

# Альтернативные способы восстановления подвижности посредством инновационного ортопедического устройства у пациентов после ампутации

## Alternative Mobilization by Means of a Novel Orthesis in Patients after Amputation

### Alternative Mobilisation mithilfe einer „Freihandorthese“ bei Patienten nach Amputation

#### Авторы

Udo Barth<sup>1</sup>, Klaus Wasseroth<sup>2</sup>, Zuhir Halloul<sup>1</sup>, Frank Meyer<sup>1</sup>

Удо Барт<sup>1</sup>, Клаус Вассерот<sup>2</sup>, Зухир Халлул<sup>1</sup>, Фрэнк Мейер<sup>1</sup>

#### Сведения об авторах

- 1 Отделение сосудистой хирургии, кафедра общей, висцеральной, сосудистой и трансплантационной хирургии, Клиника Университета Магдебурга, Германия
- 2 Отделение общей, висцеральной и сосудистой хирургии, Клиника «АМЕОС» в г. Шёнебек, Германия

#### Ключевые слова

альтернативное восстановление подвижности, инновационные ортопедические аппараты, диабетическая гангрена, iWALK 2.0<sup>®</sup>

#### Библиография

Идентификатор цифрового объекта  
<https://doi.org/10.1055/a-0871-2612>

Опубликовано онлайн | Z Orthop Unfall © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart Нью-Йорк | ISSN 1864-6697

#### Контактная информация

Проф. Фрэнк Мейер

Отделение сосудистой хирургии, кафедра общей, висцеральной, сосудистой и трансплантационной хирургии, Клиника Университета Магдебурга Магдебург, Германия 39120, Лейпцигер Штрассе 44  
Телефон: + 49/3 91/67-1 56 66, факс: + 49/3 91/67-1 43 18

[frank.meyer@med.ovgu.de](mailto:frank.meyer@med.ovgu.de)

#### Аннотация

**Введение** Восстановление подвижности у пациентов с синдромом диабетической стопы после хирургического лечения путем хирургической обработки раневой полости или частичной ампутации, как правило, затруднено как в повседневной практике, так и в стационарном лечении.

**Цели и методы** Описание показательного случая, демонстрирующего инновационные возможности альтернативного восстановления подвижности посредством нового ортопедического приспособления (iWALK 2.0<sup>®</sup>; IWALKFree<sup>®</sup> Inc., г. Лонг Бич, Калифорния, США) после хирургического лечения диабетической гангрены на примере успешного клинического течения болезни.

**Результаты** 59-летний мужчина был госпитализирован с проявлениями септической гангрены правой стопы на фоне инсулинозависимого сахарного диабета. После госпитализации и первичной диагностики была назначена терапия антибиотиками и предпринята первичная хирургическая реабилитация правой стопы. После стабилизации состояния пациента и сдерживания инфекции была осуществлена малая ампутация по линии Бона-Ягер без первичного ушивания раны, для обработки раны было проведено вакуумное закрытие. Учитывая сопутствующий паралич малоберцового нерва контралатеральной ноги вследствие межпозвоночной грыжи, восстановление подвижности могло быть достигнуто переходом от использования инвалидной коляски к использованию инновационного ортопедического приспособления iWALK 2.0, управляемого без помощи рук, с ходунками и физиотерапевтической поддержкой. Осуществляемое таким образом снижение нагрузки на прооперированную стопу способствовало достаточному восстановлению подвижности в дальнейшем, что обеспечило пациенту позитивный настрой, а также большую независимость.

**Выводы** Успешное применение приспособления iWALK 2.0, управляемого без помощи рук, в указанной клинической обстановке может служить подтверждением того, что данный метод является достойной альтернативой «послеоперационной реабилитации» при хирургическом лечении диабетической гангрены стопы после малой ампутации с консолидированной раной. В конечном итоге, данный метод способствует достижению более удовлетворительного результата при специфичном применении с четким назначением.

## Введение

Восстановление подвижности у пациентов с синдромом диабетической стопы после хирургического лечения путем хирургической обработки раневой полости или частичной ампутации, как правило, затруднено как в повседневной практике, так и в стационарном лечении. Стоит особо отметить перевязанные раны в период после хирургической обработки раневой полости или частичной ампутации, в отдельных случаях производящие большой объем экссудата и требующие от пациента временного снижения нагрузки на ногу до заживления раны. Ранее для подобных целей использовались приспособления, известные как ранозаживляющая терапевтическая обувь, а также терапевтическая обувь для уменьшения нагрузки на носок стопы или пятку, или ортезы. Однако, зачастую пациенты отмечают трудности, с одной стороны, в связи с различием в длине ног, вызванным терапевтической обувью, которое редко компенсируется со стороны здоровой ноги, с другой стороны, в связи с тем, что повязка мокнет и быстро загрязняет обувь. Осложнения в виде полинейропатии и цереброваскулярной недостаточности, вызванные диабетом, также затрудняют ношение и применение назначаемой терапевтической обуви и ортезов.

Данные обстоятельства сами по себе способствовали разработке разгрузочной терапевтической обуви, снижающей пиковое давление на носок и пятку на 70% при полной нагрузке на ногу [1]. Тем не менее, создатели обуви признают, что она не может быть использована в случаях разрушения заднего и переднего ряда предплюсны вследствие диабета. Ортез iWALK 2.0<sup>®</sup>, управляемый без помощи рук, производимый (iWALKFree<sup>®</sup>, Inc.), в Канаде, Онтарио, г. Мансфилд, кажется подходящей заменой в данном случае. Это будет продемонстрировано на подходящем типичном случае в соответствии с исходным отчетом об опыте клинического применения в «послеоперационной реабилитации», следующей за диагностированием диабетической гангрены и ее хирургического лечения путем малой ампутации.

## Метод

Целью описания случая является демонстрация на конкретном примере инновационных возможностей восстановления подвижности с помощью инновационного ортеза (iWALK 2.0<sup>®</sup>) после хирургического лечения диабетической гангрены, основываясь на положительном клиническом исходе и опираясь на существующую в небольшом количестве медицинскую и научную литературу.

## Результаты (общие наблюдения и корреляции с пациентом, описание клинического случая)

59-летний мужчина поступил в клинику со следующей клинической картиной: септическая гангрена правой стопы на фоне инсулинозависимого сахарного диабета.

Клинические проявления включали почти безболезненный, обширный некроз в области медиальной и плантарной сторон правой стопы с обширным перифокальным покраснением и образованием волдырей. Отмечена повышенная температура тела наряду с обезвоживанием и сонливостью.

Следующие проявления были подтверждены при параклиническом обследовании, указывающие на наличие воспалительного процесса:

- Высокое содержание лейкоцитов в крови (12,00 Gpt/л)
- Анемия (6,1 ммоль/л)
- Повышенное содержание С-реактивного белка - 163,2 мг/л (и)
- Гипергликемия (17 ммоль/л)

Клиническая картина также включала:

- Поражение трех венечных сосудов сердца с ограниченной перфузией, обнаруженное на ЭКГ (EF: 30%)
- Митральная регургитация средней степени
- Трехстворчатая регургитация средневысокой степени
- Гипертония
- Гиперлиппротеинемия
- Пернициозная анемия (и)
- Прием орального антикоагулянта Ликсиана<sup>®</sup> (эдоксабан, «Дайити Санкё Дойчланд ГмбХ» (Daiichi Sankyo Deutschland GmbH), г. Мюнхен, Германия).

## История

Атипичное трепетание предсердий с флюктуирующей проводимостью было успешно пролечено 2 года назад с помощью электрической кардиоверсии.

## Лечение

Полученный при выполнении доплерографии бедренной артерии сигнал, не соответствующий норме, создал необходимость провести КТ-ангиографию. Таким образом были исключены отклонения, требующие вмешательства.

После поступления пациента и первичной диагностической оценки, пациенту было назначено лечение в виде сбалансированной инфузионной терапии и приема комбинированной антибиотикотерапии тазобактамом и пиперациллином 4.5 г внутривенно 3 раза в день до появления возможности осуществления первичного хирургического очищения правой стопы на следующий день после того, как действие оральное антикоагулянта прошло (► Рис. 1). Помимо резекции



► Рис. 1 Состояние правой ноги после первичной некрэктомии и купирования инфекции



► Рис. 2 Состояние участка после ампутации по линии Бона-Ягер

большого пальца ноги вместе с головкой первой плюсневой кости, была выполнена обширная некрэктомия в области плантарной фасции на уровне первой плюсневой кости. Микробиологический спектр включал в себя такие микроорганизмы, как *Proteus mirabilis* и *Enterococcus faecalis*, которые поддались лечению пиперациллином и тазобактамом после определения резистентности.

### Результат лечения

В короткие сроки после операции показатели воспаления снизились, повышенные показатели глюкозы в крови пришли в норму, и общее состояние пациента улучшилось. Постепенно пациент восстановился настолько, что начал пить больше жидкости, в связи с чем стало возможным прекращение сбалансированной инфузионной терапии. Обработка раны на стопе заключалась в наложении повязки, пропитанной Полигексанидом®.

После купирования и контролирования инфекции пациент был направлен в клинику пластической хирургии на консультацию по поводу возможности реконструкции. Была рекомендована малая ампутация по линии Бона-Ягер (между клиновидными костями и ладьевидной костью через кубовидную кость), что в дальнейшем было выполнено после всестороннего обсуждения с пациентом (► Рис. 2). Первичное ушивание раны не производилось, для обработки раны было проведено вакуумное закрытие.

Восстановление подвижности пациента осложнялось

наличием у него в течение многих лет паралича малоберцового нерва левой ноги. По словам пациента, паралич возник вследствие межпозвоночной грыжи, в связи с возникновением которой не было назначено соответствующее лечение или физиотерапия. В связи с этим, он не мог стоять ровно на этой ноге, что приводило к супинации стопы. По этой причине, пациент мог передвигаться по палате только в инвалидном кресле.

С iWALK 2.0® производства iWALKFree, Калифорния, США, пациент получил возможность передвигаться и тренироваться в ходьбе с ходунками под наблюдением двух физиотерапевтов (► Рис. 3), в результате чего он смог передвигаться по палате самостоятельно уже через неделю.

Пациент также практиковался в правильном надевании ортеза, чтобы достигнуть большей независимости. Пристегнуть ортез к ноге не всегда получается легко из-за его согнутой формы. Таким образом, восстановление подвижности вплоть до независимой ходьбы стало возможным с условием переноса нагрузки с пораженной ноги. Помимо достижения пациентом максимально возможной независимости, это также вернуло ему позитивный настрой. Впоследствии ортопедическая поддержка левой ноги осуществлялась с применением артродеза (► Рис. 4).



► Рис. 3 Успешное восстановление подвижности с iWALK 2.0® и ходунками



► Рис. 4 Восстановление подвижности пациента с iWALK 2.0® и адаптированным левосторонним артродезом

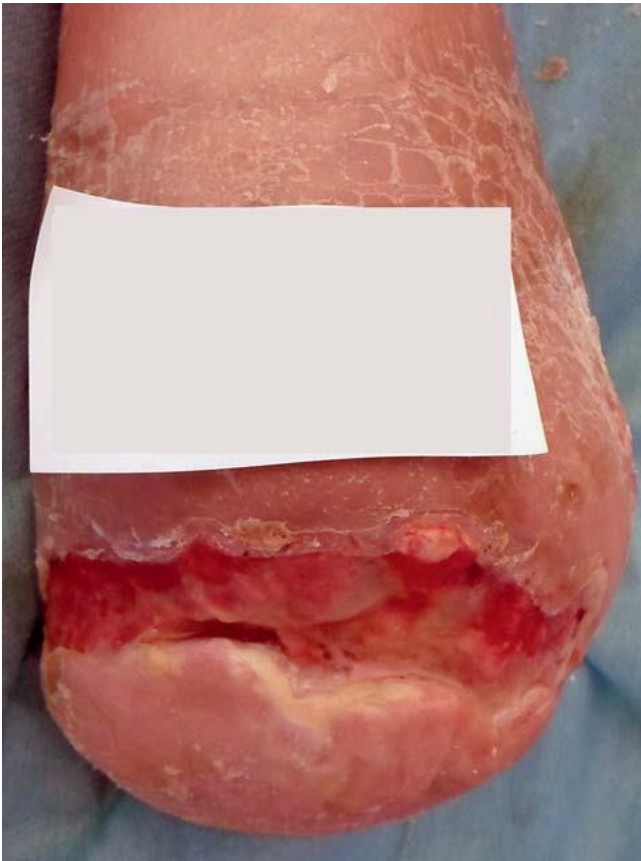
Попытка адаптировать ортез в отдельности к правой ноге не удалась, т.к. рана все еще не закрылась и впоследствии покраснела, что указывало на проявление целлюлита, поэтому адаптация была отложена до полного заживления раны. Местная терапия современными раневыми повязками и периодическая биохирургическая чистка раны личинкотерапией способствовали ускоренному заживлению (► Рис. 5), что позволило выписать пациента на 60 день после поступления с предписанием амбулаторного лечения и последующей реабилитации (► Таблица 1).

## Обсуждение

Последствия потери подвижности у полиморбидных пациентов с синдромом диабетической стопы, как правило, настолько серьезны, что независимое передвижение в домашних условиях возможно только после интенсивной реабилитации или, к сожалению, в отдельных случаях недостижимо совсем. Одной из причин является значительная потеря мышечной массы у пациентов старшего возраста еженедельно в объемах, в три-шесть раз превышающих потерю мышечной массы у более молодых людей без сопутствующих заболеваний, что является следствием окислительного стресса на фоне замедления белкового синтеза и ускорения разрушения белка [2]. Также, в связи с наличием таких отклонений в работе сердечнососудистой системы, как уменьшение систолического объема сердца и максимального потребления кислорода,

► Таблица 1 Сопоставление результатов лечения и терапевтических мер

Хронология	Событие/мера
День госпитализации	Диагностика при поступлении, начало терапии антибиотиками, сбалансированной инфузионной терапии
День 0	Хирургическая некрэктомия, лечение
День 1 - День 13	Чистка для предотвращения инфицирования, обработка раны, консультация пластического хирурга
День 14	Ампутация по линии Бона-Ягер, вакуумное закрытие раны
День 15	Восстановление подвижности с помощью iWalk, ликвидация вакуумного закрытия раны в связи с ухудшением состояния прооперированного участка, обнаружение <i>Proteus mirabilis</i> и <i>Corynebacterium</i> - антибиотикотерапия ципрофлоксацином
День 16 - День 60	Расширенное лечение раны современными перевязочными материалами и периодическая биохирургическая чистка личинками, адаптация левой ноги к артродезу для стабилизации стопы, продолжение восстановления подвижности
День 60	Выписка



▶ Рис. 5 Состояние раны при выписке

могут возникнуть следующие состояния, особенно связанные с функционированием мозга:

- снижение возбудимости коры головного мозга с сокращением затронутых зон поражения
- нарушение баланса между корковыми представителями, соответствующими обездвиженной и активно используемой конечностям (и)
- изменение уровня общего тонуса, мотивации и памяти [2].

В результате уменьшения опорной поверхности стопы у таких пациентов наблюдается увеличение нагрузки на оставшиеся участки стопы [3]. Вследствие этого, в ранний послеоперационный период важно предотвращать развитие эквиноварусной деформации ампутированной стопы. Уменьшение устойчивости при нагрузке также является ожидаемым результатом сенсорной полинейропатии, уменьшении момента силы сгибателей стопы, а также момента силы лодыжки [4].

Потеря подвижности с нарушением походки вследствие частичной ампутации стопы вряд ли можно считать неожиданностью.

Терапевтическая обувь для разгрузки отдела стопы рекомендуется к применению в случаях, когда рана расположена не на подошве, а терапевтическая обувь с плоской длинной подошвой – в случаях, когда рана расположена в переднем отделе стопы и имеется тенденция к хорошему заживлению, с дополнительным использованием костылей, которые помогут предотвратить падение из-за повышенного риска потери равновесия. В случаях, когда рана с неудовлетворительным прогнозом заживления расположена на подошве стопы, необходимо

применение стандартной диабетической обуви со специальной стелькой для снижения нагрузки на язвы либо, если ступни деформированы, требуется индивидуально изготовленная терапевтическая обувь для снижения нагрузки или индивидуально изготовленная диабетическая обувь [3].

Рекомендованная обувь и ортезы обладают доказанной эффективностью при долгосрочном применении. Даже после заживления раны и формирования культи можно выбрать приспособления из широкого ассортимента специальной ортопедической обуви, ортезов и протезов. Функции ортопедической обуви должны соответствовать следующим требованиям: защищать сохранившуюся часть ноги от изъязвления, поддерживать положение ноги внутри обуви и защищать от срезывающего усилия. Также необходимо прилагать усилия для восстановления нормальной походки и адаптировать неполный протез стопы, ортезы стопы и ортезы стопы до шиколовки. Пациентам с диабетом необходимо использовать неполные протезы стопы в целях защиты от повреждений сохранившейся части стопы, к чему в качестве сопутствующей цели прилагается восстановление нормального функционирования и походки [5].

Тем не менее, поиск краткосрочного решения в условиях стационара с учетом необходимости быстрого восстановления подвижности привел к использованию iWalk 2.0® в нашем учреждении.

Рассматриваемый ортез был приобретен у местного поставщика, но также может быть заказан через Интернет непосредственно на сайте немецкого дистрибьютора. Доставка была осуществлена в достаточно короткий промежуток времени, протез был хорошо упакован. Устройством невозможно получить обычным путем по страховке в силу отсутствия кода ортопедического устройства, и пациенту приходится уточнять у своего медицинского страховщика, покрывается ли стоимость устройства.

Детали устройства легко извлекаются из упаковки и их легко собрать, следуя инструкции на английском языке. В начальный период использования, пациенту затруднительно производить регулирование устройства самостоятельно из положения сидя на краю кровати из-за его согнутой формы, поэтому пациенту требуется помощь физиотерапевта. Наш пациент быстро освоил принцип движения вперед, поэтому он смог проходить все большую дистанцию каждый день. В данном рассматриваемом случае пациенту требовалась поддержка в виде ходунков и помощи физиотерапевта. При использовании ортеза требовалось прилагать определенные усилия мускулатурой рук и ног, поэтому, соответственно, использование ортеза ограничено для пациентов с достаточной мышечной силой и остаточной координацией. В принципе, как мы выяснили на практике, достаточные гибкость ума и мотивация при обращении с ортезом и обучении ходьбе с ним оказались важными условиями, как и достаточный уровень (остаточной) координации в пространстве. Поддерживающий механизм в области колена не доставлял пациенту никаких проблем, т.к. подкладка выполнена качественно и удобно. В целом, ортез iWALK был оценен пациентом как высококачественный и удобный, и был полностью принят пациентом, что также способствовало поддержанию его мотивации к восстановлению подвижности. Фиксирующие ремешки оснащены достаточно мягкой подкладкой и легко затягиваются. Легкие следы оставались только на отечной лодыжке

пациента, и они не приводили ни к каким осложнениям. В целом, ортез настолько качественно выполнен и оснащен такой подкладкой, что позволяет избежать возникновения точек пережатия. Т.к. у пациента не было каких-либо значительных окклюзионных заболеваний периферических артерий, нам не удалось оценить влияние на кровообращение, и данный вопрос подлежит дальнейшему рассмотрению и более обширному изучению.

Данные о рассматриваемом ортезе остаются относительно скудными. В рандомизированном исследовании Рамбани и соавторов рассмотрены 40 пациентов, пользующихся костылями, управляемыми без помощи рук и 40 пациентов, пользующихся подмышечными костылями стандартной конструкции, в зависимости от оценки функционирования опорно-двигательного аппарата и ответов на анкету SF-36. Средний срок пребывания в стационаре был значительно короче у пациентов, пользующихся костылями, управляемыми без помощи рук (2,3 дня) в сравнении с 6,7 днями для пациентов со стандартными костылями. Результаты оценки функционирования опорно-двигательного аппарата у таких пациентов также были значительно лучше ( $p < 0,05$ ). В данном случае успехи и отношение пациентов были тоже оценены как хорошие.

Проблемы, связанные с болью в коленях и спине, отмечались у 5 пациентов [6]. Успешное применение нового ортеза iWalk 2.0, управляемого без помощи рук, в описанных клинических условиях, таким образом, представляется достойной альтернативой в послеоперационной реабилитации, рекомендуемой после диагностирования диабетической гангрены и ее лечения хирургически путем малой ампутации с закрывшейся раной, и может применяться в подобных целях. Соответствующие показания к применению необходимо четко определить посредством более обширных исследований клинического применения, как в рядовой клинической/хирургической практике, так и вне практики (травматология, ортопедия, общее послеоперационное /интервенционное восстановление подвижности в прочих хирургических и интервенционных дисциплинах и сферах) проведением стандартного постмаркетингового надзорного исследования с выявлением и оценкой преимуществ и недостатков.

Также представляется необходимой объективная оценка критериев качества ортеза, например, измерение влияния ортеза на кровообращение в сохранившейся части ноги посредством инфракрасной термографии или измерение несущей способности ортеза с помощью систем измерения давления стопы «Медилоджик®» (Medilogic®) во время физиотерапевтических упражнений в последующих клинических исследованиях.

Помимо того, что приобретенный в настоящее время опыт является совокупностью ограниченных обстоятельств рассмотрения индивидуального случая и использования нового устройства, недавно выпущенного в клиническое применение, положительный исход лечения и уровень принятия пациентом внушают оптимизм в отношении применения при других диагнозах и обстоятельствах. Вышеупомянутая нестабильность в переднем сегменте стопы у пациента с диабетом после ампутации на ранней стадии восстановления подвижности может стать прецедентом в использовании костылей под колено, в свете хорошей устойчивости,

отмеченной при первом применении.

## Выводы

Раннее восстановление подвижности у пациентов с синдромом диабетической стопы, которым необходимо постоянно снижать нагрузку на пораженную ногу в связи с местными состояниями до/после малой ампутации или чистки раны, требуется для сокращения периода реабилитации и достижения независимости как можно быстрее. Терапевтическая обувь, снижающая нагрузку на передний сегмент стопы, и ортезы, использовавшиеся прежде, имеют и достоинства, и недостатки в использовании, поэтому применение костылей под колено, подобных iWALK, может стать альтернативой для определенных групп пациентов, которые все еще предстоит выделить. Последующие контролируемые исследования данного вопроса должны внести ясность касательно преимуществ использования ортезов. Предпочтительна возможность получать ортезы по предписанию наряду с другими ортопедическими средствами, стоимость которых покрывается страховкой.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют, что конфликт интересов отсутствует.

## Использованная литература

- [1] Bause P, Schmiegel H, Suren EG. Der Heilbronner Abrollschuh - Eine neuartige Vorfußentlastungsothese nach biomechanischen Grundlagen. *Orthopädie* 2001; 30: 251-255
- [2] Starrost K, Lotze M. Folgen von Bettruhe und Immobilisation. *Neuroreha* 2015; 7: 105-108
- [3] Stumpf J. Schuhversorgung des diabetischen Fußes - State of the art. *Diabetologe* 2006; 2: 39-45
- [4] Philbin TM, Leyes M, Sferra JJ et al. Orthotic and prosthetic devices in partial foot amputations. *Foot Ankle Clin* 2001; 6: 215-228
- [5] Janisse DJ, Janisse EJ. Shoes, orthoses, and prostheses for partial foot amputation and diabetic foot infection. *Foot Ankle Clin* 2010; 15: 509-523
- [6] Rambani R, Shahid MS, Goyal S. The use of a hands-free crutch in patients with musculoskeletal injuries: randomized control trial. *Int J Rehabil Res* 2007; 30: 357-359