

Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 2. С. 452-458.
Genij Ortopedii. 2022. Vol. 28, no. 2. P. 452-458.



Обзорная статья

УДК 616.379-008.64:617.586-007.24-08(048.8)

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-3-452-458>

Деформации стоп у пациентов с синдромом диабетической стопы (обзор литературы)

Петр Сергеевич Бардюгов^{1,2✉}, Михаил Викторович Паршиков¹

¹ Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Москва, Россия

² Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Петр Сергеевич Бардюгов, petrbardugov@gmail.com

Аннотация

Цель – поиск, изучение и анализ литературных источников, определяющих место деформаций стоп в патогенезе синдрома диабетической стопы и посвященных роли методов ортопедической коррекции в комплексе лечения данного позднего осложнения сахарного диабета. **Материалы и методы.** Поиск литературы проводился по текстовым базам данных медицинских публикаций PubMed, CyberLeninka, Google Scholar, Scopus, Medline, eLIBRARY среди статей на английском и русском языках. Поиск осуществлен по следующим терминам: diabetes mellitus, foot deformities, diabetic foot syndrome, orthopedic treatment, osteotomy, metatarsophalangeal arthroplasty, achilles tendon lengthening. Из исследования исключены литературные источники, посвященные методам ортопедической коррекции деформаций стоп изолированно от синдрома диабетической стопы, а также литературные источники, посвященные проявлениям синдрома диабетической стопы без упоминания ортопедических методов лечения (хирургия гнойных осложнений, сосудистая хирургия, сахароснижающая терапия). **Результаты.** Изученная литература позволяет высоко оценить роль ортопедического лечения у пациентов с синдромом диабетической стопы. Существуют два основных направления: консервативное лечение и хирургическое. Так, эффективность консервативных методов давно подтверждена в работах с высокой степенью доказательности. Хирургическая коррекция проявлений СДС за счет ортопедических операций в публикациях такого уровня освещена не так подробно. **Заключение.** Обзор литературы посвящен актуальной проблеме на стыке различных специальностей в медицине. Приведен анализ результатов лечения по данным отечественных и зарубежных авторов. Кроме того, изучены «пробелы» в представленной литературе, сформированы задачи и цели для последующих исследований в данном направлении.

Ключевые слова: сахарный диабет, деформации стоп, синдром диабетической стопы, ортопедическое лечение

Благодарности: авторы выносят особую благодарность коллективу отделения диабетической стопы ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России, коллективу отделения травматологии – ортопедии ГБУЗ МО ВРКБ, коллективу отделения диабетической стопы ГБУЗ Эндокринологический диспансер ДЗМ, организационному комитету Российского общества хирургов стопы и голеностопного сустава (RUSFAS).

Для цитирования: Бардюгов П.С., Паршиков М.В. Деформации стоп у пациентов с синдромом диабетической стопы (обзор литературы) // Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 3. С. 452-458. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-3-452-458>. EDN XBLUCT.

Review article

Foot deformities in patients with diabetic foot disease (literature review)

Petr S. Bardugov^{1,2✉}, Michael V. Parshikov¹

¹ A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

² Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia

Corresponding author: Petr S. Bardugov, petrbardugov@gmail.com

Abstract

The objective was to review the orthopaedic literature on treatments of diabetic foot disease. **Material and methods** PubMed, CyberLeninka, Google Scholar, Scopus, Medline, eLIBRARY were searched. Studies in English and in Russian that reported foot deformities in the pathogenesis of diabetic foot disease and orthopaedic correction methods in the complex treatment of this late complication of diabetes mellitus were included for review. All study designs were considered. The search was produced using the following terms: diabetes mellitus, foot deformities, diabetic foot syndrome, orthopaedic treatment, osteotomy, metatarsophalangeal arthroplasty, achilles tendon lengthening. Literature sources reporting methods of orthopaedic correction of foot deformities in isolation from the diabetic foot syndrome and literary sources reporting manifestations of the diabetic foot syndrome without description orthopedic methods of treatment (surgery for purulent complications, vascular surgery, hypoglycemic therapy) were excluded from the study. **Results** The literature review allowed us to evaluate the role of orthopaedic treatment of foot deformities in patients with diabetic foot syndrome to be addressed either conservatively or surgically. The effectiveness of conservative methods has long been reported in studies with higher degree of evidence. Surgical correction of DFS through orthopaedic interventions has not been covered in such detail. **Conclusion** The literature review focused on the topical issue at the junction of various medical specialties. The results of treatment reported by Russian and foreign authors were analyzed. "Blind spots" in the literature were explored, goals for subsequent research delineated.

Keywords: diabetes mellitus, foot deformities, diabetic foot disease, orthopaedic treatment

Acknowledgments: авторы выносят особую благодарность коллективу отделения диабетической стопы ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России, коллективу отделения травматологии – ортопедии ГБУЗ МО ВРКБ, коллективу отделения диабетической стопы ГБУЗ Эндокринологический диспансер ДЗМ, организационному комитету Российского общества хирургов стопы и голеностопного сустава (RUSFAS).

For citation: Bardugov P. S., Parshikov M.V. Foot deformities in patients with diabetic foot disease (literature review). *Genij Ortopedii*, 2022, vol. 28, no 3, pp. 452-458. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-3-452-458>

Цель исследования – поиск, изучение и анализ литературных источников, определяющих место деформаций стоп в патогенезе синдрома диабетической

стопы и посвященных роли методов ортопедической коррекции в комплексе лечения данного позднего осложнения сахарного диабета.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поиск литературы проводился по текстовым базам данных медицинских публикаций PubMed, CyberLeninka, Google Scholar, Scopus, Medline, eLIBRARY среди статей на английском и русском языках. Поиск осуществлен по следующим терминам: diabetes mellitus, foot deformities, diabetic foot syndrome, orthopedic treatment, osteotomy, metatarsophalangeal arthroplasty, achilles tendon lengthening.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Роль деформаций стоп в патогенезе синдрома диабетической стопы

Сахарный диабет (СД) – одно из самых распространенных неинфекционных заболеваний в мире. Число больных СД с 1980 по 2014 г. возросло в четыре раза: со 108 миллионов до 422 миллионов среди взрослого населения, что составляет 4,7 и 8,5 % от населения мира соответственно [1]. Причём в РФ с 2000 по 2019 г. численность пациентов с СД выросла в 2,2 раза – с 2,043 млн. [2] до 4,58 млн. человек [3].

Одно из наиболее распространенных осложнений СД – синдром диабетической стопы (СДС) – объединяет патологические изменения периферической нервной системы, артериального и микроциркуляторного русла, костно-суставного аппарата стопы, представляющие непосредственную угрозу развития язвенно-некротических процессов и гангрены [4].

В 2016 г. распространенность синдрома диабетической стопы в РФ среди больных СД составила: СД 1 типа – 4,7 %, СД 2 типа – 1,9 %. В то же время распространенность СДС в РФ в динамике 2013→2016 гг. имеет тенденцию к снижению: СД1 типа – 506,3→473,6; СД 2 типа – 214,60→194,8 на 10 тыс. взрослых. Соотношение различных форм СДС при СД 1 типа: нейропатическая с трофической язвой – 41,6 %, нейропатическая (стопа Шарко) – 17,9 %, нейроишемическая – 28,3 %, ишемическая – 12,2 %; СД 2 типа: 41,6, 7,4, 32,4, 18,5 % соответственно [5].

Также среди взрослого населения выявляется высокая распространённость болезней костно-мышечной системы. Так, в 2012 году заболеваемость ими составляла 142,0 случая, в 2014 – 145,1 на 1000 человек, в 2016 году намечилось некоторое снижение – до 141,4 [6]. Статические деформации стоп (СтДСт) – одно из самых распространенных из этой группы заболеваний. Но при этом данные исследователей разнятся. Так, согласно некоторым отечественным источникам, заболеваемость вальгусным отклонением первого пальца стопы и поперечным плоскостопием составляет до 70 % популяции [7]. В то время как некоторые зарубежные авторы считают, что не более 37 % [8]. Подчеркивается, что чем старше пациент, тем чаще встречается данная ортопедическая патология [9]. Больные с СД в большинстве своем относятся к старшей возрастной группе.

Вопрос об отличиях различных деформаций стоп у пациентов с СДС практически не изучен. Отечественными исследователями предложена классификация, которая включает в себя две группы: статические деформации стоп у пациентов с СДС, которые могут быть и без СД; постампутационные деформации и стопа Шарко (диабетическая нейроостеоартропатия). К пер-

вой группе относят молоткообразную и когтеобразную деформацию пальцев, поперечную распластанность, вальгусное отведение первого пальца, деформацию Тейлора, ограничение тыльного сгибания стопы и др. Деформации из второй группы рассматривают как осложнения СД в запущенных клинических случаях [10].

Проведен анализ исследований, результаты которых подтверждают снижение эластичности и силы мышц дистального отдела нижних конечностей за счет дегенеративной фиброзной и жировой перестройки. Так, дистально расположенные мышцы стопы (межкостные, червеобразные) поражаются сильнее, чем проксимально расположенные сгибатели и разгибатели пальцев, камбаловидная и икроножная мышцы. Изменения мышечной ткани в дистальных сегментах конечностей имеют неоднородный характер. Тонус проксимальных мышц преобладает, нарушается мышечно-сухожильный баланс в плюснефаланговых и межфаланговых суставах, что способствует формированию молоткообразной деформации пальцев [18, 19]. Кроме того, формирование статических деформаций стопы обусловлено снижением эластичности камбаловидной и икроножной мышц, вызванное нейропатическими дегенеративными изменениями. Ограничение тыльного сгибания в голеностопном суставе приводит к усилению давления на подошвенную поверхность переднего отдела стопы, что, в свою очередь, способствует появлению или усилению имеющихся статических деформаций, образованию нейропатического язвенного дефекта в данной зоне [20].

До конца не изученной остается связь между появлением язвенных дефектов кожных покровов в зонах повышенного механического воздействия у пациентов с дистальной нейропатией. Однако А.С. Судницин и соавт. [11] выявили характерные изменения в коже стоп пациентов с дистальной нейропатией. Эти изменения проявляются в виде псевдокарциноматозной гиперплазии кожи с увеличением плотности микрососудов и скорости капиллярного кровотока, паракератоза, истончения дермы, потери жировой ткани и дегенерации нервных проводников в большинстве нервных стволиков дермы, что сопровождается нарушением температурно-болевой чувствительности.

Е.В. Артемова и соавт. [12] подробно описали изменения в коже у пациентов с диабетической нейропатией. Устойчивость кожи к механическим воздействиям обусловлена, в том числе, прочностью связей рогового слоя. Это достигается за счет клеточных связей кератиноцитов между собой.

Целостность кожи, её устойчивость к механическим нагрузкам в местах повышенного механического воздействия, которые сопровождают статические

деформации, регулируется сложными нейрогуморальными процессами, которые нарушаются при диабетической нейропатии: снижается дифференцировка кератиноцитов, выработка ими кератина [13].

Подчеркивается схожесть поражения нервной ткани, которая сопровождается лепру, сифилис, полиомиелит, злоупотребление алкоголем, травматические повреждения спинного мозга и диабетическую нейропатию [14]. Однако СД – самая частая причина дистальной нейропатии и её последствий, таких как хронические язвенные дефекты. Данные по распространенности нейропатии среди лиц с СД варьируют от 28 до 65 %, в зависимости от длительности заболевания и методов диагностики [15].

В зонах повышенного давления, трения, которые появляются всегда при наличии статических деформаций стоп, у пациентов с периферической нейропатией формируются язвенные дефекты, которые не заживают в условиях повышенного механического воздействия [16, 17].

Наиболее часто встречаются язвенные дефекты на подошве стопы в проекции головок плюсневых костей (средних при поперечной распластанности, первой и пятой при гиперсводчатости и деформации тейлора); на внутренней поверхности стопы в проекции первого плюсне-фалангового сустава при вальгусном отведении первого пальца; на тыле малых пальцев и в проекции бугристости ногтевой фаланги при молоткообразной деформации [21].

Однако в литературе отсутствуют данные о корреляции диабетической нейропатии и деформаций стоп, количественном анализе данного явления. Специфические проявления клинической картины и особенности патогенеза изучаемой проблемы подталкивают врачей к изучению возможностей ортопедического лечения патологии. Уже сейчас есть как хирургические, так и терапевтические подходы к ортопедическому лечению статических деформаций стоп у пациентов с СДС.

Консервативное лечение

Консервативные методы ортопедического лечения пациентов с СДС стоп применяются достаточно давно в России и включены в официальные рекомендации по лечению пациентов исследуемой группы [22].

Назначение консервативного лечения (обувь, стельки, ортопедические приспособления) осуществляется на основе классификации больных по степени риска СДС и потребности в том или ином виде коррекции и разгрузки. Согласно классификации международной рабочей группы по диабетической стопе (International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF)), пациенты с диабетической периферической нейропатией в сочетании с деформациями стоп относятся к группе среднего риска. Больных, имеющих нейропатию в сочетании с ампутациями в пределах стопы или язвами в анамнезе, грубыми деформациями, можно отнести к группе высокого риска [23].

Обувь, которая должна использоваться пациентами с нейропатией и деформациями стоп, отличается рядом особенностей: ригидная негнувшаяся подошва с перекатом «rocker sole» или «roller sole», мягкий верх без подноски; ширина обуви не менее ширины стопы; скошенный передний край каблука (снижает вероятность получения травм и падений); достаточная глубина мо-

дели для возможности ношения специальной стельки; обувь должна подбираться специалистом [24, 25].

В обувь с описанными выше характеристиками вкладывается стелька, толстая (9–10 мм), мягкая и амортизирующая, но при этом еще и моделирующая своды стопы и более эффективно снимающая нагрузку с подошвенной поверхности, со средней продолжительностью срока эффективной службы 6–12 мес. Показано применение стельки из мягких, но амортизирующих материалов (пенополиуретан и т.д.) [26].

Для пациентов, относящихся к группе высокого риска, целесообразно применять индивидуально изготовленную ортопедическую обувь и индивидуальные стельки, моделирующие своды стопы, более эффективно разгружающие зоны риска образования язвы [27, 28].

Bus S.A. et al., а также Ulbrecht J.S. et al. продемонстрировали снижение пикового давления в зонах риска образования язвенного дефекта не менее чем на 30 % в ортопедической обуви со стелькой, предназначенной для пациентов с СДС, по сравнению с обычной обувью [29, 30].

Применение различных ортопедических устройств (корректоры молоткообразной деформации пальцев, метатарзальная подушка и др.) у пациентов с СД зачастую сопряжено с риском повреждения кожного покрова. Поэтому подбор ортопедических корректоров должен быть только строго под индивидуальным контролем специалиста. Наибольшее распространение получили индивидуально изготовленные силиконовые корректоры деформации пальцев [31].

Для консервативного лечения при наличии язв применяется специальная обувь, разгружающая передний отдел стопы и обладающая широкими возможностями регулировки размера, имеющая перекаат «roller sole». Также для этих целей может использоваться так называемый «полуботинок», он же «ботинок Барука» (Barouk L.S. Use of a Postoperative Shoe without Forefoot Support, Comparative Statistical Study. Actualites de medecine et chirurgie du pied, 1986). Но наиболее эффективным методом консервативной разгрузки зоны язвы при отсутствии ее инфицирования и критической ишемии является индивидуальная разгрузочная повязка (ИРП) Total Contact Cast (ТСС) [23, 32, 33].

Конструкция ТСС представляет собой разгрузочно-иммобилизирующую повязку из полимерных материалов жесткой и полужесткой консистенции от верхней трети голени до кончиков пальцев стопы (по подошвенной поверхности). Разгрузка стопы при помощи ТСС достигается за счет переноса приблизительно 30 % нагрузки со стопы на голень, увеличения площади опорной поверхности с равномерным распределением давления на опорную поверхность стопы со снижением нагрузки с зон повышенного механического воздействия на 40–80 %, снижения трения в области язвенного дефекта, уменьшения отека конечности за счет того, что ТСС обеспечивает умеренную компрессию, дисциплинарного влияния на пациента. К абсолютным противопоказаниям к использованию ТСС можно отнести только активный инфекционный процесс тканей стопы и гангрену. При необходимости ТСС может быть съёмной – тогда эта повязка разрезается по всей длине, фиксируется пластырем, лентой «велькро», эластичным бинтом или иным методом и снимается только на время перевязки для контроля заживления язвы [34, 35].

Наибольшей эффективности в разгрузке зоны язвы и, соответственно, в её заживлении удается достичь благодаря сочетанию несъемного варианта изготовления ТСС и разгрузочного ботинка, обладающего подошвой с перекатом. Данное сочетание приводит к заживлению язв на 17–43 % чаще и быстрее на 8–12 дней, чем вариант съемного ношения ТСС или разгрузочного ботинка отдельно [36–38].

Среди осложнений ТСС в 0–20 % случаев выделяют появление новых поверхностных язвенных дефектов, обусловленных воздействием повязки, болевой синдром в крупных суставах нижних конечностей, вызванный перераспределением нагрузки при локомоции, неустойчивость при ходьбе [39, 40].

Альтернативным методом лечения со схожим эффектом ТСС являются сложные ортопедические изделия (Aircast, Walker), однако их цена многократно превышает стоимость ТСС, и они малодоступны на территории Российской Федерации [41–42].

Хирургическое лечение

В «арсенале» хирурга – ортопеда, который занимается лечением СДС за счет коррекции СтДСт, следующие виды оперативных вмешательств: резекционная артропластика, резекция головки плюсневой кости, остеотомии костей стопы, тенотомии сухожилий сгибателей и разгибателей пальцев, удлинение ахиллова сухожилия.

Тенотомии сухожилий сгибателей и разгибателей пальцев осуществляются толстой иглой через проколы кожи. Этот наименее травматичный вид хирургического ортопедического лечения СДС используется в тех случаях, когда нейропатическая язва располагается на тыльной поверхности проксимального межфалангового сустава или в проекции бугристости ногтевой фаланги при молоткообразной деформации II–IV пальцев. За счет этой манипуляции происходит уменьшение механического воздействия на зону язвенного дефекта. Тенотомия сухожилий разгибателей осуществляется по тыльной поверхности на уровне плюсне-фалангового сустава, сгибателей – по подошвенной поверхности на уровне межфаланговых суставов [43, 44]. Данный метод позволил добиться заживления нейропатической язвы в 97 % случаев в течение 4-х недель. Нагноения отмечались в 1 %, рецидив язвообразования отмечен в 6 % случаев [45, 46].

Удлинение трёхглавой мышцы голени за счет ахиллотомии по Ноке или пересечения апоневроза икроножной мышцы. Данный метод хирургического лечения направлен на снижение давления на подошвенную поверхность всего переднего отдела стопы [47, 48]. Техника ахиллотомии по Ноке включает пересечение ахиллова сухожилия на половину поперечника из трёх / четырёх проколов кожи в шахматном порядке с последующей редрессацией. Пересечение апоневроза икроножной мышцы осуществляется в поперечном направлении (методика Strayer) или клиновидном / изогнутом (методика Vulpius) из доступа 3–5 см по задней или задне-внутренней поверхности на уровне границы средней и нижней трети голени. После выполнения данного вида оперативного лечения проводится иммобилизация при помощи ИРП ТСС. В сравнении с консервативным лечением в ИРП ТСС заживление язв после удлинения трёхглавой мышцы наблюдалось в 100 % случаев против 88 %. И в более ранние сроки: 41 день против 57. Из осложнений можно выделить следующие: перемещение язвы на по-

дошвенную поверхность пяточной области (до 16 %), нагноение (до 2 %) и разрыв (несращение) ахиллова сухожилия (до 13 %) [49, 50].

Резекция головки плюсневой кости при лечении СДС применяется для локального снижения механического воздействия на подошвенную поверхность в её проекции. Данный вид хирургического лечения применяется чаще при хроническом остеомиелите головки плюсневой кости, глубине язвы до костной ткани. Используется доступ с подошвенной или наружной поверхности стопы (при резекции головки V плюсневой кости). При многокомпонентных сложных деформациях переднего отдела стопы, а также при наличии более чем одной язвы, может выполняться резекция головок всех плюсневых костей [51]. Заживление язв наблюдается в 100 % случаев против 60 %, когда применялось консервативное лечение в ИРП ТСС. Срок заживления язв составляет до 70 дней по сравнению с продолжительностью более года при консервативном лечении. Нагноения, как осложнения, наблюдаются до 12 % случаев [52, 53].

Резекционная артропластика первого плюсне-фалангового сустава по туну Keller применяется при лечении нейропатических язв первого пальца. В данном случае повышенное механическое воздействие вызвано тугоподвижностью первого пальца при деформирующем остеоартрозе плюсне-фалангового сустава. При выполнении этой методики осуществляется резекция основания проксимальной фаланги из разреза по внутренней / внутренне – тыльной поверхности стопы. Заживление язвенного дефекта наступало в 100 % случаев в течение $24 \pm 9,9$ дня, против $67,1 \pm 17,1$ дня в 80 % в случаях консервативного лечения. Частота инфекционных осложнений – 16,5 % [54–56].

Современные технологии ортопедической хирургии деформаций стоп также взяты «на вооружение» при лечении изучаемой патологии. Лечение нейропатических язв подошвенной поверхности переднего отдела стопы под головками малых плюсневых костей осуществляется при помощи *миниинвазивных остеотомий*. При такой методике производится остеотомия на уровне дистального метафиза плюсневой кости при помощи специальной фрезы через прокол в коже, головка смещается к тылу, тем самым данная зона выводится из-под нагрузки. Какой-либо фиксации фрагментов костей не подразумевается. Среднее время заживления язв 4–17 недель, рецидивов язв не было зарегистрировано. В одном случае получено осложнение – нагноение послеоперационной раны. Иных осложнений не декларируется [57]. В последнее время все больше возможности миниинвазивной ортопедической хирургии применяются в лечении статических деформаций стоп у пациентов с СДС [58–60]. Несколько менее благополучные результаты описаны при «открытых» *osteotомиях плюсневых костей* по типу «закрытый клин», за счет чего головка соответствующей плюсневой кости приподнимается, уменьшается механическое воздействие на место язвенного дефекта. Фиксация осуществляется за счет перекрещивающихся спиц Киршнера или винтов. Заживление язв было отмечено в 95 % случаев, в среднем через 40 дней после операции. Осложнения получены в 68 %: самое распространенное осложнение – развитие диабетической нейроостеоартропатии Шарко (32 %) и глубокая раневая инфекция – 14 % [61].

ОБСУЖДЕНИЕ

Обращает на себя внимание отсутствие данных в изученной литературе о корреляции степени нейропатии со степенью выраженности деформаций, тяжестью деформаций и степенью проявлений СДС: размер нейропатических язв, их глубина. Широко освещена связь данных явлений, однако после изучения представленной литературы затруднительно сформировать количественный прогноз течения заболевания на основе имеющихся данных о пациенте (длительность СД, тяжесть нейропатии, степень выраженности деформаций и наличие нейропатических язв).

В отечественных клинических рекомендациях о лечении осложнений СД отсутствуют рекомендации по хирургической коррекции деформаций стоп как метода лечения СДС. В зарубежных клинических рекомендациях международной рабочей группы по диабетической стопе описанные консервативные методы лечения язвенных дефектов имеют первый уровень убедительности рекомендаций, а хирургические – только второй, что обусловлено скудным количеством рандомизированных клинических исследований, посвящённых хирургическому методу лечения. Между тем, консервативное лечение требует высокого уровня приверженности к лечению, длительное его применение снижает качество жизни и является дорогостоящим для пациента. Только обладая группой инвалидности, он может компенсировать траты на приобретение или изготовление ортопедического устройства.

В изученной литературе отсутствует конкретный, понятный для практикующего врача ортопеда, протокол обследования, показания и противопоказания для выполнения того или иного метода лечения. Основным показанием для хирургического лечения является отсутствие эффективности консервативной терапии. Ме-

тоды диагностики, позволяющие выбрать оптимальный метод лечения, практически не освещены.

Мало освещаются технические моменты, детали проведения оперативных вмешательств. В большинстве исследований отсутствует описание пред- и послеоперационного периода нагрузки (ортопедический режим). Скудно представлена информация, посвящённая реабилитации пациентов в среднесрочном и отдалённом периоде.

Использование ИРП ТСС или иных средств иммобилизации рассматривается как изолированный метод лечения. Отсутствует описание применения ИРП в послеоперационном периоде как этапа иммобилизации и реабилитации.

Отсутствуют указания на обоснованный выбор метода фиксации костных фрагментов при выполнении остеотомий, анализ степени и типа деформации и их связь с выбором метода и объема операции.

Проведенные обзоры литературы по тому или иному методу лечения иногда включают в себя работы, отличающиеся по времени публикации более чем на 20 лет. Исследования, проведенные с таким временным разрывом, не могут обладать достаточно сопоставимой картиной результатов.

Не представлен анализ имевшихся осложнений: предположительные причины, методы их лечения и профилактики.

Характерно то, что ортопедические (по сути) методы лечения в большинстве случаев рассматриваются изолированно как метод лечения проявлений СДС, а не методы коррекции или компенсаций имеющихся деформаций, которые способствуют заживлению нейропатических язв.

ВЫВОДЫ

Как хирургические, так и консервативные методы ортопедического лечения эффективны в отношении проявлений СДС.

Несмотря на связь статических деформаций стоп с проявлениями СДС, доказанную эффективность хирургических методов коррекции деформаций, к настоящему времени приоритетным направлением ортопедического лечения СДС остаётся консервативное, только компенсирующее имеющиеся нарушения биомеханики стопы.

В последнее время отмечается увеличение числа обзорных работ, посвящённых хирургическому орто-

педическому лечению СДС за счет коррекции деформаций, включение данных методик в практические рекомендации, что свидетельствует об увеличении интереса к данному направлению.

Создание протокола обследования больных с деформациями стоп и синдромом диабетической стопы, публикация большего количества исследований с высокой степенью достоверности позволит подойти к вопросу ортопедического лечения СДС объективно, не отрицая широких возможностей как консервативного, так и хирургического направления.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Глобальный доклад по диабету / Всемирная организация здравоохранения. Женева, 2018. 88 с. URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/275388/9789244565254-rus.pdf?ua=1>.
2. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К. Эпидемиология сахарного диабета в Российской Федерации: клиничко-статистический анализ по данным Федерального регистра сахарного диабета // Сахарный диабет. 2017. Т. 20, № 1. С. 13-41. DOI: 10.14341/DM8664.
3. Эпидемиология сахарного диабета в Российской Федерации: что изменилось за последнее десятилетие? / М.В. Шестакова, О.К. Викулова, А.В. Железнякова, М.А. Исаков, И.И. Дедов // Терапевтический архив. 2019. Т. 91, № 10. С. 4-13. DOI: 10.26442/00403660.2019.10.000364.
4. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом: клинические рекомендации / под ред. И.И. Дедов, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. Вып. 8. // Сахарный диабет. 2017. Т. 20, № 1S. С. 1-112.
5. Эпидемиология синдрома диабетической стопы и ампутаций нижних конечностей в Российской Федерации по данным федерального регистра больных сахарным диабетом (2013–2016 гг.) / Г.Р. Галстян, О.К. Викулова, М.А. Исаков, А.В. Железнякова, А.А. Серков, Д.Н. Егорова, Е.В. Артемова, М.В. Шестакова, И.И. Дедов // Сахарный диабет. 2018. Т. 21, № 3. С. 170-177. DOI: 10.14341/dm9688.
6. Миронов С.П., Очуренко А.А., Андреева Т.М. Травматизм и заболеваемость костно-мышечной системы в Российской Федерации // Достижения российской травматологии и ортопедии: материалы XI Всерос. съезда травматологов-ортопедов: в 3 т. СПб., 2018. Т. 2. С. 53-56.
7. Хирургическое лечение вальгусного отклонения первого пальца стопы и его возможные осложнения (обзор литературы) / Е.П. Соколин А.А. Карданов С.А. Ласунский, Ю.А. Безгодков, А.И. Гудз // Травматология и ортопедия России. 2011. Т. 17, № 4. С. 123-130. DOI: 10.21823/2311-2905-2011--4-123-130.

8. Impact of hallux valgus severity on general and foot-specific health-related quality of life / H.B. Menz, E. Roddy, E. Thomas, P.R. Croft // *Arthritis Care Res. (Hoboken)*. 2011. Vol. 63, No 3. P. 396-404. DOI: 10.1002/acr.20396.
9. Validity of self-assessment of hallux valgus using the Manchester scale / H.B. Menz, M.R. Fotoohabadi, E. Wee, M.J. Spink // *BMC. Musculoskelet. Disord.* 2010. Vol. 11. P. 215-220. DOI: 10.1186/1471-2474-11-215.
10. Паршиков М.В., Бардогов П.С., Ярыгин Н.В. Ортопедические аспекты классификаций синдрома диабетической стопы // *Гений ортопедии*. 2020. Т. 26, № 2. С. 173-178. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-173-178.
11. Некоторые морфо-функциональные аспекты хронического остеомиелита у больных с деформациями стоп нейрогенной этиологии / А.С. Судницын, Е.Н. Шурова, Т.Н. Варсегова, Т.А. Ступина, Н.С. Мигалкин // *Травматология и ортопедия России*. 2019. Т. 25, № 2. С. 102-110. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-102-110.
12. Механизмы нейрогуморальной регуляции клеточного цикла кератиноцитов при сахарном диабете / Е.В. Артемова, А.М. Горбачева, Г.Р. Галстян, А.Ю. Токмакова, С.А. Гаврилова, И.И. Дедов // *Сахарный диабет*. 2016. Т. 19, № 5. С. 366-374. DOI: 10.14341/DM8131.
13. Cell death by cornification / L. Eckhart, S. Lippens, E. Tschachler, W. Declercq // *Biochim. Biophys. Acta*. 2013. Vol. 1833, No 12. P. 3471-3480. DOI: 10.1016/j.bbamcr.2013.06.010.
14. Boulton A.J. Diabetic foot – what can we learn from leprosy? Legacy of Dr. Paul W. Brand // *Diabetes Metab. Res. Rev.* 2012. Vol. 28, No Suppl. 1. P. 3-7. DOI: 10.1002/dmrr.2230.
15. High prevalence of diagnosed and undiagnosed polyneuropathy in subjects with and without diabetes participating in a nationwide educational initiative (PROTECT study) / D. Ziegler, A. Strom, R. Lobmann, K. Reiners, K. Rett, O. Schnell // *J. Diabetes Complications*. 2015. Vol. 29, No 8. P. 998-1002. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2015.09.008.
16. Armstrong D.G., Boulton A.J.M., Bus S.A. Diabetic foot ulcers and their recurrence // *N. Engl. J. Med.* 2017. Vol. 376, No 24. P. 2367-2375. DOI: 10.1056/NEJMr1615439.
17. Measuring plantar tissue stress in people with diabetic peripheral neuropathy: a critical concept in diabetic foot management / P.A. Lazzarini, R.T. Crews, J.J. van Netten, S.A. Bus, M.E. Fernando, P.J. Chadwick, B. Najafi // *J. Diabetes Sci. Technol.* 2019. Vol. 13, No 5. P. 869-880. DOI: 10.1177/1932296819849092.
18. Biomechanical characteristics of peripheral diabetic neuropathy: a systematic review and meta-analysis of findings from the gait cycle, muscle activity and dynamic barefoot plantar pressure / M. Fernando, R. Crowther, P. Lazzarini, K. Sangla, M. Cunningham, P. Buttner, J. Gollidge // *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*. 2015. Vol. 28, No 8. P. 851-845. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2015.08.004.
19. Andersen H. Motor neuropathy // *Handb. Clin. Neurol.* 2014. Vol. 126. P. 81-95. DOI: 10.1016/B978-0-444-53480-4.00007-2.
20. Prevalence of equinus in diabetic versus nondiabetic patients / R.G. Frykberg, J. Bowen, J. Hall, A. Tallis, E. Tierney, D. Freeman // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2012. Vol. 102, No 2. P. 84-88. DOI: 10.7547/1020084.
21. Lower limb biomechanical characteristics of patients with neuropathic diabetic foot ulcers: the diabetes foot ulcer study protocol / M.E. Fernando, R.G. Crowther, M. Cunningham, P.A. Lazzarini, K.S. Sangla, J. Gollidge // *BMC. Endocr. Disord.* 2015. Vol. 15. P. 59. DOI: 10.1186/s12902-015-0057-7.
22. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом: клинические рекомендации / под ред. И.И. Дедов, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. Вып. 9 // *Сахарный диабет*. 2019. Т. 22, № 1S-1. С. 1-144.
23. Guidelines on the prevention of foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2019 update) / S.A. Bus, L.A. Lavery, M. Monteiro-Soares, A. Rasmussen, A. Raspovic, I.C.N. Sacco, J.J. van Netten; International Working Group on the Diabetic Foot // *Diabetes Metab. Res. Rev.* 2020. Vol. 36, No Suppl. 1. P. e3269. DOI: 10.1002/dmrr.3269.
24. Diabetic foot Australia guideline on footwear for people with diabetes / J.J. van Netten, P.A. Lazzarini, D.G. Armstrong, S.A. Bus, R. Fritridge, K. Harding, E. Kinnear, M. Malone, H.B. Menz, B.M. Perrin, K. Postema, J. Prentice, K.H. Schott, P.R. Wraight // *J. Foot Ankle Res.* 2018. Vol. 11. P. 2. DOI: 10.1186/s13047-017-0244-z.
25. Offloading effect of therapeutic footwear in patients with diabetic neuropathy at high risk for plantar foot ulceration / M.L. Arts, R. Waaijman, M. de Haart, R. Keukenkamp, F. Nollet, S.A. Bus // *Diabet. Med.* 2012. Vol. 29, No 12. P. 1534-1541. DOI: 10.1111/j.1464-5491.2012.03770.x.
26. Shear-reducing insoles to prevent foot ulceration in high-risk diabetic patients / L.A. Lavery, J. LaFontaine, K.R. Higgins, D.R. Lanctot, G. Constantinides // *Adv. Skin Wound Care.* 2012. Vol. 25, No 11. P. 519-524. DOI: 10.1097/01.ASW.0000422625.17407.93.
27. Custom-made orthosis and shoes in a structured follow-up program reduces the incidence of neuropathic ulcers in high-risk diabetic foot patients / L. Rizzo, A. Tedeschi, E. Fallani, A. Coppelli, V. Vallini, E. Iacopi, A. Piaggese // *Int. J. Low Extrem. Wounds.* 2012. Vol. 11, No 1. P. 59-64. DOI: 10.1177/15347346112458729.
28. Pressure-reduction and preservation in custom-made footwear of patients with diabetes and a history of plantar ulceration / R. Waaijman, M.L. Arts, R. Haspels, T.E. Busch-Westbroek, F. Nollet, S.A. Bus // *Diabet. Med.* 2012. Vol. 29, No 12. P. 154201549. DOI: 10.1111/j.1464-5491.2012.03700.x.
29. Effect of custom-made footwear on foot ulcer recurrence in diabetes: a multicenter randomized controlled trial / S.A. Bus, R. Waaijman, M. Arts, M. de Haart, T. Busch-Westbroek, J. van Baal, F. Nollet // *Diabetes Care.* 2013. Vol. 36, No 12. P. 4109-4116. DOI: 10.2337/dc13-0996.
30. Prevention of recurrent foot ulcers with plantar pressure-based in-shoe orthoses: the CareFUL prevention multicenter randomized controlled trial / J.S. Ulbrecht, T. Hurley, D.T. Mauger, P.R. Cavanagh // *Diabetes Care.* 2014. Vol. 37, No 7. P. 1982-1989. DOI: 10.2337/dc13-2956.
31. Effectiveness and safety of using Podikon digital silicone padding in the primary prevention of neuropathic lesions in the forefoot of diabetic patients / V. Scire, E. Leporati, I. Teobaldi, L.A. Nobili, L. Rizzo, A. Piaggese // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2009. Vol. 99, No 1. P. 28-34. DOI: 10.7547/0980028.
32. Comparison of removable and irremovable walking boot to total contact casting in offloading the neuropathic diabetic foot ulceration / A. Piaggese, C. Goretti, E. Iacopi, G. Clerici, F. Romagnoli, F. Toscanella, C. Vermigli // *Foot Ankle. Int.* 2016. Vol. 37, No 8. P. 855-861. DOI: 10.1177/1071100716643429.
33. Health Quality Ontario. Fibreglass total contact casting, removable cast walkers, and irremovable cast walkers to treat diabetic neuropathic foot ulcers: a health technology assessment // *Ont. Health. Technol. Assess. Ser.* 2017. Vol. 17, No 12. P. 1-124.
34. Эффективность иммобилизирующих разгрузочных повязок total contact cast: обзор зарубежных рандомизированных клинических исследований и собственные данные / О.В. Удовиченко, Е.В. Бублик, Н.В. Максимова, К.Ю. Прягина, О.С. Ермолаева, П. Спруит, Г.Р. Галстян // *Сахарный диабет*. 2010. Т. 13, № 2, С. 50-55. DOI: 10.14341/2072-0351-5674.
35. Evaluation of the effectiveness and cost-effectiveness of lightweight fibreglass heel casts in the management of ulcers of the heel in diabetes: a randomized controlled trial / W. Jeffcoate, F. Game, V. Turtle-Savage, A. Musgrove, P. Price, W. Tan, L. Bradshaw, A. Montgomery, D. Fitzsimmons, A. Farr, T. Winfield, C. Phillips // *Health Technol. Assess.* 2017. Vol. 21, No 34. P. 1-92. DOI: 10.3310/hta21340.
36. De Oliveira A.L., Moore Z. Treatment of the diabetic foot by offloading: a systematic review // *J. Wound Care.* 2015. Vol. 24, No 12. P. 560, 562-570. DOI: 10.12968/jowc.2015.24.12.560.
37. Lewis J., Lipp A. Pressure-relieving interventions for treating diabetic foot ulcers // *Cochrane Database Syst. Rev.* 2013. No 1. CD002302. DOI: 10.1002/14651858.CD002302.pub2.
38. Comparison of the clinical effectiveness of different off-loading devices for the treatment of neuropathic foot ulcers in patients with diabetes: a systematic review and meta-analysis / J.K. Morona, E.S. Buckley, S. Jones, E.A. Reddin, T.L. Merlin // *Diabetes Metab. Res. Rev.* 2013. Vol. 29, No 3. P. 183-193. DOI: 10.1002/dmrr.2386.
39. Randomised clinical trial to compare total contact casts, healing sandals and a shear-reducing removable boot to heal diabetic foot ulcers / L.A. Lavery, K.R. Higgins, J. la Fontaine, R.G. Zamorano, G.P. Constantinides, P.J. Kim // *Int. Wound J.* 2015. Vol. 12, No 6. P. 710-715. DOI: 10.1111/iwj.12213.
40. Can't stand the pressure: the association between unprotected standing, walking, and wound healing in people with diabetes / B. Najafi, G.S. Grewal, M. Bharara, R. Menzies, T.K. Talal, D.G. Armstrong // *J. Diabetes Sci. Technol.* 2017. Vol. 11, No 4. P. 657-667. DOI: 10.1177/1932296816662959.

41. A systematic review and meta-analysis of off-loading methods for diabetic foot ulcers / T. Elraiyah, G. Prutsky, J.P. Domecq, A. Tsapas, M. Nabhan, R.G. Frykberg, B. Firwana, R. Hasan, L.J. Prokop, M.H. Murad // J. Vasc. Surg. 2016. Vol. 63, No 2 Suppl. P. 59S-68S.e1-2. DOI: 10.1016/j.jvs.2015.10.006.
42. Off-loading strategies in diabetic foot syndrome-evaluation of different devices / J. Götz, M. Lange, S. Dullien, J. Grifka, G. Hertel, C. Baier, F. Koeck // Int. Orthop. 2017. Vol. 41, No 2. P. 239-246. DOI: 10.1007/s00264-016-3358-1.
43. Van Netten J.J., Bril A., van Baal J.G. The effect of flexor tenotomy on healing and prevention of neuropathic diabetic foot ulcers on the distal end of the toe // J. Foot Ankle Res. 2013. Vol. 6, No 1. P. 3. DOI: 10.1186/1757-1146-6-3.
44. Percutaneous flexor tenotomy for preventing and treating toe ulcers in people with diabetes mellitus / A. Rasmussen, U. Bjerre-Christensen, T.P. Almdal, P. Holstein // J. Tissue Viability. 2013. Vol. 22, No 3. P. 68-73. DOI: 10.1016/j.jtv.2013.04.001.
45. Percutaneous tenotomy for the treatment of diabetic toe ulcers / E. Tamir, M. Vigler, E. Avisar, A.S. Finestone // Foot Ankle Int. 2014. Vol. 35, No 1. P. 38-43. DOI: 10.1177/1071100713509604.
46. Bonanno D.R., Gillies E.J. Flexor Tenotomy Improves Healing and Prevention of Diabetes-Related Toe Ulcers: A Systematic Review // J. Foot Ankle Surg. 2017. Vol. 56, No 3. P. 600-604. DOI: 10.1053/j.jfas.2017.02.011.
47. Effect of Achilles tendon lengthening on neuropathic plantar ulcers. A randomized clinical trial / M.J. Mueller, D.R. Sinacore, M.K. Hastings, M.J. Strube, J.E. Johnson // J. Bone Joint Surg. Am. 2003. Vol. 85, No 8. P. 1436-1445. DOI: 10.2106/00004623-200308000-00003.
48. Minimally invasive surgery for diabetic plantar foot ulcerations / F. Batista, A.A. Magalhães, C. Nery, D. Baumfeld, A.C. Monteiro, F. Batista // Diabet. Foot Ankle. 2011. Vol. 2. DOI: 10.3402/dfa.v2i0.10358.
49. Dallimore S.M., Kaminski M.R. Tendon lengthening and fascia release for healing and preventing diabetic foot ulcers: a systematic review and meta-analysis // J. Foot Ankle Res. 2015. Vol. 8. P. 33. DOI: 10.1186/s13047-015-0085-6.
50. Achilles tendon lengthening: friend or foe in the diabetic foot? / L.B. Colen, C.J. Kim, W.P. Grant, J.T. Yeh, B. Hind // Plast. Reconstr. Surg. 2013. Vol. 131, No 1. P. 37e-43e. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3182729e0b.
51. Clinical efficacy of the pan metatarsal head resection as a curative procedure in patients with diabetes mellitus and neuropathic forefoot wounds / D.G. Armstrong, J.L. Fiorito, B.J. Leykum, J.L. Mills // Foot Ankle Spec. 2012. Vol. 5, No 4. P. 235-240. DOI: 10.1177/1938640012449038.
52. Kalantar Motamedi A., Ansari M. Comparison of Metatarsal Head Resection versus Conservative Care in Treatment of Neuropathic Diabetic Foot Ulcers // J. Foot Ankle Surg. 2017. Vol. 56, No 3. P. 428-433. DOI: 10.1053/j.jfas.2016.11.019.
53. Analysis of transfer lesions in patients who underwent surgery for diabetic foot ulcers located on the plantar aspect of the metatarsal heads / R.J. Molines-Barroso, J.L. Lázaro-Martínez, J. Aragón-Sánchez, E. García-Morales, J.V. Beneit-Montesinos, F.J. Ávaro-Afonso // Diabet. Med. 2013. Vol. 30, No 8. P. 973-976. DOI: 10.1111/dme.12202.
54. Clinical efficacy of the first metatarsophalangeal joint arthroplasty as a curative procedure for hallux interphalangeal joint wounds in patients with diabetes / D.G. Armstrong, L.A. Lavery, J.R. Vazquez, B. Short, H.R. Kimbriel, B.P. Nixon, A.J. Boulton // Diabetes Care. 2003. Vol. 26, No 12. P. 3284-3287. DOI: 10.2337/diacare.26.12.3284.
55. Lew E., Nicolosi N., McKee P. Evaluation of hallux interphalangeal joint arthroplasty compared with nonoperative treatment of recalcitrant hallux ulceration // J. Foot Ankle Surg. 2015. Vol. 54, No 4. P. 541-548. DOI: 10.1053/j.jfas.2014.08.014.
56. Resection arthroplasty for resistant ulcers underlying the hallux in insensate diabetics / E. Tamir, J. Tamir, Y. Beer, Y. Kosashvili, A.S. Finestone // Foot Ankle Int. 2015. Vol. 36, No 8. P. 969-975. DOI: 10.1177/1071100715577952.
57. Minimally invasive distal metatarsal diaphyseal osteotomy (DMDO) for chronic plantar diabetic foot ulcers / C. Biz, S. Galstado, M. Dalmau-Pastor, M. Corradin, A. Volpin, P. Ruggieri // Foot Ankle Int. 2018. Vol. 39, No 1. P. 83-92. DOI: 10.1177/1071100717735640.
58. Botezatu I., Laptoiu D. Minimally invasive surgery of diabetic foot – review of current techniques // J. Med. Life. 2016. Vol. 9, No 3. P. 249-254.
59. Percutaneous correction of forefoot deformities in diabetic patients in order to prevent pressure sores – Technique and results in 20 consecutive patients / M. Yassin, A. Garti, E. Heller, M. Weissbrot, D. Robinson // Harefuah. 2017. Vol. 156, No 4. P. 234-236. DOI: 10.1016/j.fas.2016.05.200.
60. Оболенский В.Н., Процко В.Г., Оснач С.А. Мининвазивная корригирующая остеотомия у больных с язвенным дефектом переднего отдела диабетической стопы // Хирург. 2018. № 3-4. С. 70-79.
61. Fleischli J.E., Anderson, R.B., Davis W.H. Dorsiflexion metatarsal osteotomy for treatment of recalcitrant diabetic neuropathic ulcers // Foot Ankle Int. 1999. Vol. 20, No 2. P. 80-85. DOI: 10.1177/107110079902000203.

Статья поступила в редакцию 02.11.2020; одобрена после рецензирования 25.01.2021; принята к публикации 28.03.2022.

The article was submitted 02.11.2020; approved after reviewing 25.01.2021; accepted for publication 28.03.2022.

Информация об авторах:

1. Петр Сергеевич Бардюгов – petrbarდიugov@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5771-0973>; SPIN: 7590-0446;
2. Михаил Викторович Паршиков – доктор медицинских наук, профессор, parshikovmikhail@gmail.com.

Information about the authors:

1. Petr S. Bardyugov – petrbarდიugov@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5771-0973>; SPIN: 7590-0446;
2. Michail V. Parshikov – Doctor of Medical Sciences, Professor, parshikovmikhail@gmail.com.

Вклад авторов:

Бардюгов П.С. – сбор и обработка материалов, анализ полученных данных, написание текста.
Паршиков М.В. – концепция и дизайн исследования, написание текста.

Источник финансирования: отсутствует.

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