Рекомендации по изготовлению ортопедической обуви для пациентов с сахарным диабетом

О.В. Удовиченко[1], В.Б. Бреговский[6], Г.Ю. Волкова[5], Г.Р. Галстян[1], С.В. Горохов[1], И.В. Гурьева[2], Е.Ю. Комелягина[3], С.Ю. Кораблина[2], О.А. Левина[2], Т.В. Гусов[4], Б.Г. Спивак[2]

[1]Эндокринологический научный центр РАМН,
[2]Федеральное бюро медико-социальной экспертизы МЗСР,
[3]Эндокринологический диспансер Департамента здравоохранения г. Москвы,
[4]Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова,
[5]Центр проектирования обуви специального назначения «Ортомода», Москва;
[6]Территориальный диабетологический центр, Санкт-Петербург

Часть 1. Общие требования к обуви

Формы поражения нижних конечностей при сахарном диабете (СД) крайне разнообразны. Отсутствие учета особенностей того или иного пациента приводит к тому, что изготовленная ортопедическая обувь часто не удовлетворяет ни пациентов, ни врачей. Любая обувь, в том числе ортопедическая, может при ее неправильном изготовлении стать причиной повреждения стопы у больного СД. Поэтому очень важен строгий контроль качества изготавливаемой обуви и ее соответствия проблемам данного пациента. В связи с этим представителями различных учреждений эндокринологического и ортопедического профиля были разработаны совместные рекомендации по изготовлению ортопедической обуви с учетом различных клинических проблем у пациентов с СД.

На современном этапе специальная обувь для пациентов с СД рассматривается как лечебное средство (аналогичное лекарствам), к которому необходимо применять такие же строгие критерии оценки качества и эффективности в рамках доказательной медицины, включая рандомизированные контролируемые исследования. K.Busch, E.Chantelau [5] указывают, что каждая модель специальной «диабетической» обуви требует рандомизированных исследований для доказательства снижения риска диабетических язв. Опубликовано большое количество отечественных и зарубежных исследований, посвященных ортопедической обуви при СД, и эти работы также легли в основу данных рекомендаций.

Особенности состояния нижних конечностей у пациентов с сахарным диабетом

У 5–10% всех больных СД развивается синдром диабетической стопы (СДС), основные проявления которого – незаживающие раны (трофические язвы), гангрена, ампутации. Современное определение СДС – «инфекция, язва и/или деструкция глубоких тканей, связанная с неврологическими нарушениями и снижением кровотока в артериях нижних конечностей различной степени тяжести» (International Working group on the Diabetic foot, [10]). Пациентам с поражением нижних конечностей вследствие СД, состояние которых не соответствует этому определению, ставится либо диагноз «группа риска СДС», либо диабетическая нейропатия или ангиопатия нижних конечностей.

Нейропатия, ангиопатия и деформации стоп (последние не всегда вызваны диабетом) являются основными факторами, приводящими к СДС. Диабетическая нейропатия встречается у 30–60% больных, нарушает чувствительность стоп и делает повреждения кожи безболезненными и незамеченными, а сдавление стопы в обуви – неощущаемым. Ангиопатия имеет место у 10–20% больных [10], но резко нарушает заживление даже небольших повреждений кожи, способствует их превращению в некрозы тканей. Деформации (Hallux valgus, пролапс головок плюсневых костей, клювовидные и молоткообразные пальцы, а также последствия ампутаций в пределах стопы и патологических переломов вследствие диабетической остеоартропатии) приводят к значительному перераспределению нагрузки на стопу, возникновению зон аномально высокой нагрузки, сдавлению стопы в обуви, что приводит к повреждению и некрозу мягких тканей стопы.

Доказано, что качественная ортопедическая обувь значительно (в 2–3 раза) снижает риск СДС [9,18] – т.е. оказывает более действенный профилактический эффект, чем большинство лекарств, назначаемых с этой целью. Но при изготовлении обуви надо помнить как о повышенной ранимости кожи стоп при СД, так и о нарушенной чувствительности, из-за чего пациент не чувствует дискомфорта, даже если обувь тесна или травмирует стопу. Обувь для пациен-

тов с СД принципиально отличается от ортопедической обуви, применяемой при других заболеваниях.

Виды ортопедической обуви для пациентов с СД

Ортопедической называется обувь, конструкция которой разработана с учетом патологических изменений стопы при тех или иных заболеваниях. Хотя вся обувь для пациентов с СД с технологической точки зрения относится к сложной, с клинических позиций принципиально важно различать: а) ортопедическую обувь, изготовленную по готовой колодке, и б) обувь, изготовленную по индивидуальной колодке (модифицированная для данного пациента готовая колодка или гипсовый слепок / его эквиваленты). Поскольку устоявшаяся терминология для этих типов обуви отсутствует (термины «сложная» и «малосложная» имеют технологическое значение), целесообразно использовать термины **«обувь по готовой колодке» («готовая обувь»)** и **«обувь по индивидуальной колодке»**, что соответствует зарубежным терминам «off-the-shell (pre-fabricated) shoes» и «custom-made shoes». Ряд экспертов предлагает называть обувь по готовой колодке «профилактической» (в частности, чтобы улучшить восприятие пациентами), но это мнение не является общепринятым.

Поскольку ортопедическая обувь и стелька неразрывно связаны, они должны рассматриваться совместно, что также отражено в структуре данных рекомендаций.

Показания к вышеназванным типам обуви

К «обуви по готовой колодке»: стопа без тяжелых деформаций + размеры ее укладываются в имеющиеся колодки (с учетом их различных размеров и полноты).

К «индивидуальной»: тяжелые деформации + размеры не укладываются в стандартные колодки. В качестве примеров можно назвать выраженные деформации (Hallux valgus III–IV ст. и др.); деформации вследствие диабетической остеоартропатии («стопа-качалка» и подобные); ампутация I или V пальца, ампутация нескольких пальцев (хотя часть экспертов считает, что при отсутствии тяжелых деформаций достаточно «обуви по готовой колодке» с индивидуально изготовленной стелькой).

Исходя из состояния нижних конечностей (наличие деформаций, ишемии, нейропатии, язв и ампутаций в анамнезе), выделяют различные категории пациентов с разными потребностями в ортопедических изделиях [1,2,6,7,14]. Тип ортопедической обуви и стелек выбирается исходя из того, к какой категории относится пациент. Учитывая ограниченные возможности диагностики диабетической нейропатии и ангиопатии во многих ортопедических мастерских, описание этих категорий в данных рекомендациях представлено в упрощенном виде и основано главным образом на степени деформации стоп (при отсутствии данных о нейропатии/ангиопатии следует рассматривать пациента как вероятно имеющего эти осложнения).

Категория 1 (низкий риск СДС – 50–60% всех пациентов): стопы без деформаций. 1а – с нормальной чувствительностью, 1б – с нарушенной чувствительностью. Могут (1а) приобретать готовую обувь в обычном магазине, но с соблюдением определенных правил подбора обуви или (1б) нуждаются в «обуви по готовой колодке» с типовой амортизирующей стелькой.

Категория 2 (умеренный риск СДС – 15–20% всех больных): умеренные деформации (Hallux valgus I–II степени, умеренно выраженные клювовидные и молоткообразные пальцы, плоскостопие, нерезко выраженный пролапс головок плюсневых костей и др.)[1]. Нуждаются в «обуви по готовой колодке» (обычно – повышенной глубины) с индивидуально изготовленной стелькой.

Категория 3 (высокий риск СДС – 10–15% больных): тяжелые деформации, предъязвенные изменения кожи (рис. 1), трофические язвы (связанные с перегрузкой стоп при ходьбе) в прошлом, перенесенные ампутации в пределах стопы. Нуждаются в «индивидуальной обуви» с индивидуально изготовленной стелькой.

Категория 4 (5–7% больных): трофические язвы и раны на момент осмотра. Ортопедическая обувь неэффективна, требуются разгрузочные приспособления («полубашмак», Total Contact Cast (TCC)) до заживления раны, в дальнейшем – ортопедическая обувь для категории 2 или 3.



Рис. 1. Предъязвенные изменения кожи стопы.
а – на тыльной стороне стопы (пальца) – утолщение кожи, цианотичная гиперемия;
б – на подошвенной поверхности (гиперкератоз с кровоизлиянием).

[1] Критерием «умеренности» деформации здесь является соответствие всех размеров стопы имеющимся колодкам.

Выраженные нарушения чувствительности и большая двигательная активность (а также признаки неэффективности изготовленной обуви) часто требуют отнесения пациента к более высокой категории.

Механизмы действия ортопедической обуви/стелек

Задачи ортопедической обуви у пациентов с СД

· Главная задача: снижать давление на перегруженные участки подошвенной поверхности (на которых уже могут быть предъязвенные изменения). Именно для решения этой задачи и необходима специальная конструкция ортопедической обуви и стелек. Остальные задачи может решить и качественная неортопедическая обувь.

· Предотвращать горизонтальное трение (shear forces), не натирать кожу стопы. При СД чувствительность часто нарушена, кожа ранима. Поэтому горизонтальное трение при ходьбе часто является причиной развития диабетической язвы.

· Не сдавливать стопу, даже при деформациях (чаще всего речь идет о Hallux valgus), не травмировать жестким верхом

· Защищать стопу от передних и других ударов (хотя в повседневной практике такие удары приводят к развитию СДС крайне редко).

· Кроме чисто механических свойств – обеспечивать достаточную вентиляцию стопы, комфорт, удобство при надевании и снятии, возможность регулировки объема в течение дня.

В итоге главная цель ортопедической обуви - защищать стопу от образования диабетических язв. Следует еще раз подчеркнуть, что для лечения диабетических язв применяется не ортопедическая обувь (которая неэффективна в этой ситуации), а временные разгрузочные приспособления.

Каким образом обувь решает главную задачу - уменьшает перегрузку отдельных участков подошвенной поверхности? Описаны следующие элементы конструкции, позволяющие достигнуть этого [6].

1. Ригидная подошва (rigid sole) с перекатом (рис. 2). Уменьшает нагрузку при ходьбе на переднюю часть стопы, увеличивает – на среднюю и заднюю.



Рис. 2. Обувь с ригидной подошвой и перекатом.

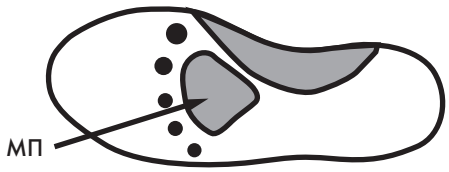


Рис. 3. Метатарзальная подушка (МП схематично). Точками обозначены головки плюсневых костей, нагрузка на которые уменьшается под действием метатарзальной подушки.

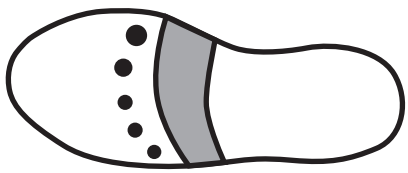


Рис. 4. Метатарзальный валик (схематично). Точками обозначены головки плюсневых костей.



Рис. 5. Схема вставки из мягкого материала в толще стельки (1) и подошвы обуви (2).

2. Метатарзальная подушка (metarsal pad) «приподнимает» плюсневые кости, уменьшая нагрузку на их головки (рис. 3).

3. Метатарзальный валик (metatarsal bar) действует аналогично, но отличается большей шириной – от внутреннего края стельки до наружного (рис. 4)

4. Стелька, повторяющая форму стопы и сделанная из амортизирующих материалов (molded insole). Уменьшить давление на перегруженные участки помогают вставки из более мягкого материала в этих зонах (insole plugs) (рис. 5).

5. Под перегруженным участком может выполняться углубление в подошве, также заполненное мягким материалом (midsole plug) (см. рис. 5).

Следует учесть, что ряд методов (например, метатарзальная подушка) может применяться не у любого пациента, показания и противопоказания к ним обсуждаются далее).

Общие требования к ортопедической обуви для пациентов с СД

Эти требования были сформулированы еще в работе F. Tovey [16] на основе эмпирических знаний, в дальнейшем подтвердились при клинических испытаниях специальной обуви [5] и на сегодняшний день являются общепринятыми[2].

· Минимальное количество швов («бесшовность»).

· Ширина обуви – не меньше, чем ширина стопы (особенно в области плюсне-фаланговых суставов).

· Дополнительный объем в обуви (для вложения ортопедической стельки).

· Отсутствие подноска[3]: эластичный (растяжимый) материал верха и подкладки (рис. 6).

· Удлиненный задник, доходящий до головок плюсневых костей (компенсирует потерю прочности и устойчивости, связанную с отсутствием подноска).

· Регулируемость объема (с помощью шнурков или застежки Velcro на случай нарастания отека к вечеру).

Предложены также дополнительные конструктивные особенности как обязательные для всех типов обуви при СД [14]:

· Жесткая (ригидная) подошва с перекатом (rocker или roller – см. далее). В ряде ведущих зарубежных марок обуви для СД (Lucro) небольшой перекат[4] есть на всех моделях диабетической обуви, хотя, видимо, он необходим не для всех больных.

· Каблук со скошенным передним краем (тупой угол между передней поверхностью каблука и основной подошвой снижает риск падений).

Общие требования к стелькам при СД

· Изготовление из амортизирующих материалов (пластазот, пенополиуретан) упругостью в переднем отделе около 20° shore (примерно равна упругости подкожной жировой ткани), в заднем – около 40°. Пробка и пластик являются не амортизирующими и слишком жесткими материалами и не должны использоваться даже для поддержки продольного свода стопы и как основа (нижний слой) задней части стельки. Для этой цели применяются упругие материалы (вспененная резина, эвапласт и т.п.).

· Толщина стелек для категорий больных 2 и 3 – не менее 1 см даже в переднем отделе[5].

· Достаточная гигроскопичность материала.

· Плоская стелька достаточной толщины способна снижать давление на перегруженные участки у пациентов с умеренным риском (и такая стелька применяется в зарубежной ортопедической обуви ряда ведущих марок). Однако при высоком плантарном давлении стелька, моделирующая форму стопы и поддерживающая ее своды, эффективнее устраняет перегрузку по данным педографии, чем плоская [4,7].



Рис. 6. Подносок.
а – схематично изображен голубым.
б – отличительные особенности обуви без подноска (мягкий верх).

· Зарубежные эксперты R. Zick [20], P. Cavanagh [6,7] считают общепринятым методом применение вставок из более мягкого материала в толще стельки под перегруженными зонами стопы (insole plugs). Эта вставка может углубляться и в толщу подошвы обуви (midsole plug), однако данные клинических исследований по этому вопросу крайне скудны.

· **Максимальный срок службы амортизирующих стелек – 6–12 мес. Пациент должен быть предупрежден о необходимости изготовления новых стелек (или частичной замене материалов стельки) не реже 1 раза в год.**

По данным рандомизированного клинического исследования [5] за 1 год использования индивидуально подобранной «обуви по готовой колодке» (Lucro) произошло снижение риска рецидива трофических язв на 45%, показатель NNT (число больных, которым необходимо назначить данное лечение, чтобы предотвратить 1 случай язвы) составил 2.2 пациента в год. Отличительными особенностями данной модели обуви были: а) ригидная подошва с перекатом, б) мягкий верх без подноска, в) плоская амортизирующая стелька (без индивидуального изготовления) толщиной 9 мм во всех отделах стопы.

[2] Эти требования обязательны при изготовлении ортопедической обуви любого класса для пациентов с СД, но их выполнение само по себе еще не делает обувь эффективной в профилактике диабетических язв. Для решения этой задачи обувь должна изготавливаться с учетом конкретных клинических проблем пациента, что описано далее.

[3] Подносок – жесткая деталь промежуточного слоя верха обуви, расположенная в носочной ее части и служащая для защиты пальцев от внешних воздействий и сохранения формы обуви. В исследовании (Presch, 1999) наличие подноска было одной из трех основных причин развития язвенных дефектов при ношении ортопедической обуви (наряду с эпизодическим ношением обычной обуви и несоответствием контура обуви и формы стопы при выраженной деформации)

[4] В обуви Lucro перекат (roller) несколько смещен кпереди («предпучковый перекат»), расстояние «точки отрыва» от пятки – 65–70% длины подошвы, высота подъема – около 1–2 см. (Виды и необходимые характеристики переката будут подробнее описаны во второй части статьи).

[5] Такие стельки практически всегда требуют обуви повышенной глубины (extra-depth shoes) – это по сути готовая ортопедическая обувь.

Обязательно ли изготовление ортопедической обуви лишь из натуральных материалов?

Традиционно считалось, что использоваться должны лишь натуральные материалы в силу лучших гигиенических свойств (гигроскопичность, проницаемость для воздуха и т.п.). Однако после появления синтетических материалов, значительно превосходящих натуральные по растяжимости (вспененный латекс) или амортизирующей способности (пластазот, силопрен – для изготовления стелек), установка на отказ от синтетических материалов в пользу натуральных не имеет достаточных оснований.

Допустимы ли ортопедические стельки без специальной обуви?

Учитывая, что минимальная толщина ортопедической стельки для обеспечения эффекта 1 см в переднем отделе, вкладывание индивидуально изготовленных стелек в носимую пациентом неортопедическую обувь недопустимо, т.к. часто вызывает образование диабетических язв. Изготовление таких стелек возможно лишь в том случае, если у пациента имеется обувь повышенной глубины (сделанная по готовой или индивидуальной колодке), соответствующая по размеру этим стелькам.

У значительной части пациентов (особенно пожилых) большинство шагов за сутки совершается дома, а не на улице, поэтому при высоком риске диабетических язв разгрузка «зон риска» на стопе должна проводиться и дома. При этом перекладывание ортопедических стелек в домашнюю обувь также неэффективно. В домашних условиях целесообразно ношение ортопедической полуоткрытой обуви (типа сандалий), в которой размещаются и надежно фиксируются ортопедические стельки. Но следует помнить, что в холодное время года стопы пациента не должны охлаждаться. Такая обувь может иметь и ригидную подошву с перекатом. Возможно также ношение дома летней пары ортопедической обуви.

Оценка качества и эффективности ортопедической обуви

Изготовление полноценной ортопедической обуви невозможно наладить без постоянного внутреннего (силами самой мастерской) и внешнего (со стороны клиницистов, с учетом мнения пациентов) контроля качества и эффективности производимой обуви.

Под **качеством** понимают соответствие обуви стандартам (рекомендациям) с учетом клинических проблем данного пациента.

Эффективность обуви – это ее способность предотвращать развитие трофических язв, связанных с травматизацией стоп при ходьбе. Эффективность обуви можно оценить следующими методами:

1) с помощью педографии внутри обуви (in-shoe pressure measurement);

2) по уменьшению предъязвенных изменений в «зонах риска»;

3) по снижению частоты новых язв (исключая не связанные с обувью) при условии постоянного ее ношения.

Способ №2 наиболее практичен для оценки результатов ношения обуви у конкретного пациента, способ №3 – для рандомизированных контролируемых исследований. Надо также учитывать, что эффект, обнаруживаемый в клинических испытаниях, зависит от исходной степени риска синдрома диабетической стопы у пациентов, включенных в исследование. Так, профилактический эффект ортопедической обуви доказан в работах с участием больных из группы высокого риска (трофические язвы в анамнезе) [3,5,12,13,15], но не был подтвержден в группах низкого риска [12,17,19]. Важно, что в исследованиях должно учитываться не только общее число новых язв, но и число язв, обусловленных неадекватностью обуви (shoe-related ulcers) [5].

В сложных случаях обувь может не оказывать желаемого эффекта, даже если она «сделана правильно». Пациент может носить качественную и дорогую ортопедическую обувь, которая просто **неадекватна данной ситуации** [7]. В этом случае необходима коррекция изготовленной обуви до достижения желаемого результата (устранение зон перегрузки при педографии + отсутствие новых язв). У пациента с необычной походкой (сильный разворот стопы кнаружи) происходило рецидивирование язвы в области головки I плюсневой кости, несмотря на обувь с ригидной подошвой и перекатом. Педография показала, что при ходьбе происходит «перекат нагрузки» через область язвы. Изготовление обуви с осью подошвенного переката под углом к оси обуви (перпендикулярно к оси движения стопы в фазу толчка) предотвратило дальнейшие рецидивы язвы.

Обучение пациента правильному ношению ортопедической обуви

В этом состоит одно из условий ее постоянного использования (комплаентности пациентов). При выдаче ортопедической обуви необходимо напомнить, что:

- она приносит пользу лишь при постоянном ношении (>60–80% всего времени ходьбы) [Chantelau, 1994, Striesow, 1998];
- обувь и стелька – единое целое: нельзя перекладывать ортопедические стельки в другую обувь;
- необходимо заказывать новые стельки не реже 1 раза в год (при очень высоком плантарном давлении – чаще);

- носить ортопедическую обувь необходимо и дома. Особенно это касается пациентов с высоким плантарным давлением и тех, у кого объем ходьбы вне дома невелик (большинство пожилых людей).

Наличие ортопедической обуви не избавляет пациента от необходимости соблюдать стандартные «Правила предотвращения диабетических язв», в частности, касающиеся ежедневной проверки обуви для выявления попавших в нее посторонних предметов, порванной подкладки, загибов стельки и т.п.

Необходим регулярный осмотр в кабинете «Диабетическая стопа», в частности, для своевременного удаления гиперкератозов, которые могут образовываться даже при ношении качественной ортопедической обуви (т.к. иногда с помощью ортопедической обуви/стелек удается уменьшить, но не устранить перегрузку зон риска на подошвенной поверхности стопы).

Использование ригидной подошвы с перекатом требует дополнительного обучения пациента. Необходимо заранее предупредить, что такой распространенный метод проверки качества при покупке обуви, как возможность согнуть подошву руками, в этом случае неприменим. Ходьба в такой обуви требует несколько иной техники (фаза толчка редуцирована) и уменьшения длины шага.

Эстетические аспекты ортопедической обуви

Эти вопросы необходимо всегда принимать во внимание. Неудовлетворенность пациента (пациентки) внешним видом обуви значительно ухудшает комплаентность в отношении ее использования. Предложен ряд подходов, улучшающих восприятие обуви пациентами (и, что еще важнее, пациентками) [7,11]. Согласие пациента на ношение ортопедической обуви может достигаться декоративными элементами (зрительно сужающими обувь), возможностью выбора цвета пациентом, участием пациента в разработке дизайна обуви и др. При необходимости ношения высокой обуви даже летом применяется такое дизайнерское решение, как широкие (1,5–2 см) отверстия в верхней ее части. Не влияя на степень фиксации стопы, они зрительно делают обувь более «летней», а также повышают комфорт при ее ношении. При изготовлении обуви с разгружающим перекатом предложено уменьшать высоту каблука для снижения общей толщины подошвы. Заполнение носочной части обуви при ампутации дистальной части стопы, помимо всего прочего, также решает задачу улучшения эстетики.

Заключение

Соблюдение изложенных правил обязательно при изготовлении обуви для пациентов с сахарным диабетом. Но даже если обувь называется ортопедической (и формально таковой является), это еще не значит, что она правильно изготовлена для решения проблем конкретного пациента. Чтобы решить эти проблемы, необходимо понимание биомеханических закономерностей, основанное на результатах проведенных исследований, о чем пойдет речь во второй части статьи.

Литература

1. Спивак Б.Г., Гурьева И.В. Клинические проявления патологических изменений стоп у больных диабетом и принципы ортопедического обеспечения / Протезирование и протезостроение (Сб. трудов ЦНИИПП), 2000, вып. 96, с. 42-48
2. ФГУ «Главортпомощь» Минтруда РФ. Рекомендации №12/5-325-12 «По выявлению, направлению на протезно-ортопедические предприятия (мастерские) и обеспечению ортопедической обувью больных с синдромом диабетической стопы». Москва, 10.09.99 г.
3. Baumann R. Industriell gefertigte Spezialschuhe fur den diabetischen Fuss./ Diab.Stoffw, 1996, v.5, p.107-112
4. Bus SA, Ulbrecht JS, Cavanagh PR. Pressure relief and load redistribution by custom-made insoles in diabetic patients with neuropathy and foot deformity./ Clin Biomech. 2004 Jul;19(6):629-38.
5. Busch K, Chantelau E. Effectiveness of a new brand of stock 'diabetic' shoes to protect against diabetic foot ulcer relapse. A prospective cohort study. / Diabetic Medicine, 2003, v.20, p.665-669
6. Cavanagh P., / Footwear or people with diabetes (lecture). Международный симпозиум «Диабетическая стопа». Москва, 1–2 июня 2005 г.
7. Cavanagh P., Ulbrecht J., Caputo G. The biomechanics of the foot in diabetes mellitus / In: The Diabetic Foot, 6th edition. Mosby, 2001., p. 125-196
8. Chantelau E, Haage P./ An audit of cushioned diabetic footwear: relation to patient compliance./ Diabet Med, 1994, v.11, p. 114-116
9. Edmonds M, Blundell M, Morris M. et al. / Improved survival of the diabetic foot, the role of specialized foot clinic. / Quart. J. Med, 1986, v. 60, No232, p. 763-771.
10. International Working group on the Diabetic foot. International Consensus on the Diabetic foot. Amsterdam, 1999.
11. Morbach S. Diagnosis, treatment and prevention of diabetic foot syndrome. Hartmann Medical Edition, 2004.
12. Reiber G, Smith D, Wallace C, et al./ Effect of therapeutic footwear on foot reulceration in patients with diabetes. A randomized controlled trial./ JAMA, 2002, v.287, p.2552-2558.
13. Samanta A, Burden A, Sharma A, Jones G. A comparison between «LSB» shoes and «space» shoes in diabetic foot ulceration./ Pract. Diabet.Intern, 1989, v.6, p.26
14. Schroeer O. Особенности ортопедической обуви при сахарном диабете (лекция). Ортопедическая обувь для больных сахарным диабетом (Научно-практический семинар). ЭНЦ РАМН, М., 30 марта 2005 г.
15. Striesow F. Konfektionierte Specialschuhe zur Ulkusrezidivprophylaxe beim diabetischen Fusssyndrom. / Med. Klin. 1998, vol. 93, p. 695-700.
16. Tovey F. The manufacture of diabetic footwear. / Diabetic Medicine, 1984, vol. 1, p. 69-71.
17. Tyrrell W, Phillips C, Price P, et al. The role of orthotic therapy in minimizing the risk of ulceration in the diabetic foot. (Abstract) / Diabetologia, 1999; v.42, Suppl.1, A308.
18. Uccioli L., Faglia E, Monticone G. et al. / Manufactured shoes in the prevention of diabetic foot ulcers. / Diabetes care, 1995, v. 18, No10, p. 1376-1378.
19. Veitenhansl M, Hierl F, Landgraf R./ Ulkus- und Rezidivprophylaxe durch vorkonfektionierte Schuhe bei Diabetikem mit diabetisches Fusssyndrom: eine prespektive randomisierte Studie. (Abstract)./ Diabetes & Stoffwechsel, 2002, v.11, Suppl.1, p. 106-107
20. Zick R., Brockhaus K. Diabetes mellitus: Fuβfibel. Leitfaden für Hausärzte. — Mainz, Kirchheim, 1999

Часть 2. Дифференцированный подход к различным группам больных

Ортопедическая обувь для пациентов с диабетом всегда должны соответствовать требованиям, приведенным в первой части статьи. Однако проблемы нижних конечностей при диабете разнообразны, и разным категориям пациентов требуется обувь разной сложности и разной конструкции. При осмотре стоп пациента перед изготовлением обуви (желательно с участием ортопеда) необходимо понять, зачем данный пациент направлен на изготовление обуви. Различные деформации приводят к перегрузке различных участков стопы. Поэтому конструктивные решения в изготовлении обуви не могут быть одинаковыми для всех пациентов. Особенно активной должна быть разгрузка тех участков, где видны предъязвенные изменения кожи (гиперкератозы с кровоизлияниями, болезненные гиперкератозы – на подошвенной поверхности, цианоз и гиперемия кожи – на тыльной). Приведем способы защиты указанных «зон риска» от перегрузки и образования трофических язв в различных клинических ситуациях.

1. Поперечное плоскостопие (пролапс головок плюсневых костей), предъязвенные изменения в области головок II, III, IV плюсневых костей.

Перегрузка подошвенной поверхности в передних отделах стопы при плоскостопии усугубляется другими нарушениями биомеханики при СД – ограничением подвижности суставов предплюсны и голеностопного сустава, эквинусом голеностопного сустава (вследствие укорочения икроножной мышцы). Задачи обуви – перераспределять нагрузку, уменьшая давление на перегруженные участки.

Пути перераспределения нагрузки

Ригидная подошва с перекатом. **Истинный ортопедический разгружающий перекат** принципиально отличается от обычной приподнятости носочной части, заложенной в колодке (которая обычно составляет до 1,5 см для низкокаблучной обуви). Отличие заключается в переменной толщине подошвы в передней части и высоте подъема носка (2,25–3,75 см). Рекомендации по применению этого метода на основании многочисленных исследований [9,17,25] подробно изложены P. Cavanagh и др. [7]:

· Выделяют Rocker sole (боковой профиль переката в виде ломаной линии) и Roller sole (боковой профиль в виде кривой) (рис. 7). Первый вариант несколько эффективнее (дополнительное снижение нагрузки на 7–9%, по данным педографии внутри обуви).

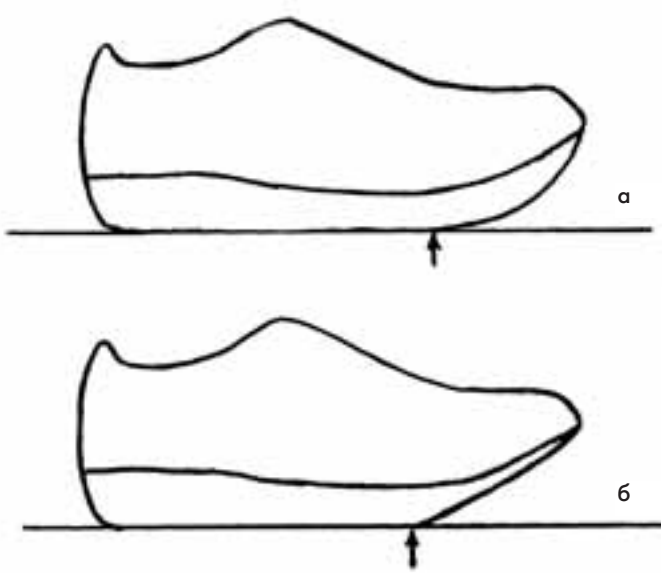


Рис. 7. Виды подошвенного переката.
а – Roller;
б – Rocker (объяснение в тексте).
Стрелкой обозначено расположение «точки отрыва».

· По данным исследований, оптимальное расстояние «точки отрыва» от пятки – 55–65% длины подошвы (ближе к 55, если требуется разгрузить головки плюсневых костей, ближе к 65 – для разгрузки пальцев).

· Эффективность перераспределения нагрузки определяется углом подъема передней части подошвы (что в определенной мере соответствует высоте переднего края подошвы над полом при «стандартной» длине подошвы). Высота подъема у «стандартной» модели – **2,75 см** (при размере обуви 10 (30) см). Этот показатель может составлять **от 2,25 (минимум) до 3,75 см** (последний применяется при крайне высоком риске, в комбинации с ортезом на голень).

Описан ряд приемов, улучшающих эстетику и восприятие обуви пациентами (уменьшение высоты каблука для уменьшения общей толщины подошвы и др.).

Амортизирующая стелька (пенополиуретан, пластазот). Возможны углубления и/или силиконовые вставки в стельке в проекции головок плюсневых костей.

Метатарзальная подушка (= поддержка поперечного свода стопы = коррекция поперечного плоскостопия) – возможна [8], но с осторожностью и лишь в комбинации с другими методами переноса нагрузки. По мнению экспертов, **«С учетом амортизирующего слоя поверх нее метатарзальная подушка может применяться в случае подвижности**

(«корригируемости») поперечного свода стопы (определяется ортопедом при осмотре). У ряда пациентов с предъязвенными изменениями в области головок плюсневых костей разгрузка этой зоны без метатарзальной подушки будет недостаточной». Она не должна вызывать дискомфорт у пациента, должна быть правильно расположена, возможно постепенное увеличение ее высоты. Следует учитывать, что поперечный свод стопы **у пациентов с СДС** часто некорригируем.

Существуют амортизирующие приспособления, носимые на стопе (в т.ч. силиконовые), по крайней мере, 3 разных модели. Могут применяться в сочетании с обувью (но обувь должна иметь дополнительное пространство для них). Некоторые эксперты высказывают сомнение относительно их удобства для пациента (число пациентов, которые носят их постоянно, может быть минимальным).

2. Продольное плоскостопие, предъязвенные изменения (гиперкератозы) на подошвенной поверхности I плюсне-фалангового сустава.

Задачи обуви: перенос нагрузки с передне-внутренней части стопы в латеральном и заднем направлении.

Методы разгрузки зон риска

Поддержка (супинатор) для продольного свода стопы;
Ригидная подошва с перекатом (см. рис. 1);
Амортизирующий материал стельки (см. часть 1).

3. Клювовидные и молоткообразные пальцы, предъязвенные изменения на опорной поверхности (верхушки пальцев) и на тыле межфаланговых суставов часто сочетаются с попепечным плоскостопием.

Задачи обуви: I – уменьшить нагрузку на верхушки пальцев и II – уменьшить давление верха обуви на тыл межфаланговых суставов.

Решение задачи I

Ригидная подошва с перекатом (уменьшает нагрузку на весь передний отдел стопы – см. выше);
Амортизирующие свойства стельки (см. часть 1);
Ряд врачей назначают корректоры клювовидных пальцев («Геволь», Scholl и др.) с целью разгрузки. Метод признан допустимым (при корригируемости положения пальца, соблюдении мер предосторожности, правильном инструктировании пациента и отсутствии выраженного снижения чувствительности), но необходимо снятие мерки для заказа обуви с учетом ношения корректора. Корректор, фиксирующийся за II или III палец с помощью тесьмы, намного безопаснее «цельносиликоновых» моделей, где палец продевается в отверстие корректора.

Решение задачи II

Растяжимый материал верха обуви (вспененный латекс («стретч») в виде вставки над тылом пальцев или мягкая кожа), отсутствие подноска. **Традиционное применение подноска (верхнего или переднего) в отечественной ортопедической обуви** основано на представлениях о риске травмы пальцев при переднем ударе (который в действительности крайне мал) и образовании со временем складок кожаного верха обуви без подноска, которые могут травмировать тыл стопы. Решение проблемы складок: подошва с рантом для защиты стопы от передних ударов при ходьбе, пористая атравматичная подкладка верха обуви (защищает стопу и помогает верху обуви сохранять форму), ригидность подошвы (препятствует сгибанию переднего отдела обуви при ходьбе).

4. Hallux valgus, предъязвенные изменения в области выступающего I плюсне-фалангового сустава и на обращенных друг к другу поверхностях I и II пальцев. Возможно сочетание с **ригидностью I пальца** (гиперкератозы на подошвенной поверхности).

Решение: обувь достаточной ширины, с верхом из растяжимых материалов (мягкая кожа, вспененный латекс). Межпальцевые разделители (силиконовые) возможны, но **только** в случае «корригируемости» положения I пальца (определяется при врачебном осмотре).

При ригидности I пальца:
Ригидная подошва с перекатом (см. выше);
Амортизирующие свойства стельки (см. часть 1).

5. Перенесенные ампутации в пределах стопы, любая «малая»[1] ампутация приводит к радикальному изменению биомеханики стопы, что выражается в появлении на подошвенной поверхности участков аномально высокой нагрузки, в смещении суставов стопы с развитием их артроза, а также в увеличении нагрузки на противоположную стопу.

Локализация предъязвенных изменений зависит от типа ампутации. Типы ампутаций разнообразны, биомеханические последствия разных вмешательств подробно изучались H. Schoenhaus [21], J. Garbalosa [10]. Следует отметить ряд отечественных исследований [1,2,12,13], основанных как на данных педографии, так и на 4-летнем проспективном наблюдении за пациентами с СД, перенесшими малые амптуации. В сокращенном виде основные последствия ампутаций в пределах стопы приведены в таблице. Однако с учетом вариаций в технике ампутаций и действия ряда других факторов (например, наличие деформаций стопы до вмешательства) степень перегрузки тех

[1] Малая ампутация – ампутация в пределах стопы; высокая ампутация – выше уровня голеностопного сустава (на уровне голени или бедра).

Проблемы, возникающие после ампутаций в пределах стопы	
Тип ампутации	Неблагоприятные последствия
1. Вычленение (экзартикуляция) пальца без резекции плюсневой кости (имеет более тяжелые биомеханические последствия, чем амптутация пальца с резекцией головки плюсневой кости)	• Смещение головки плюсневой кости в подошвенную сторону с образованием зоны повышенного давления в проекции головки. Особенно выражены предъязвенные изменения в области головки при ампутации I или V пальца • Смещение соседних пальцев в сторону отсутствующего • При ампутации I пальца – клювовидная деформация II.
2. Ампутация пальца с резекцией головки плюсневой кости • II, III или IV пальцы • I или V пальцы	• Последствия минимальны, но имеет место перегрузка головок соседних плюсневых костей • Нарушение структуры продольного и поперечного сводов стопы (но негативные последствия такого вмешательства меньше, чем при простой экзартикуляции этих пальцев)
3. «Поперечные резекции» стопы (трансметатарзальная ампутация, экзартикуляция в суставе Лисфранка или Шопара)	• Перегрузка и травматизация передне-верхнего и передне-нижнего отделов культи. Причинами этого являются (соответственно): ранимость кожи в области послеоперационного рубца, травматизация стопы складками верха обуви или швами подкладки, уменьшение площади опоры культи, эквинусная деформация, а также смещение стопы в передне-заднем направлении при ходьбе в обуви, не захватывающей лодыжки) • При ампутациях по Шопару и Лисфранку – ротация стопы кнутри или наружу (пронация/супинация)

или иных зон стопы может быть различной, поэтому желательно проведение педографии для выявления наиболее перегруженных зон. Влияние ортопедической обуви и стелек на биомеханические параметры у пациентов с ампутациями в пределах стопы изучалось Mueller [15,16], рекомендации по изготовлению обуви в зависимости от длины культи стопы и активности пациента приведены в работах Cavanagh [7,8].

Помимо указанных последствий, «малые» ампутации ведут также к перегрузке контралатеральной стопы. Кроме того, **обувь** на оперированной стопе (в первую очередь, после поперечных резекций, после ампутации 4 или 5 пальцев) специфическим образом деформируется: за счет избыточного сгибания подошвы обуви по передней границе культи образуются складки верха обуви, травмирующие передне-верхние отделы культи.

Особая ситуация – ампутация части пальца (на уровне межфалангового сустава). Возможно трение культи о соседний палец, вызывающее язвы на культе или соседнем пальце. Однако эта проблема решается в большей степени ношением силиконовых и подобных прокладок, а не ортопедической обувью, поэтому не рассматривается подробно в данном документе.

Задачи ортопедической обуви после малых ампутаций имеют ряд отличий от задач ортопедической обуви при СД в целом и состоят в следующем.

1. Разгрузка появляющихся после ампутации зон перегрузки на подошвенной поверхности (прогнозировать локазизацию которых можно на основании данных таблицы).

2. Снижение риска травматизации тыльной поверхности культи стопы (вследствие деформации пальцев после ампутации и за счет образования складок верха обуви в носочной части).

3. Надежная и безопасная фиксация культи стопы, что предотвращает ее горизонтальные смещения внутри обуви при ходьбе.

4. Предотвращение деформаций стопы (возможно лишь в ранние сроки, исправление деформаций опасно и недопустимо!): а) стабилизация заднего отдела стопы для предотвращения деформаций (пронации или супинации) – особенно при коротких культях (операции по Лисфранку, Шопару); б) при отсутствии головки I или V плюсневой кости – предотвращение коллапса сводов стопы; в) при экзартикуляции II, III или IV пальцев – предотвращение пролапса головки соответствующей плюсневой кости (с нарушением поперечного свода стопы); г) в этих же случаях – предотвратить смещение соседних пальцев в сторону отсутствующего(их).

5. Уменьшение давления на перегруженные участки противоположной стопы.

Решение этих задач достигается за счет следующих технологических особенностей обуви.

1. Обязательна ригидная подошва с перекатом для разгрузки передней части стопы, а также для предотвращения складок верха обуви.

2. Стельки должны быть выполнены по слепку стоп и полностью повторять их своды без попыток коррекции на стороне ампутации. Если амортизирующие свойства стельки недостаточны для снижения давления на перегруженные участки подошвенной поверхности, необходима мягкая вставка под этими участками для дополнительной амортизации.

3. Заполнение мягкими амортизирующими материалами пустот на месте отсутствующих частей стопы. При отсутствии единичных пальцев это достигается ношением силиконового «протеза пальца» [6] и предотвращает смещение соседних пальцев в сторону отсутствующих. При поперечных резекциях стопы (отсутствие всех пальцев) заполнение препятствует образованию складок верха обуви и предотвращает горизонтальное смещение стопы при ходьбе. Это достигается плавным выступом в передней части стельки. При продольных резекциях стопы (ампутация одного или двух-трех пальцев с плюсневыми костями) заполнение пустот опасно (повышает риск травматизации). Вопрос о необходимости и пользе заполнения пустот вызывает дискуссии и плохо исследован. В работе M. Mueller и соавт. [16] изучались различные модели обуви для больных диабетом после трансметатарзальной резекции стопы. Обувь стандартной длины с ригидной подошвой и заполнением в передней части была наиболее удобна и приемлема для пациентов. В качестве альтернативы рассматривается обувь уменьшенной длины для оперированной стопы, обувь с ортезом на голень и стопу (для уменьшения нагрузки на культю) и обувь стандартной длины без заполнения пустот. Заполнение (при условии использования мягких материалов и изготовления по слепку культи) помогает удерживать стопу от передне-задних смещений, но передний край культи легко травмируется. Поэтому культя должна удерживаться на месте в большей степени верхом обуви, чем заполнением.

4. Язык обуви у пациентов с поперечными резекциями стоп должен быть цельнокроеным, т.к. иначе шов в месте крепления языка вызывает травматизацию и рецидивирующие язвы в передне-верхней части культи.

5. При «короткой культе» (ампутации по Лисфранку и Шопару) для фиксации стопы необходима обувь выше голеностопного сустава. Для дополнительной фиксации культи у этих пациентов возможна жесткая вставка в язык обуви (с мягкой подкладкой со стороны культи). Альтернативное решение – передний жесткий клапан на стельке (начинающийся от заполнения ампутации) с мягкой подкладкой со стороны культи. Для предотвращения пронации/супинации этим пациентам необходим жесткий задник (круговой жесткий берец), а стелька должна иметь глубокую пяточную чашку.

6. При «короткой культе» за счет сильного уменьшения площади стопы возможны рецидивирующие язвы на подошвенной поверхности культи несмотря на все усилия по снижению нагрузки с помощью обуви и стелек. Кроме того, отсутствие большей части стопы создает значительные трудности при ходьбе. В этих случаях показана комбинация обуви с протезно-ортопедическими приспособлениями, переносящими часть нагрузки на голень (ортез на культю стопы и голень, поверх которого надевается обувь, или обувь со встроенным ортезом голени [7,8]).

Уменьшить неблагоприятные биомеханические последствия малых ампутаций позволяет правильная хирургическая тактика. В некоторых случаях стремление сохранить максимум жизнеспособных тканей приводит к формированию биомеханически порочной культи (типичный пример - ампутация пальца без резекции головки плюсневой кости). Кроме того, при развитии эквинусной деформации культи с рецидивирующими язвами в передней части ее подошвенной поверхности может применяться чрескожное удлинение Ахиллова сухожилия (Tendo-Achilles lenthening, TAL). Эффективность этой процедуры была подтверждена в ряде исследований [3–5, 14–16]. Этот метод применим также при перегрузке передних отделов стопы из-за избыточной тяги Ахиллова сухожилия (не только после малых ампутаций).

6. Диабетическая остеоартропатия (ОАП, Стопа Шарко)

Локализация предъязвенных изменений зависит от локализации поражения и выраженности деформации. Стопа Шарко – негнойная деструкция костей и суставов вследствие диабетической нейропатии, поражает менее 1% больных СД (в отделениях «Диабетическая стопа» доля пациентов с ОАП – до 10%). Необходимо отличать стопу Шарко от намного более частого остеопороза костей стоп, артроза суставов стоп и гнойной деструкции костной ткани (остеомиелит, гнойный артрит). Необходимые свойства ортопедической обуви при ОАП очень сильно варьируют в зависимости от локализации и стадии процесса.

Типы ОАП по локализации. Общепринятым является разделение на 5 типов [20] (рис. 8).

Стадии ОАП (упрощенно): острая (< 6 мес – процесс деструкции кости продолжается) и хроническая (>6 мес или позже – без лечения имеет место состоявшееся разрушение костей стопы, сформированная деформация, крайне высокий риск язв при ношении обычной обуви). В острой стадии пораженная стопа имеет повышенную температуру, разность температур (при измерении инфракрасным термометром) превышает 2°C. Один из основных критериев завершения острой стадии – выравнивание температуры обеих стоп.

Рано начатое лечение – разгрузка с помощью Contact Cast или аналогов – позволяет остановить процесс в острой стадии, не дать сформироваться деформациям стопы. Лекарственные препараты имеют меньшее значение, чем полная разгрузка. Таким образом, в острой стадии (которая по сути

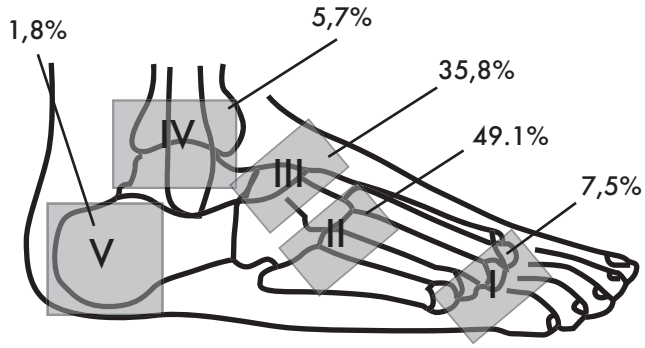


Рис. 8. Локализация ОАП (классификация Sanders, Frykberg) с указанием частоты поражения (собственные данные). I – плюснефаланговые суставы; II – предплюсне-плюсневые суставы; III – суставы предплюсны; IV – голеностопный сустав; V – пяточная кость.

представляет собой множественные переломы костей стоп) пациенту необходима не ортопедическая обувь, а cast и обувь на cast, после выхода из острой стадии – ортопедическая обувь.

Требования к обуви/стелькам зависят от конкретной ситуации (см. далее). Необходима **обувь по индивидуальной колодке**, если имеется выраженная деформация стопы.

Обязательные свойства стелек при ОАП

· Полный запрет на попытки коррекции деформаций стопы с помощью метатарзальных подушек, пелотов и т.п.

· При развившейся деформации стопы стельки должны изготавливаться индивидуально, полностью повторяя рельеф подошвенной поверхности; правая и левая не могут быть одинаковыми при асимметрии формы стоп.

· При состоявшейся деформации стелька должна быть амортизирующей, но не слишком мягкой (иначе имеется риск дальнейшего смещения фрагментов костей), оптимальная жесткость – около 40° shore. При этом мягкая вставка, углубление под перегруженными выступающими участками в центре стопы (особенно с предъязвенными изменениями!), смягченная контактная поверхность стельки позволяют уменьшить нагрузку на эти зоны.

Различные клинические ситуации у пациентов с ОАП

При отсутствии деформации

А. Процесс любой локализации, остановленный на ранней стадии: перегруженных участков с риском язвы нет, но необходимо уменьшить движение в суставах стоп при ходьбе для предотвращения новых эпизодов ОАП. **Решение:** ригидная подошва с перекатом, стелька, повторяющая своды стопы, без попыток коррекции. Поддержка голеностопа при поражении голеностопного сустава.

При развившихся деформациях

Б. Тип I (плюсне-фаланговые и межфаланговые суставы): деформация и риск язв невелики. Обувь: разгрузка переднего отдела стопы (перекат + вышеописанные особенности стелек при ОАП).

В. Типы II и III (предплюсне-плюсневые суставы и суставы предплюсны): типична выраженная деформация («стопа-качалка») с очень высоким риском язв в средней части стопы. **Задачи обуви:** снизить нагрузку на средний отдел стопы + ограничить движения в суставах стопы при ходьбе (это предотвратит нарастание деформации по типу «стопы-качалки»). **Решение:** ригидная подошва с перекатом. Возможен также задний перекат для облегчения ходьбы. Стельки (изготовленные по описанным правилам с особой тщательностью). В идеале - проверка результатов с помощью педографии внутри обуви (Pedar, Диаслед и т.п.), при необходимости – усовершенствование стелек до достижения давления на выступающие участки менее 500–700 кПа (пороговое значение для образования язвы[2]).

Если описанных мер недостаточно (давление остается выше порогового или возникают рецидивы язвы в средней части стопы несмотря на ношение обуви дома и на улице), в дополнение к обуви возможен перенос части нагрузки на голень (ортез на голень и стопу). По данным Cavanagh (2001), Mueller (1997), обувь с таким ортезом наиболее эффективна в устранении перегрузки «зон риска» на стопе, но ее применение ограничено из-за неудобства для пациента.

Г. Тип IV (поражение голеностопного сустава). Проблема: деформация сустава (язвы на боковых поверхностях) + дальнейшая деструкция сустава, укорочение конечности. **Решение:** обувь, предотвращающая травматизацию голеностопной области, компенсация укорочения конечности. Хотя предпринимаются попытки изготовления обуви с высоким жестким задником и берцами[3] (но мягкой выстилкой внутри), это обычно не решает проблему травматизации. Большинству таких пациентов необходим постоянный ортез на голень и стопу (вкладываемый или встроенный в обувь).

При диабетической остеоартропатии применяются и хирургические методы устранения деформаций [19,22,23] – резекция выступающих костных фрагментов, артродез, репози-

[2] По данным проведенных исследований [Hsi, 1993; Wolfe, 1991], для возникновения трофической язвы у ряда пациентов достаточно пикового давления в 500 кПа. Однако по результатам работы [Armstrong, 1998] высказано предложение считать пороговым значением 700 кПа в силу оптимального соотношения чувствительности и специфичности в этом случае.

[3] Жесткий берец – специальная деталь в промежуточном слое верха обуви для ограничения подвижности в голеностопном и подтаранном суставах, охватывающая заднюю и боковые поверхности стопы и нижней трети голени.

ция костных отломков с помощью аппарата Илизарова, которые снижают риск язвы и облегчают изготовление обуви. Ранее применялась главным образом внутренняя фиксация или артродез (скрепление отломков шурупами, металлическими пластинами и т.п.), сейчас основным методом репозиции является внешняя фиксация (аппарат Илизарова). Такое лечение требует большого опыта хирурга и междисциплинарного взаимодействия (хирурги, специалисты профиля «Диабетическая стопа», ортопеды). Эти вмешательства целесообразны при рецидивах язв, несмотря на полноценную ортопедическую коррекцию.

Д. Тип V (изолированные переломы пяточной кости) встречается редко. В хронической стадии, при развитии деформаций целесообразна компенсация укорочения конечности, перенос части нагрузки на голень.

7. Другие деформации

Возможны и другие, более редкие, типы деформаций, а также сочетание СД с другими поражениями нижних конечностей (укорочение и деформации вследствие травматических переломов, полиомиелита, и др.). В этих случаях «диабетические» особенности ортопедической обуви должны сочетаться с алгоритмами, принятыми в других областях ортопедии и технологии изготовления ортопедической обуви.

Таким образом, понимание биомеханических закономерностей, основанное на результатах проведенных исследований, позволяет создавать для конкретного больного обувь по настоящему эффективную в предотвращении диабетических язв. Однако требуется большая работа по внедрению этих знаний и правил в практику.

Литература

1. Бреговский В.Б. и соавт. Поражения нижних конечностей при сахарном диабете. Санкт-Петербург, 2004
2. Цветкова Т.Л., Лебедев В.В. / Экспертная система прогнозирования развития плантарных язв у больных сахарным диабетом. / VII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика – 2000», Санкт-Петербург, 5-8 декабря 2000 г.
3. Armstrong D., Peters E., Athanasiou K., Lavery L./ Is there a critical level of plantar foot pressure to identify patients at risk for neuropathic foot ulceration? / J. Foot Ankle Surg., 1998, vol. 37, p. 303-307
4. Armstrong D., Stacpoole-Shea S., Nguyen H., Harkless L. / Lengthening of the Achilles tendon in diabetic patients who are at high risk for ulceration of the foot. / J Bone Joint Surg Am, 1999, vol. 81, p. 535-538
5. Barry D., Sabacinsky K., Habershaw G., Giurini J., Chrzan J. / Tendo Achilles procedures for chronic ulcerations in diabetic patients with transmetatarsal amputations. / J Am Podiatr Med Assoc, 1993, vol. 83, p. 96-100
6. Bischof F., Meyerhoff C., Turk K. / Der diabetische Fuss. Diagnose, Therapie und schuhtechnische Versorgung. Ein Leitfaden fur Orthopaedie-Schumacher. / Geislingen, Maurer Verlag, 2000
7. Cavanagh P., Ulbrecht J., Caputo G. / The biomechanics of the foot in diabetes mellitus / In: The Diabetic Foot, 6th edition. Mosby, 2001., p. 125-196
8. Cavanagh P., / Footwear or people with diabetes (lecture). Международный симпозиум «Диабетическая стопа». Москва, 1–2 июня 2005 г.
9. Coleman W. / The relief of forefoot pressures using outer shoe sole modifications. In: Patil K, Srinivasa H. (eds): Proceedings of the International Conference on Biomechanics and Clinical Kinesiology of Hand and Foot. Madras, India: Indian Institute of Technology, 1985, p. 29-31
10. Garbalosa J., Cavanagh P., Wu c. et al. / Foot function in diabetic patients after partial amputations. / Foot Ankle Int, 1996, vol. 17, p. 43-48
11. Hsi W., Ulbrecht J., Perry J. et al. / Plantar pressure threshold for ulceration risk using the EMED SF platform. / Diabetes, 1993, Suppl. 1, p. 103A
12. Lebedev V., Tsvetkova T. / Rule-based expert system for predicting the risk of foot ulceration in diabetic patients with amputations. / EMED scientific meeting. Munich, Germany, 2-6 Aug 2000.
13. Lebedev V., Tsvetkova T., Bregovsky V. / Four years follow-up of diabetes patients with amputations. / EMED scientific meeting. Kananaskis, Canada, 31 Jul-3 Aug 2002.
14. Lin S, Lee T, Wapner K. / Plantar forefoot ulceration with equinus deformity of the ankle in diabetic patients: the effect of tendo-Achilles lengthening and total contact casting. / Ortopedics, 1996, vol. 19, p. 465-475
15. Mueller M., Sinacore D., Hastings M., Strube M., Johnson J. / Effect of Achilles tendon lengthening on neuropathic plantar ulcers. / J Bone Joint Surg, 2003, vol. 85-A, p. 1436-1445
16. Mueller M., Strube M., Allen B. / Therapeutic footwear can reduce plantar pressures in patients with diabetes and transmetatarsal amputation. / Diabetes Care, 1997, vol. 20, p. 637-641.
17. ntar forefoot pressures. / J. Am. Podiatr. Med. Assoc., 1988, vol. 78, p. 455-460
18. Presch M. / Protektives schuhwerk beim neuropathischen diabetischen Fuss mit niedrigem und hohem Verletzungrisiko. / Med. Orth. Tech, 1999, vol. 119, p. 62-66.
19. Resch S. / Corrective surgery in diabetic foot deformity./ Diabetes Metabolism Research and Reviews, 2000, vol. 20 (suppl. 1), p. S34-S36.
20. Sanders L., Frykberg R. / Diabetic neuropathic osteoartropathy: the Chaocot foot./ In: Frykberg R. (Ed.): The hirh risk foot in diabetes mellitus. New York, Churchill Livingstone, 1991
21. Schoenhaus H., Wernick E. Cohen R. Biomechanics of the diabetic foot. In: The high risk foot in diabetes mellitus. Ed. by Frykberg R.G. NewYork, Churchill Livingstone, 1991
22. Simon S., Tejwani S., Wilson D., Santner T., Denniston N. / Arthrodesis as an early alternative to nonoperative management of Chacot arthropathy of the diabetic foot. / J Bone Joint Surg Am, 2000, vol. 82-A, No. 7, p. 939-950
23. Stone N, Daniels T. / Midfoot and hindfoot arthrodesis in diabetic Charcot arthropathy. / Can J Surg, 2000, vol. 43, No. 6, p. 419-455
24. Tisdel C., Marcus R., Heiple K. / Triple arthrodesis for diabetic peritalar neuroarthropathy. / Foot Ankle Int, 1995, vol. 16, No. 6, p. 332-338
25. van Schie C., Becker M., Ulbrecht J, et al. / Optimal axis location in rocker bottom shoes. / Abstractbook of the 2nd International Symposium on the Diabetic Foot, Amsterdam, May 1995.
26. Wang J., Le A., Tsukuda R. / A new technique for Charcot's foot reconstruction. / J Am Podiatr Med Assoc, 2002, vol. 92, No. 8, p. 429-436
27. Wolfe L, Stess R., Graf P./ Dynamic pressure analysis of the diabetic Charcot foot. / J. Am. Podiatr. Med. Assoc., 1991, vol. 81, p. 281-287