Medical Surgical). Измерения распределения подошвенного давления использовались для оценки разгрузки влияния условий эксплуатации обуви. Для дальнейшего сравнения было измерено давление в стандартном башмаке (Air Triax от Nike).

Результаты показали, что вся проанализированная обувь уменьшает нагрузку в медиальной области передней части стопы. Обувь Medical Surgical обеспечила максимальное снижение давления под медиальной передней частью стопы, но средняя часть и латеральная передняя часть подвергалась значительно более высоким нагрузкам. Ortho Wedge уменьшила нагрузку под пальцами и передней частью и разгрузила область средней части стопы.

Авторы исследования пришли к выводу, что обувь на ригидной плоской подошве Medical Surgical уменьшает давление под передней частью, но не в такой степени, как Ortho Wedge. В заключение констатировалось, что послеоперационная обувь с наклонной подошвой OrthoWedge продемонстрировала наилучшие результаты среди протестированных ботинок по снижению давления и передаче нагрузки под передней частью стопы [18].

A. Notni и соавт. задали вопрос: существуют ли различия в степени разгрузки передней части стопы в различных ботинках для разгрузки передней части стопы, предлагаемых на немецком рынке?

Было протестировано шесть различных пар обуви с разгрузкой передней части стопы. (рис.1)

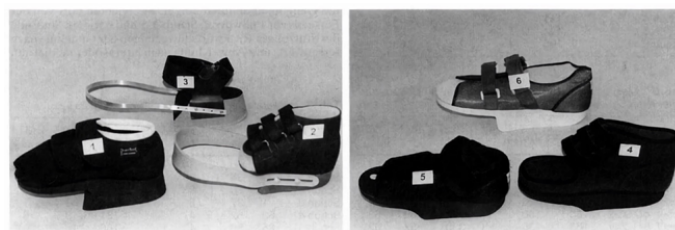


Рисунок 1. Протестированные модели обуви с разгрузкой передней части стопы.

1. Обувь для снятия напряжения передней части стопы, разработанная доктором Л. С. Баруком (L.S.Barouk);
2. Разгрузочная обувь для передней части стопы с защитным ремешком;
3. Обувь на метасан эрсеновой подошве (Metasan);
4. Ортопедическая обувь для активной разгрузки передней части стопы;
5. Ортопедическая лечебная обувь;
6. Ортопедическая лечебная послеоперационная обувь.

Десять испытуемых носили обувь одного размера, имели нормальную анатомию стопы и нормальную походку. Время контакта, площадь контакта, максимальное давление и интеграл давления-времени оценивались в шести различных областях подошвы.

Для измерения давления использовалось динамическое устройство Fast SCAN by MEGA SCAN. Датчик помещался внутрь исследуемой обуви.

Снижение давления под передним отделом наблюдалось во всех образцах обуви. 3 вида обуви показали наиболее благоприятные параметры. Средство для ходьбы Metasan, удерживающее переднюю часть свободно свисающей, снизило давление почти до нуля по сравнению с ходьбой босиком. Разгрузочная обувь для переднего отдела с защитным ремешком позволила снизить давление впереди со 100 до 20%. Обувь, изобретенная Л.С. Баруком (L.S.Barouk) также снизила давление со 100 до 20% и обеспечила более безопасную походку за счет подъема впереди расположенного сегмента. Во всех образцах находящийся впереди край ботинка не подвергался пиковой нагрузке.

Обувь 4, 5 и 6 показала сопоставимые значения максимального давления в области авангардного сегмента стопы, что соответствовало снижению давления примерно на 50% по сравнению с ходьбой босиком.

Однако, значения давления в области предплюсны были значительно выше у всех видов обуви чем при ходьбе босиком. Авторы сделали вывод, что все протестированные модели обуви для снятия нагрузки с плюсневых костей и пальцев не подходят для функционального последующего лечения костно-корректирующих вмешательств в области предплюсне-плюсневых суставов. Вся протестированная обувь действительно уменьшала давление под пальцами ног и под плюсневыми костями [19].

Reinhard и соавт. в 2011 году опубликовали статью: Биомеханика послеоперационной обуви: распределение подошвенного давления, характеристики ношения и критерии проектирования.

Цель этого исследования состояла в том, чтобы определить распределение подошвенного давления, характеристики ношения и эффективность снижения давления пяти различных типов обычно используемой послеоперационной обуви. Кроме того, авторы хотели модифицировать обувь, которая показала наиболее благоприятные результаты.

Восемь здоровых человек среднего возраста 26 лет приняли участие в исследовании. Изучалось распределение подошвенного давления в пяти различных типах послеоперационной обуви (рис. 2 – рис. 3)

Давление оценивали с использованием стелек Mediologic®. Кроме того, авторы учитывали субъективный комфорт исследуемых в определенном типе обуви. Тип Darco flat®, а также тип Wocker® показали очень высокое пиковое давление под медиальной передней частью по сравнению с другими. Несмотря на то, что Darco VFE® обеспечивал самое низкое пиковое давление в области первого пальца, на медиальную область передней части стопы воздействовали большие силы.



Рисунок 2. Исследуемые типы послеоперационной обуви, вид сбоку.

1 - Rathgeber® normal, 2- Rathgeber® modified, 3- Darco® VFE, 4- Darco® flat, 5- Wocker®

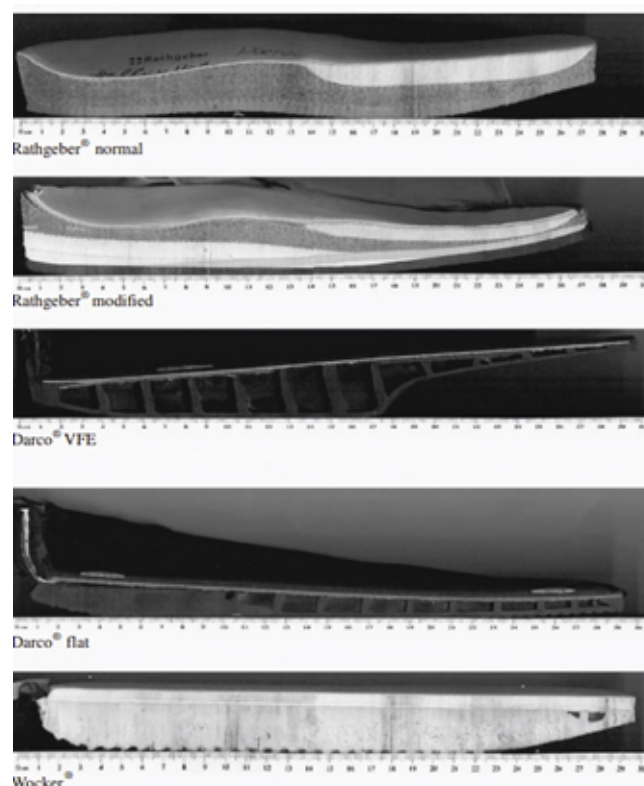


Рисунок 3. Исследуемые типы послеоперационной обуви. Вид подошвы на разрезе. Название моделей обуви указаны на рисунке.

Модели Rathgeber® продемонстрировали наиболее благоприятные результаты испытаний в отношении сил, действующих на первый палец и плюсну, соответственно.

Модифицированная модель Rathgeber® показала наиболее благоприятные результаты в отношении распределения подошвенного давления, а также субъективных характеристик износа. Поэтому он был выбран для дальнейших модификаций. После добавления дополнительного слоя высокоэластичного и пружинистого материала для амортизации в области первого пальца, разгрузка переднего отдела и износостойкость показали улучшенные результаты.

Авторы пришли к выводу, что амортизирующий материал в области первого пальца в послеоперационной обуви минимизирует нагрузку на дистальный отдел плюсны и пальцы, поэтому повышает комфорт пациента.

Исследователи подчеркнули, что работа была проведена со здоровыми испытуемыми с целью оценки характеристик послеоперационной обуви. Возможно, было бы более уместно исследовать пациентов, перенесших операцию по поводу вальгусной деформации 1-го пальца стопы [20].

Р.-А. Deleu и соавт. целью своего исследования ставили оценку эффективности послеоперационной обуви второго поколения типа Barouk (рис. 4).



Рисунок 4. Обувь второго поколения типа Barouk.

Для участия в этом исследовании была набрана выборка из 35 здоровых добровольцев (17 женщин, 18 мужчин). Динамическую нагрузку на стопу оценивали с помощью измерения подошвенного давления в обуви.

Результаты: Послеоперационная разгрузочная обувь для передних отделов второго поколения Barouk снижала давление на переднюю часть стопы во всех испытаниях. У всех 35 добровольцев наблюдалось снижение среднего пикового давления на 79-96% ($p < 0,001$) в передней части стопы, за исключением головки пятой плюсневой кости. Что объяснялось авторами

разной дистанцией от головок плюсневых костей до переднего края каблучной части обуви (рис. 5)

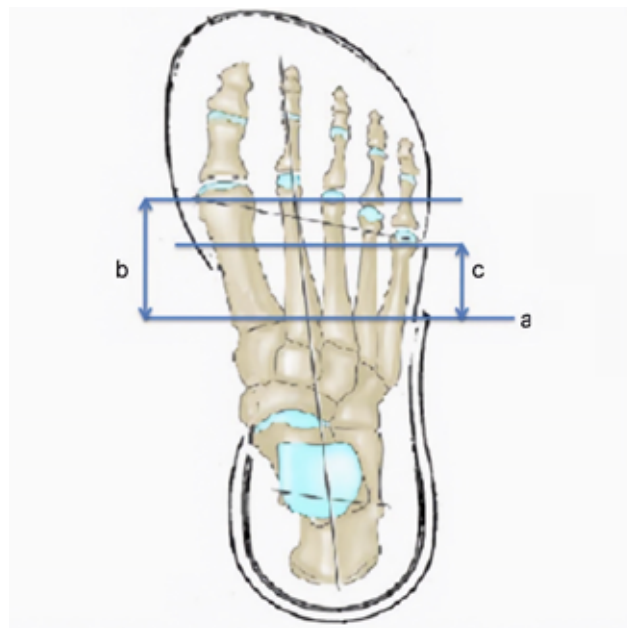


Рисунок 5. Анатомический вид стопы в обуви Barouk. Линия (a) показывает переднюю границу каблучной части обуви; (b) - расстояние между головкой первой плюсневой кости и передней границей каблучной части обуви; (c) - расстояние между головкой пятой плюсневой кости и передней границей каблучной части обуви.

Значительное увеличение пиковых значений давления наблюдалось в области пятки. Аналогичные результаты были получены для интегральных значений давления и времени [21].

Sasanka и соавт. задались вопросом изучения проблемы комплаентности пациента в ношении послеоперационной обуви. Целью этого исследования было изучение факторов, связанных с пациентом, которые могли бы повлиять на пациента и его удовлетворенность использованием обуви с наклонной подошвой после остеотомии первой плюсневой кости как стабильной, так и нестабильной конфигурации по поводу вальгусной деформации 1-го пальца.

Авторы ретроспективно рассмотрели серию операций одного хирурга у 64 пациентов, которым была проведена операция на переднем отделе стопы и которые впоследствии были реабилитированы с использованием обуви с наклонной подошвой и разгрузкой переднего отдела стопы. Средний возраст пациентов составил 47,5 лет (22-73 года). Авторы обнаружили, что соблюдение требований при использовании послеоперационной обуви ниже у пожилых пациентов. Это может быть связано с плохой адаптацией при наличии ранее существовавшего остеоартрита [22].

Joanne S. Paton и соавт. исследовали, изменяет ли послеоперационная обувь с разгрузкой передней части стопы активность

мышц голеностопного сустава и статическое постуральное покачивание, и изменяются ли какие-либо эффекты при ношении обуви с высокой подошвой на противоположной стороне.

Осанка, активность мышц голеностопного сустава и постуральное покачивание сравнивались у 14 здоровых участников, которые носили обувь с разгрузкой переднего отдела стопы, контрольную обувь с контралатеральным подъемом или без него.

Ношение обуви с разгрузкой переднего отдела стопы переместило центр тяжести кзади, увеличило активность передней большеберцовой мышцы и уменьшило активность подошвенного сгибания в голеностопном суставе. Эти изменения уменьшились, когда был добавлен контралатеральный подъем обуви. Не было обнаружено никакой разницы в осанке между условиями ношения обуви.

Пиковое давление на передние отделы всегда снижалось при ношении обуви с разгрузкой.

Авторы пришли к выводам, что нестабильность в голеностопном суставе может усиливаться у пациентов со слабыми мышцами передней поверхности (например, при диабетической нейропатии), которым необходимо носить разгрузочные устройства для лечения язвы. А добавление контралатерального подъема обуви, потенциально может быть полезным для поддержания стабильности во время разгрузки передней части стопы у этой группы пациентов [23].

Paolo Caravaggi и соавт. провели фундаментальное исследование, на которое ссылаются многие авторы статей на подобную тематику. Десяти здоровым участницам женского пола ($28,2 \pm 10,0$ лет) было предложено ходить в трех различных типах обуви: для левой / правой ноги: контроль / полуботинок с наклонной подошвой, контроль / полная подошва с наклонной стелькой и контроль / контроль.

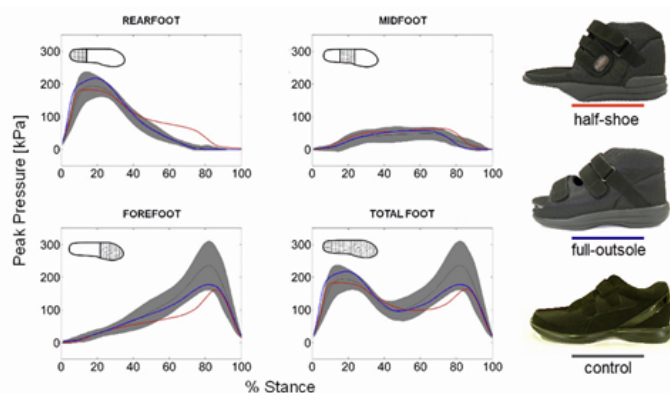


Рисунок 6. Красная линия - полуботинок с наклонной подошвой; Синяя линия - полная подошва с наклонной стелькой; Черная линия - контроль.

Полный анализ походки был получен в трех испытаниях ходьбы для каждого участника в каждом состоянии. Одновременно система сенсорных стелек регистрировала подошвенное давление в разные области стопы.

Группа в полуботинках с наклонной подошвой показала самую медленную скорость ходьбы и самую короткую длину шага.

Подошвенная нагрузка на переднюю часть стопы была значительно снижена (максимальное усилие в % от массы тела: полуботинок с наклонной подошвой = 62,1; полная подошва = 86,9; контроль = 93,5; $p < 0,001$). В задней части стопы среднее давление было самым высоким в обуви с полной подошвой. Кинематика голеностопного сустава в сагиттальной плоскости в обуви с полной подошвой имела рисунок, более похожий на контрольный. (рис. 6)

Выводы: Полуботинок с наклонной подошвой оказался значительно более эффективным в снижении подошвенной нагрузки на передние отделы, чем ботинок с полной перекаточной подошвой, который предназначен для уменьшения нагрузки на переднюю часть стопы за счет использования стельки с более толстым профилем спереди, чтобы поддерживать сегмент в небольшом изгибе назад. Однако, полуботинок с наклонной подошвой также изменял пространственно-временные параметры походки, вызывая большие кинематические изменения в проксимальных суставах нижних конечностей со снижением двигательной активности в последней фазе шага.

В итоге авторы пришли к выводу, что в то время как параметры походки, зафиксированные в обуви с полной подошвой, поощряют дальнейшее развитие подобной обуви, дополнительно необходимо провести исследования, чтобы подтвердить, является ли степень снижения давления, достижимая при использовании конструкции с полной подошвой, клинически подходящей также для послеоперационных групп пациентов [24].

Shelain Patel и соавт. провели проспективное сравнительное исследование, целью которого было сравнить эффекты обуви с обратным наклоном подошвы и обуви без наклона подошвы с переходной жесткостью после коррекции вальгусной деформации 1-го пальца стопы. Была изучена когорта из 80 человек, перенесших операцию SCARF в одном учреждении. Первые 40 стоп (средний возраст пациентов 45 (18-67) проходили реабилитацию в обуви с обратным наклоном подошвы и следующие 40 стоп (средний возраст пациентов 48 (20-68) реабилитировались в обуви на ригидной плоской подошве.

Между группами не существовало демографических различий. Данные были собраны через 2 недели, 6 недель и 6 месяцев. Для оценки клинического исхода использовался Манчестерско-Оксфордский опросник для стопы и опросник о боли в спине, а рентгенограммы были просмотрены 2 хирургами-ортопедами для контроля потери коррекции. При использовании обуви на ригидной плоской подошве не наблюдалось переломов или потери коррекции. Авторы пришли к выводу, что обе конструкции обуви давали одинаковые функциональные и рентгенологические результаты для стопы, но обувь на ригидной плоской подошве вызывала меньше боли в спине и была комфортнее для пациента [25].

Trnka и соавт. провели оценку силовых пластин 4 конструкций обуви при 6 остеотомиях плюсневой кости в 60 трупных образцах. Среднее давление на первую плюсневую кость составило 367 кПа в обычной ботинке, 328 кПа в послеоперационной обуви Darco на плоской подошве, 402 кПа в обуви на деревянной подошве и 290 кПа в обуви с обратным наклоном подошвы. Средняя нагрузка до отказа без обуви для каждой остеотомии была определена: серповидная остеотомия 199,56 кПа; проксимальная шевронная остеотомия 205,3 кПа; Лудлофф - 372,0 кПа; SCARF - 428,4 кПа; двухплоскостной замыкающий клин - 508,8 кПа; и May - 530,0 кПа. Исходя из этого, авторы пришли к выводу, что обувь с обратным наклоном подошвы следует использовать у пациентов с остеопенической костью или перенесших проксимальную серповидную или шевронную остеотомию, но в остальных случаях безопасны другие конструкции обуви, например, обувь на ригидной плоской подошве [26].

Paul M.C. Dearden и соавт. констатировали, что обычной клинической практикой является использование обуви на плоской подошве или с обратным изгибом для защиты стопы в течение 6 недель после операции по поводу вальгусной деформации или ригидности стопы. Существует мало доказательств того, есть ли какая-либо разница между этими 2 видами послеоперационной обуви, как в удовлетворенности пациентов, так и в клинических исходах.

В связи с чем авторы провели исследование, в котором приняли участие сто пациентов, перенесших остеотомию SCARF или артродез первого плюснефалангового сустава. Пациенты были рандомизированы 50:50 для использования послеоперационной обуви с плоской подошвой (рис. 7) или с обратным изгибом (рис. 8).



Рисунок 7. Послеоперационная обувь с плоской подошвой



Рисунок 8. Послеоперационная обувь с обратным изгибом

Пациенты, перенесшие вспомогательные оперативные техники на малых лучах, не были исключены. Удовлетворенность пациентов оценивалась по визуальной аналоговой шкале оценки боли и опросником удовлетворенности. Рентгенографии были пересмотрены через 1 год с учетом различий в частоте сращения или рецидива деформации. В группе обуви с обратным изгибом было 47 пациентов, а в группе плоской обуви - 43. Не было замечено никакой разницы в первичной операции на передней части стопы, сопутствующих техниках операций, возрасте на момент операции или предоперационном показателе боли.

Через 6 недель не было выявлено существенной разницы в показателях послеоперационной боли. Группа пациентов, использовавшая обувь на ригидной плоской подошве с большей вероятностью была удовлетворена своей общей подвижностью (86,0% против 61,7%; $P = 0,01$) и своей стабильностью в обуви (90,7% против 69,6%; $P = 0,03$). Не было отмечено существенной разницы между группами по частоте рецидивов и несращения.

Обе формы послеоперационной обуви были эффективны в обеспечении мобилизации пациентов и в предотвращении неблагоприятных исходов. Пациенты с большей вероятностью были удовлетворены плоской послеоперационной обувью из-за улучшенной стабильности и простоты мобилизации [27].

Ester Navarro-Canoa и соавт. провели сравнительное исследование на кадаверном материале. Цель этого исследования состояла в том, чтобы определить, как меняется распределение нагрузки по мере увеличения усилия, прикладываемого к стопе, с ортопедической обувью и без нее. Кроме того, авторы сравнили разные модели обуви.

Датчики давления были помещены под головку первой плюсневой кости и пятку двадцати образцов свежих трупных стоп взрослого человека. Были выбраны две модели ортопедической обуви: на плоской ригидной подошве и с обратным изгибом. Постепенно применялись нагрузки по 10 кг, до 60 кг.

Анализ (без обуви против ортопедической обуви) показал, что давление без обуви было значительно выше, чем с любой ортопедической обувью ($P < 0,005$).

Статистически значимых различий между моделями обуви не выявлено ($P = 0,402$) [28].

Annette Eidmann и соавт. в свежей работе 2022 года исследовали влияние частичной нагрузки на подошвенные максимальные усилия при использовании трех различных типов послеоперационной обуви.

У 20 здоровых добровольцев были исследованы три различных режима переноса веса (20 кг, 40 кг, полный вес). Сенсорные стельки использовались для измерения пиковых усилий передней части стопы, средней части стопы, пятки и всей стопы с использованием четырех видов обуви (обувь на ригидной жесткой подошве, обувь с наклоном подошвы кзади для разгрузки передней части стопы, обувь с фиксацией голеностопного сустава и роковой подошвой, а также стандартные кроссовки).

Вся терапевтическая обувь значительно уменьшила пиковые нагрузки на переднюю и среднюю часть стопы по сравнению с

контрольной обувью; наибольшее снижение было достигнуто с помощью обуви с наклоном подошвы кзади (-70 % на передней части стопы) [29].

Carl и соавт. сравнивали конструкции обуви для разгрузки переднего отдела стопы двух типов. Кроме того, в исследовании проектировалось ненадлежащее использование обуви с попыткой специальной нагрузки передней части стопы испытуемыми.

Десяти здоровым добровольцам было предложено выполнить пять проб на беговой дорожке с самостоятельно выбранными скоростями. В первом испытании средние значения пикового давления в обуви и стельках массового производства были оценены и приняты за 100%. Два разных дизайна обуви (А - короткий каблук - короткая подошва Barouk, В - короткий каблук - полная наклонная подошва Hannover) (рис. 9) сравнивались в двух испытаниях, каждое из которых имело обычный и порочный характер походки (попытка перенести вес на переднюю часть стопы).

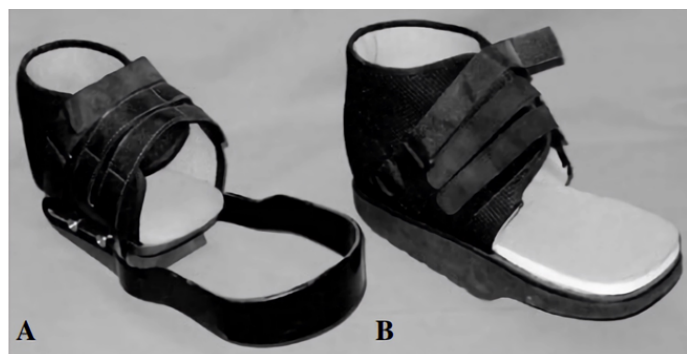


Рисунок 9. А - короткий каблук - короткая подошва без поддержки среднего и переднего отделов стопы Barouk, В - короткий каблук - полная наклонная подошва с поддержкой среднего и переднего отделов стопы Hannover.

Значения подошвенного давления были получены с помощью внутриобувной системы стелек Pedar (Novel Inc., Мюнхен, Германия). Для анализа педобарографические снимки были разделены на среднюю часть стопы (от 31% до 60% от общей длины стельки) и переднюю часть стопы (от 61% до 100% от общей длины стельки).

При использовании обуви на короткой подошве, передняя и средняя части стопы выводились из-под нагрузки в 100% как при обычном, так и при порочном использовании. При ношении обуви с цельной подошвой в обычном режиме привело к значительному снижению ($p < 0,01$) среднего пикового давления под передней частью стопы (34 ± 13 % оставшегося) и средней части стопы (47 ± 13 % оставшегося). Несоответствующее использование обуви с полной подошвой приводит к значительному увеличению значений пикового давления ($p < 0,01$), чем при нормальной походке в обуви массового производства, под передней частью стопы, но не под средней частью стопы. Авторы пришли к выводу, что обувь без поддержки средней и передней частей стопы может быть более

безопасной при неправильном использовании, чем обувь с цельной подошвой [30].

Fuchs и соавт. в исследовании 2020 года изучили распределение подошвенного давления и характеристики ношения трех разгрузочных ботинок для передней части стопы, а именно Mairland, OrthoWedge и Podalux в здоровой популяции (рис. 10). Двадцать испытуемых ходили в рандомизированном порядке в трех разгрузочных ботинках для передней части стопы и эталонной обуви в течение шести минут. Система Pedar использовалась для измерения давления в 7 регионах. Пиковое давление и интеграл по времени давления были проанализированы в качестве показателей распределения давления. Кроме того, характеристики износа учитывались с использованием цифровой рейтинговой шкалы. Обувь с наклонной подошвой Mairland и OrthoWedge значительно снизила пиковое давление: более чем на 80% под первым пальцем и более чем на 45% под головкой первой плюсневой кости ($p < 0,001$). Обувь на горизонтальной ригидной перекатной подошве Podalux не показала значительного снижения пикового давления под передней частью стопы по сравнению с эталонной обувью. Под малыми пальцами, в области головок 4 и 5 плюсневых костей и в области пятки обувь Podalux показала даже значительное увеличение пикового давления ($p = 0,001$). Что же касается характеристик ношения, то обувь Podalux и обувь контроля показали значительно лучшие результаты, чем два других разгрузочных ботинка для передней части стопы ($p < 0,01$). Следующим шагом авторы планируют выполнение исследования в популяции пациентов [31].



Рисунок 10. А - обувь полной наклонной подошвой OrthoWedge, В - обувь полной наклонной подошвой Mairland, С - обувь с горизонтальной ригидной перекатной подошвой Podalux, D - обувь контроля Adidas

Michalik и соавт. исследовали воздействие различных конструкций обуви для разгрузки передней части стопы на походку, таз и позвоночник.

Обувь Ortho-Wedge и Relief Dual® (рис. 11) оценивались в этом исследовании во время стояния и при ходьбе. Изменения положения таза и позвоночника измерялись с помощью системы поверхностной топографии (Растрестереография) и инструментальной беговой дорожки. Фазы походки определялись автоматически с помощью встроенной в беговую дорожку нажимной пластины.

Обе сравниваемые модели обуви привели к значительному увеличению наклона таза, скручивания таза, бокового отклонения и вращения корпуса ($p < 0,001$) в положении стоя. Между обеими моделями обуви наклон таза и боковое отклонение ($p < 0,05$) достоверно различались. Во время ходьбы обе модели обуви оказывали значительное влияние на позвоночник и таз

($p < 0,05$), однако между моделями были обнаружены лишь незначительные различия. Все параметры походки были изменены больше при ношении обуви Ortho-Wedge. Длина шага была значительно больше при ношении Relief Dual ($p < 0,005$).



Рисунок. 11 Традиционная обувь Ortho-Wedge с отрицательным клином (левое изображение); разгрузочная обувь для передней части стопы «Relief Dual®», содержащая многослойную систему подошвы (правое изображение).

Авторы сделали вывод, что обувь для разгрузки передней части стопы приводит к значительным изменениям положения таза и позвоночника во время стояния и при ходьбе. Поэтому рекомендуется использовать компенсирующий башмак на противоположной стороне. Однако на параметры походки больше повлияла традиционная обувь Ortho-Wedge. Конструкция и форма подошвы Relief Dual обеспечивают более физиологичный перекал стопы [32].

Выводы.

Проведенный анализ литературных данных говорит о неоднородности и несогласованности выбора послеоперационной обуви в практической медицине. Исследования на здоровых добровольцах в своем большинстве говорят о большей эффективности в снижении давления под передним отделом стопы обуви с обратным наклоном подошвы. Однако, внимание уделяется не только наклону подошвы, но и толщине подошвы в передней части, а именно уровню, на котором заканчивается контакт подошвы с поверхностью опоры. Т.е. насколько передний отдел стопы находится в «подвешенном» состоянии над поверхностью. Особенно тщательное внимание этому уделялось в исследованиях с 1990 г по 2010 г. В противовес этому научные работы более поздних лет сравнивают модели обуви с обратным наклоном подошвы и с ригидной плоской подошвой или с плоской подошвой и наклонной стелькой. При этом исследования проводятся как на здоровых добровольцах, так и имеют клинический характер. Обоснование к этому могут служить данные научных изысканий, полученные путем испытаний на трупных моделях. А именно, исследование пикового давления при котором происходит разрушение прочности фиксации тех или иных видов остеотомий 1-й плюсневой кости. Итогом немногочисленных клинических исследований явилось отсутствие разницы в исходах операций у пациентов, носивших обувь с обратным наклоном подошвы или плоскую ригидную обувь.

Доказано, что обувь с наклонной подошвой влияет на дискомфорт и боль в спине и менее удобна. Имеются данные, что, изменяя наклон таза обувь влияет на походку испытуемого.

Учитывая, что на рынке послеоперационной обуви широко распространены модели с обратным наклоном подошвы и на плоской подошве, можно утверждать, что это говорит одновременно об ограниченности выбора, а также эффективности и терапевтической достаточности именно подобных типов обуви. Мнения хирургов, оперирующих деформации переднего отдела стопы неоднородны, четких правил в выборе модели обуви и сроках реабилитации в ней нет.

Большинство пациентов адаптируются к дизайну обуви с обратным наклоном подошвы и справятся с ним, хотя возникает вопрос - необходим ли дизайн обуви с обратным наклоном подошвы вообще?

Крайне мало исследований посвящено исследованию параметров походки в послеоперационной обуви и после ее использования. Не изучено влияние обуви на суставы нижних конечностей, положение таза, корпуса.

Тема выбора послеоперационной обуви требует не только дискуссии, но и дальнейшего научного поиска.

Список литературы / References:

1. Распутин Д.А. Хирургическое лечение и послеоперационное ведение больных с поперечной распластанностью стопы. Журнал: Наука и инновации в медицине 2017;3(7):55-57 [Rasputin D.A. Surgical treatment and postoperative management of patients with transverse foot splay. Journal: Science and Innovations in Medicine 2017;3(7):55-57].
2. Д. В. Ильченко, А. С. Карандин, А. А. Карданов, А. В. Королев. Современное состояние проблемы реабилитации после оперативного лечения деформаций первого луча стопы (обзор литературы). Московский хирургический журнал 2016;1(47):26-29 [D. V. Il'chenko, A. S. Karandin, A. A. Kardanov, A. V. Korolev. The current state of the problem of rehabilitation after surgical treatment of deformities of the first ray of the foot (literature review). Moscow Surgical Journal 2016;1(47):26-29]
3. Nyska, M., McCabe, C., Linge, K., Laing, P., & Klennerman, L. Effect of the shoe on plantar foot pressures. Acta Orthopaedica Scandinavica, 1995;1(66):53-56. doi:10.3109/17453679508994640
4. Hessert, M. J., Vyas, M., Leach, J., Hu, K., Lipsitz, L. A., & Novak, V. Foot pressure distribution during walking in young and old adults. BMC Geriatrics, 2005;1(5). doi:10.1186/1471-2318-5-8
5. Бережной С. Ю. Чрескожные операции в лечении статических деформаций переднего отдела стопы. Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Москва 2014. 299 с. [Berzhenoi S. Y. Percutaneous operations in the treatment of static deformities of the forefoot. Dissertation for the degree of Doctor of Medical Sciences. Moscow 2014. 299 p.]
6. Bauer, T., de Lavigne, C., Biau, D., De Prado, M., Isham, S., & Laffenetre, O. Percutaneous Hallux Valgus Surgery: A Prospective Multicenter Study of 189 Cases. Orthopedic Clinics of North America, 2009;4(40):505-514. doi:10.1016/j.ocl.2009.05.002

7. Barouk, L. S., & Barouk, P. The Scarf first metatarsal osteotomy in the correction of hallux valgus deformity. *Interactive Surgery*, 2007;1(2):2–11. doi:10.1007/s11610-007-0023-9
8. Barouk L.S. *Forefoot Reconstruction*. 2nd ed. Paris: Springer-Verlag, 2005. 388 p.
9. Barouk L.S. Scarf osteotomy for hallux valgus correction. Local anatomy, surgical technique and combination with other forefoot procedures // *Foot Ankle Clin*. 2000; 3(5):55-58.
10. Р.В. Прянишников, В.Е. Воловик, А.Г. Рыков. Современный подход к лечению приобретенных статических деформаций стоп. *Здравоохранение дальнего востока*. 2016;3(69):66-69 [R.V. Pryanishnikov, V.E. Volovik, A.G. Rykov. A modern approach to the treatment of acquired static deformities of the feet. *Healthcare of the Far East*. 2016;3(69):66-69]
11. Ежов М.Ю. Особенности мини-инвазивной коррекции первого луча стопы при лечении пациентов с hallux valgus. *Современные проблемы науки и образования*. 2013;3:109 [Ezhov M.Yu. Features of mini-invasive correction of the first ray of the foot in the treatment of patients with hallux valgus. *Modern problems of science and education*. 2013;3:109]
12. W. Graff. Resumption of immediate full support after Scarf osteotomy of the first metatarsal: prospective study of 224 cases. *AFCP, Marseille* 2003.
13. Basile, P., Cook, E. A., & Cook, J. J. Immediate Weight Bearing Following Modified Lapidus Arthrodesis. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 2010;5(49):459–464. doi: 10.1053/j.jfas.2010.06.003
14. Blitz, N. M. Early Weightbearing of the Lapidus Bunionectomy. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 2012;3(29):367–381. doi: 10.1016/j.cpm.2012.04.009
15. Douglas J. Glod, DPM, FACFAS1 Patrick Fettingner, DPM2 Robert W. Gibbons, DPM, FACFAS; A Comparison of Weightbearing Pressures in Various Postoperative Devices, *The Journal of Foot and Ankle Surgery* 1996;2(35):149-154.
16. Eric Fuller, DPM, Stephen Schroeder, BS, Jenifer Edwards, BS. Reduction of Peak Pressure on the Forefoot with a Rigid RockerBottom Postoperative Shoe. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 2001;10(91):501-507.
17. P. Bause, H. Schmieg, E. G. Suren. The Heilbronn roll-off shoe. A novel forefoot strain-minimizing orthosis based on biomechanical principles. *Orthopedic surgeon*, Springer-Verlag 2001;30:251-255.
18. T. Lorei, H. Klarner, D. Rosenbaum. Influence of Postoperative Shoes on Plantar Pressure Patterns. *Z Orthop* 2006;144:153–157. doi: 10.1055/s-2006-921572
19. A. Notni R. A. Fuhrmann. Plantar Pressure Distribution in Forefoot Relief Orthese. *Z. Orthop*. 1999;137:280-283.
20. Reinhard Schuh, Hans-Joerg Trnka, Anton Sabo, Martin Reichel, Karl-Heinz Kristen. Biomechanics of postoperative shoes: plantar pressure distribution, wearing characteristics and design criteria: a preliminary study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2011;131:197–203 doi: 10.1007/s00402-010-1127-y
21. P.-A. Deleu, T. Leemrijse, B. Vandeleene, P. Maldague, B. Devos Bevernage. Plantar pressure relief using a forefoot offloading shoe. *Foot and Ankle Surgery* 2010;16:178–182.
22. Sasanka Sekhar Sarmah, Fahad Siddique Hossain and Viren Mishra. Effectiveness of the Reverse Camber Shoe in Postoperative Hallux Valgus Surgery. *Foot Ankle Spec* 2012;5:245. doi: 10.1177/1938640012451314
23. Joanne S. Paton, Katherine Thomason, Karl Trimble, James E. Metcalfe, Jonathan Marsden. Effect of a Forefoot Off-loading Postoperative Shoe on Muscle Activity, Posture, and Static Balance. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2013;1(103):36-42.
24. Paolo Caravaggi, Alessia Giangrande, Lisa Berti, Giada Lullini and Alberto Leardini. Pedobarographic and kinematic analysis in the functional evaluation of two post-operative forefoot offloading shoes *Journal of Foot and Ankle Research* 2015;8:59 doi: 10.1186/s13047-015-0116-
25. Shelain Patel, Parag Garg, M. Ali Fazal, Muhammad S. Shahid, Derek H. Park, Pinak S. Ray. A Comparison of Two Designs of Postoperative Shoe on Function, Satisfaction, and Back Pain After Hallux Valgus Surgery. *FRCS (Tr&Orth. Foot & Ankle Specialist*. 2018;10(20):1-5 doi: 10.1177/1938640018782608.
26. Trnka HJ, Parks BG, Ivanic G, et al. Six first metatarsal shaft osteotomies: mechanical and immobilization comparisons. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;381:256-265.
27. Paul M.C. Dearden, Robbie I. Ray, Peter W. Robinson, Caroline R. Varrall, Thomas J. Goff, Karren A. Fogarty, Andrew P. Wines. Clinical and Radiological Outcomes of Forefoot Offloading Versus Rigid Flat Shoes in Patients Undergoing Surgery of the First Ray. *Foot & Ankle International*. 2019;0(00):1-6 doi: 10.1177/1071100719858621
28. Ester Navarro-Canoa, Kerbi Alejandro Guevara-Noriegab, Gustavo Lucar-Lopez, Francisco Reinac, Ana Carrerac. A comparison of two designs of postoperative shoe for hallux valgus surgery: A biomechanical study in a cadaveric model. *Foot and Ankle Surgery*. 2020;1422:1-5. doi: 10.1016/j.fas.2020.02.010 1268-7731
29. Annette Eidmann, Wiebke Vinke, Axel Jakuscheit, Maximilian Rudert, Ioannis Stratos. The influence of partial weight bearing on plantar peak forces using three different types of postoperative shoes. *Foot Ankle Surg* 2022;28(8):1384-1388. doi: 10.1016/j.fas.2022.07.007
30. Carl, H.-D., Pfander, D., & Swoboda, B. Assessment of Plantar Pressure in Forefoot Relief Shoes of Different Designs. *Foot & Ankle International*, 2006;27(2):117–120. doi:10.1177/107110070602700208
31. Fuchs, M. C. H. W., Hermans, M. M. N., Kars, H. J. J., Hendriks, J. G. E., & van der Steen, M. C. Plantar pressure distribution and wearing characteristics of three forefoot offloading shoes in healthy adult subjects. *The Foot*. 2020;45:101744. doi:10.1016/j.foot.2020.101744
32. Michalik, R., Siebers, H., Claßen, T., Gatz, M., Rohof, B., Eschweiler, J., Betsch, M. Comparison of two different designs of forefoot off-loader shoes and their influence on gait and spinal posture. *Gait Posture*. 2019;69:202-208. doi:10.1016/j.gaitpost.2019.02.007

Информация об авторах:

Гуреев Павел Геннадьевич – аспирант кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России, 414000, Астрахань, ул. Бакинская, 121, Россия; врач травматолог-ортопед, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Астраханской области Городская Клиническая

Больница №3, им.С.М. Кирова, 414038, Астрахань, ул. Хибинская 2, Россия, e-mail paulgureev@gmail.com

Дианов Сергей Вячеславович – доцент, д.м.н., заведующий кафедрой травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России, 414000, Астрахань, ул. Бакинская, 121, Россия, e-mail sdianov@mail.ru

Автор, ответственный за переписку: Гуреев Павел Геннадьевич

Information about authors:

Pavel G. Gureev – postgraduate at the Department of Traumatology and Orthopedics of the Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 121 Bakinskaya str., Astrakhan, 414000, Russia; Orthopedic surgeon, State Budgetary Healthcare Institution of the Astrakhan region City Clinical Hospital No. 3, named after S. M. Kirov, 2 Khibinskaya str., Astrakhan, 414038, Russia. e-mail paulgureev@gmail.com

Sergey V. Dianov – MD, Associate Professor, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics of the Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 121 Bakinskaya str., Astrakhan, 414000, Russia. E-mail: sdianov@mail.ru, e-mail sdianov@mail.ru

Corresponding author: Pavel G. Gureev