

Обзор клинических исследований

Щиколотка-стопа, издание 2 (2011-2014)

Введение

Во втором издании обзора клинических исследований систем щиколотка-стопа endolite в обобщённом виде представлены независимые научные исследования, касающиеся гидравлической продукции «щиколотка-стопа» endolite. Издание рассчитано на пациентов, клиницистов и поставщиков медицинских услуг и в качестве единого источника предоставляет полный обзор опубликованных на сегодняшний день научных оценок продукции. Обновлённое издание включает 4 новые статьи, опубликованные за последние 2 года в рецензируемых изданиях. Бренд endolite не спонсировал и не финансировал исследования, представленные в этом издании, и не играл никакой роли в анализе и составлении отчётов о результатах исследований. Аннотации и отчёты о результатах исследований, включённые в это издание, были составлены с целью предоставления краткого обзора каждого исследования. Более подробно с отчётами и анализом результатов исследований читатель может ознакомиться в оригинальных авторских публикациях.

Основной принцип биомиметической конструкции щиколотка-стопа

В основе технологии и инновации endolite лежит принцип биомиметических конструкций, для которого главным источником вдохновения является конструкция, созданная природой. Коммерциализация брендом endolite первых гидравлических систем щиколотка-стопа, echelon™, echelonVT™ и élan™ является примером продукции, созданной на основе этого принципа. Ключевой технологией этих признанных инноваций является относительно новый подход – вязкоупругое управление голеностопным суставом. Оно обеспечивается серией последовательно расположенных пружинных амортизаторов, управляющих движениями плантар- и дорсифлексии в системе щиколотка-стопа. По сравнению с преимущественно упругими механизмами щиколотка-стопа, уникальными свойствами данной технологии является более точное подражание динамике и адаптивным качествам мышечной работы, следовательно – естественным движениям в суставах. Ключевыми элементами ряда изделий являются единый общий гидравлический амортизатор и расположение пружин. Это обеспечивает совместимость и широкую интерпретацию результатов исследований, которые можно распространить на несколько гидравлических щиколоток endolite в зависимости от условий тестирования в конкретном исследовании. На этом основании в конце обзора каждого исследования указаны родственные изделия, которые могут рассматриваться как соответствующие результатам исследования с учётом его дизайна и в тех случаях, когда существует общность параметров дизайна.

Научное исследование и валидация

Патологические особенности двигательной активности лиц с ампутациями хорошо изучены, главной из них в контексте предоставления долгосрочной медицинской помощи является асимметричная нагрузка на конечности, представляющая собой фактор риска хронического поражения суставов. Ещё одним критическим аспектом является контроль и управление нагрузкой на ткани культи. Решение обеих этих задач может рассматриваться как медицинская необходимость. Кроме того, параметр комфорта практически повсеместно принято считать важнейшим фактором определения уровня удовлетворённости лиц с ампутациями используемыми протезами. Необходимо подчеркнуть важность конструкции щиколотка-стопа как одного из ключевых факторов в решении этих проблем, поскольку силы, возникающие на границы стопы и поверхности, в конечном счёте воздействуют на поверхность гильзы, передаваясь через механизм протеза. По этой причине ключевой задачей нашей биомиметической технологии гидравлической щиколотки-стопы является обеспечение возможности протезу работать более естественно и эффективно, распределяя при этом нагрузку на культю более щадящим образом. Четырнадцать независимых исследований перечислены в оглавлении ниже, после которого приведён обзор дизайна каждого исследования и его клиническая интерпретация. Заслуживает внимания и список релевантных клинических исходов, приведённый ниже. В сравнении с негидравлическими тестируемыми стопами, гидравлические системы щиколотка-стопа endolite показали следующие свойства:

- Обеспечение более равномерной нагрузки на конечности, большее вовлечение стороны протеза
- Повышение уровня комфорта, снижение нагрузки на поверхность гильзы
- Улучшение равновесия и устойчивости при стоянии на различных поверхностях
- Уменьшение индуцированных мышцами усилий при ходьбе по различным наклонным поверхностям
- Повышение уровня безопасности и снижение риска спотыканий и падений за счёт увеличения клиренса мыска стопы
- Обеспечение более высокой мобильности пациента
- Улучшение биомеханической эффективности походки, прогрессии движений, и быстрого достижения нормальной походки
- Улучшение энергетических характеристик мышц голени (снижение энергозатрат на ~17%)
- Снижение уровня мышечной компенсации на интактной стороне
- Более высокий уровень удовлетворённости пациентов использованием протеза

Оглавление

Обзор исследований.....	6
Исследование 1	8
Клиренс мыска стопы при ходьбе у лиц с односторонней транстибиальной ампутацией: эффект использования пассивной гидравлической щиколотки	
Исследование 2	10
Влияние использования гидравлического устройства щиколотка-стопа «echelon» на биомеханические параметры при ходьбе по ровной поверхности у лиц с односторонней транстибиальной и трансфemorальной ампутацией	
Исследование 3	11
Нагрузка на сустав при дифференцированной ходьбе с использованием различных протезов – Разбор случая	
Исследование 4	13
Изменение кинетических характеристик сустава в связи со скоростью ходьбы у лиц с транстибиальной ампутацией: влияние гидравлической амортизации «щиколотки»	
Исследование 5	15
Кинематические, кинетические характеристики и внутреннее механическое напряжение при ходьбе по ровной поверхности и по лестнице с использованием гидравлической стопы у лиц с транстибиальной ампутацией	

Исследование 6	16
Einfluss der Eigenschaften eines Prothesenfusses auf das Gangbild von Unterschenkel-Amputierten – Влияние характеристик протеза стопы на походку у лиц с транстибиальной ампутацией	
Исследование 7	18
Оценка пациентами стопы echelon при помощи Сиэтловского опросника для оценки протезов	
Исследование 8	19
Затухание колебаний траектории центра давления с т о п ы на опорную поверхность при использовании шарнирного гидравлического крепления щиколотки по сравнению с жёстким креплением	
Исследование 9	20
Динамическая пациент-ориентированная оценка внутреннего напряжения в культе при ходьбе вне помещения: гидравлический протез стопы с накоплением энергии по сравнению с обычным протезом стопы с накоплением энергии	
Исследование 10.....	22
Кинетические характеристики щиколотки протезированной конечности, накопление и возврат энергии при использовании устройства с гидравлической щиколоткой у лиц с односторонней транстибиальной ампутацией	
Исследование 11.....	24
Биомеханическая оценка гидравлического протеза стопы при использовании вне помещения	
Исследование 12.....	25
Оценка гидравлического протеза стопы при стоянии на поверхностях с уклонами	
Исследование 13.....	26
Влияние гидравлической щиколотки на функцию ходьбы и симметрию у лиц с односторонней ампутацией голени	
Исследование 14.....	27
Характеристики переката и кинетические характеристики голеностопного сустава при использовании низкопрофильной стопы с динамической отдачей и фиксированной щиколоткой по сравнению с гидравлической щиколоткой у лиц с транстибиальной ампутацией	

Обзор исследований

	Johnson	De Asha	Alexander	De Asha	Kristal	Erler	Sedki	De Asha	Portnoy	De Asha	Siev-Ner	Kristal	De Asha	Brown
Наименование исследования и измерения	2014	2014	2014	2013	2012	2012	2013	2012	2012	2012	2011	2011	2011	2011
Кинематические характеристики	•	•	•		•	•		•		•		•	•	•
Кинетические характеристики		•	•	•	•	•		•		•		•	•	•
Давление в гильзе					•				•		•			
Пространственно-временные параметры	•	•	•			•		•						
ЭМГ						•								
Психометрическая оценка						•	•							
Клиническая интерпретация														
Безопасность, улучшение равновесия ¹												•		
Безопасность, снижение риска падения ²	•				•							•		
Удовлетворённость пациентов ³						•	•	•	•		•		•	
Продвижение/эффективность ходьбы ⁴		•	•	•	•	•	•	•		•			•	•
Качество ходьбы ⁵			•	•	•		•	•		•		•	•	•
Симметрия ходьбы ⁶				•		•						•	•	
Снижение давления приемной гильзы ⁷					•				•		•			

Основные примечания:

- ¹ Исследования, результаты которых отражают увеличение уровня безопасности и снижение риска падения в связи с улучшением равновесия.
- ² Результаты, отражающие улучшение параметра безопасности и снижение риска спотыкания за счёт улучшения клиренса мыска стопы в фазе переноса конечности.
- ³ Клинический исход, демонстрирующий повышение удовлетворённости пациента использованием и работой протеза.

- ⁴ Исследования, результаты которых демонстрируют биомеханическое улучшение эффективности переноса массы тела.
- ⁵ Результаты, демонстрирующие снижение патологической компенсации при ходьбе, например, результаты, приближающиеся к нормальным характеристикам ходьбы здорового человека.
- ⁶ Результаты, свидетельствующие о меньшей асимметрии нагрузки на конечности, например, потенциально снижающие риск развития дегенеративных изменений в сочленении.
- ⁷ Результаты, имеющие сильную связь с уровнем комфорта, например, снижение энергозатрат пациента при использовании протеза, снижение потенциала к повреждению тканей культи.

Клиренс мыска стопы при ходьбе у лиц с односторонней транстибиальной ампутацией: эффект использования пассивной гидравлической щиколотки

Авторы: L. Johnson^{1,2}, A.R. De Asha¹, R. Munjal³, J. Kulkani⁴, J. G. Buckley¹

¹ School of Engineering, Design and Technology, University of Bradford, UK.

² School of Health Studies, University of Bradford, UK

³ Mobility & Specialised Rehabilitation Centre, Northern General Hospital, Sheffield, UK

⁴ Disablement Services Centre, University Hospital of South Manchester, UK

Опубликовано в: Journal of rehabilitation research and development (JRRD) 2014; 51 (3), 429-438

Аннотация

Исследован механизм минимального клиренса мыска стопы (КМС) в фазе переноса конечности при ходьбе у лиц с транстибиальной ампутацией. Проведено сравнение эффектов при использовании 2 различных механизмов стопы, фиксированной щиколотки по сравнению с гидравлической.

Метод

Основные элементы: Транстибиальные протезы, оснащённые серией стоп с динамической отдачей и фиксированными щиколотками, в качестве обычной стопы (habF). Стопы с заменой щиколотки на гидравлическую (hyA-F, echelon)

Измерения: Кинематические характеристики, система 3D-анализатора движения при ходьбе (Vicon)

Участники: 21 активный пациент с односторонней транстибиальной (ТТ) ампутацией (18 мужского, 3 женского пола, средний возраст $48,2 \pm 12,8$ лет, рост $1,78 \pm 0,07$ м, вес $87,4 \pm 13,2$ кг)

Протокол сбора данных: Вмешательство протезирования и замена habF на hyA-F после периода акклиматизации, сбор данных в 2 отдельных блоках, 10 испытаний с ходьбой на скорости, воспринимается как комфортная для обеих стоп.

Анализ: 3D-кинематическое моделирование, минимальный клиренс мыска стопы (КМС), дисперсионный анализ повторных измерений с процедурой множественных сравнений

Результаты

На средний КМС значимо влиял тип стопы ($p = 0,03$) и конечность ($p = 0,04$). КМС повышался для обеих конечностей при использовании hyA-F по сравнению с habF (2,17 против 1,90 см), а также был выше на интактной стороне по сравнению с протезированной конечностью (2,20 против 1,91 см). На средний угол стопы при КМС значимо влиял тип стопы ($p = 0,01$). Средний КМС для протеза был наибольшим при использовании hyA-F по сравнению с habF (2,07 против 1,76 см). Угол стопы снижался (указывая на немного меньший нижний угол мыска стопы) на стороне протеза по сравнению с интактной стороной ($-17,7^\circ$ против $-20,8^\circ$). Снижение угла стопы было значимым только на стороне протеза ($4,8^\circ$). Средняя скорость ходьбы была значимо выше при использовании hyA-F по сравнению с habF ($p < 0,001$). Независимо от типа стопы не наблюдалось значимой корреляции между скоростью ходьбы и КМС.

Вывод

Авторы пришли к выводу, что КМС повышается при использовании гидравлической щиколотки и что это может снизить фактор риска падения. Кроме того, несмотря на наблюдаемое увеличение вариабельности КМС на стороне протеза, оно не приводило к дополнительному увеличению риска спотыкания. Более высокий КМС частично обеспечивается положением дорсифлексии в щиколотке в фазе переноса конечности.

Родственные изделия: echelon, élan, echelonVT

Влияние использования гидравлического устройства щиколотка-стопа «echelon» на биомеханические параметры при ходьбе по ровной поверхности у лиц с односторонней транстибиальной и трансфemorальной ампутацией

Авторы: A.R. De Asha¹, R. Munjal², J. Kulkani⁴, J.G. Buckley¹

¹ School of Engineering, Design and Technology, University of Bradford, UK.

² Mobility & Specialised Rehabilitation Centre, Northern General Hospital, Sheffield, UK

³ Disablement Services Centre, University Hospital of South Manchester, UK

Опубликовано в: Clinical Biomechanics 2014; 29, 728-734

Аннотация

В этой статье исследуются динамические характеристики передней ротации стержня и продвижения центра массы (ЦМ) тела при ходьбе у лиц с транстибиальной и трансфemorальной ампутацией. Определено влияние механизма щиколотка-стопа на характеристики продвижения при ходьбе.

Метод

Основные элементы: Транстибиальные и трансфemorальные протезы, оснащённые серией стоп с динамическим ответом и фиксированными щиколотками, в качестве обычной стопы (habF) по сравнению с гидравлической щиколоткой (hyA-F, echelon)

Измерения: Кинематические характеристики, система 3D-анализатор движения при ходьбе (Vicon), стабилметрические платформы AMTI.

Участники: 19 лиц с ампутацией голени (8 с трансфemorальной (средний возраст 42 года, вес 86,3 кг), 11 с транстибиальной (средний возраст 47 года, вес 84,5 кг), уровень активности К3

Протокол сбора данных: Протезирование и замена habF на hyA-F после периода акклиматизации, сбор данных в 2 отдельных блоках, ходьба по горизонтальной поверхности на произвольной скорости.

Анализ: Пространственно-временные параметры, траектория ЦМ, смешанная модель дисперсионного анализа повторных измерений.

Результаты

При использовании гидравлической щиколотки (hyA-F) у обеих групп участников наблюдалось более равномерное и быстрое продвижение центра давления под задней частью протеза стопы ($p < 0,001$) и снижение редукции скорости центра масс в фазу опоры на протез ($p < 0,001$). Произвольная скорость ходьбы была выше в обеих группах при использовании hyA-F ($p < 0,005$). В обеих группах характеристики стопы не влияли на продолжительность фаз опоры и переноса конечности, а также на ритмичность ходьбы. Длина шага увеличивалась с обеих сторон при использовании гидравлического устройства. Разница величины эффекта в зависимости от типа стопы в группах участников была сопоставима.

Вывод

Авторы пришли к выводу, что использование гидравлического устройства щиколотка-стопа снижает «тормозящий» эффект стопы (сопротивление продвижению вперёд) в обеих группах лиц с ампутациями. Данные свидетельствуют, что ослабление эффекта торможения в ранней фазе опоры может быть более важным для функционирования протеза стопы, чем способность возвращать энергию в поздней фазе опоры.

Родственные изделия: echelon, élan, echelonVT

Нагрузка на сустав при дифференцированной ходьбе с использованием различных протезов – Разбор случая

Авторы: N. Alexander¹, G. Strutzenberger¹, J. Kröll¹, J. Christian¹, T. Wunsch¹, H. Schwameder¹

¹. Department of Sport Science and Kinesiology, University of Salzburg Hallein, Austria

Опубликовано в: 1st Clinical Movement Analysis World Conference, 23rd Annual Meeting of the European Society for Movement Analysis in Adults and Children (ESMAC), Rome 2014

Аннотация

Цель данного исследования по анализу походки – изучить эффект использования систем регулируемой гидравлической щиколотки по сравнению с конструкцией фиксированной щиколотки при ходьбе с рядом дифференцированных уклонов, диапазон от -12 до + 12 градусов.

Метод

Основные элементы: Стопа с динамическим ответом (esprit, “ES”) и стопы с гидравлической щиколоткой (echelon “EC” и élan “EL”)

Измерения: Кинематические и кинетические характеристики, 3D-анализатор движения 12 камерами (Vicon) и сила реакции опоры, измеренная 2 стабилметрическими платформами (AMTI), встроенными в гидравлически регулируемую дорожку с уклоном

Участники: 1 лицо с односторонней трансфemorальной ампутацией. Коленный механизм, управляемый микропроцессором (Orion).

Протокол сбора данных: Рандомизированное перекрёстное тестирование каждой стопы. При 5 различных дифференцированных уклонах -12°, -4°, 0°, 4° и 12°, для анализа использовались 5 чистых испытаний с нормализацией и сокращением объёма данных.

Анализ: Пространственно-временные параметры походки, сила реакции опоры и кинематические характеристики голени, кинетические характеристики

Результаты

Авторы сообщают, что параметры походки (например, временные пространственные характеристики) изменялись в зависимости от степени уклона, но на них не влияло изменение конструкции голеностопного сустава. В большинстве случаев момент, действующий в суставе, был наименьшим при использовании EL (élan), а ES (esprit) обеспечивал наибольший момент в суставе при всех условиях проведения теста. Со стороны интактной конечности момент коленного сустава на 6-78% больше при использовании ES (esprit) по сравнению с élan. Разгибательный момент интактного тазобедренного сустава были наименьшими при всех условиях в случае использования EL (élan). Со стороны культы объём разгибательного момента в тазобедренном суставе был в 10 раз больше при использовании ES (esprit), чем при использовании EL (élan). Сгибательный момент в тазобедренном суставе на стороне культы при использовании ES (esprit) был на 40% больше, чем при использовании EL (élan).

Вывод

В результате исследования был сделан вывод, что самые большие изменения момента, действующего в суставе, наблюдались при изучении эффектов работы системы щиколотка-стопа при ходьбе с дифференцированным уклоном. Момент, действующий в суставе, может быть в 10 раз больше при использовании механизма с фиксацией голеностопного сустава. Авторы пришли к выводу, что уменьшение момента, действующего в сочленении, при использовании подвижных голеностопных суставов может давать преимущества при использовании лицами с трансфemorальной ампутацией при ходьбе по поверхности с дифференцированным уклоном.

Родственные изделия: echelon, élan, echelonVT

Изменение кинетических характеристик сустава в связи со скоростью ходьбы у лиц с транстибиальной ампутацией: влияние гидравлической амортизации «щиколотки»

Авторы: A.R. De Asha¹, R. Munjal², J. Kulkani⁴, J.G. Buckley¹

¹. School of Engineering, Design and Technology, University of Bradford, UK.

² Mobility & Specialised Rehabilitation Centre, Northern General Hospital, Sheffield, UK

³ Disablement Services Centre, University Hospital of South Manchester, UK

Опубликовано в: Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation (JNER) 2013; 10:107

Аннотация

Данное исследование имело целью определить, уменьшает ли транстибиальный протез, включающий стопу с динамической отдачей, прикреплённую с помощью шарнирного гидравлического устройства (hyA-F), адаптацию кинетических параметров сустава к скорости по сравнению со стопой, присоединённой жёстким бесшарнирным креплением (rigF).

Метод

Основные элементы: Транстибиальные протезы, оснащённые серией стоп с динамическим ответом и фиксированной щиколоткой в качестве обычной стопы (habF) по сравнению с гидравлической щиколоткой (hyA-F, echelon)

Измерения: Кинематические характеристики, система 3D-анализатор движения при ходьбе (Vicon), стабилметрические платформы AMTI.

Участники: Восемь лиц мужского пола с односторонней транстибиальной ампутацией (K3), средний возраст 44,8, вес 83,3 кг, рост 1,77 м

Протокол сбора данных: Вмешательство протезирования и замена habF на hyA-F после периода акклиматизации, сбор данных в 2 отдельных блоках, ходьба по горизонтальной поверхности на 3 произвольных скоростях: обычной, комфортной «медленной» и комфортной «быстрой».

Анализ: Статистический анализ, дисперсионный анализ повторных измерений, тип крепления и скорость в качестве повторных измерений, процедура множественных сравнений

Результаты

Изменения влияния подвижности щиколотки интактной конечности в зависимости от скорости или характеристик крепления не наблюдалось. По мере увеличения уровня скорости наблюдалось увеличение объёма работы в тазобедренном и коленном суставе обеих конечностей, при этом увеличение на стороне протеза было большим при использовании hyA-F. Однако, поскольку все уровни скорости ходьбы при использовании hyA-F были выше, работа интактной конечности, лодыжки и суммарная работа сустава на пройденный метр были значимо ниже (0,77 против 0,92 Дж/кгм/с, что представляет собой снижение на ~17%); в частности, на обычном уровне скорости ($p=0,047$). Эти явления наблюдались несмотря на то, что hyA-F рассеивает больше энергии в фазу опоры. В целом не было обнаружено значимого увеличения общей работы суставов на стороне культы. При этом работа, проделанная за пройденный метр, увеличивалась в коленном суставе на стороне культы при использовании hyA-F, что свидетельствует о большем вовлечении протезированной конечности в распределение нагрузки.

Вывод

Данные свидетельствуют о том, что транстибиальный протез, оборудованный стопой с динамической отдачей, уменьшал зависимые от скорости изменения компенсаторных кинетических характеристик суставов на стороне интактной конечности в случае крепления стопы при помощи шарнирного гидравлического устройства по сравнению с жёстким креплением. Наблюдалось уменьшение (~17%) энергетических параметров мышц, что свидетельствует о снижении физических потребностей при ходьбе в случае использования гидравлической щиколотки. Авторы пришли к выводу, что, принимая во внимание полученные данные об адаптации кинетических характеристик сустава, рекуперация энергии как таковая не обязательно должна являться ключевым параметром в конструкции протеза стопы.

Родственные изделия: echelon, élan, echelonVT

Кинематические, кинетические характеристики и внутренне механическое напряжение при ходьбе по ровной поверхности и по лестнице с использованием гидравлической стопы у лиц с транстибиальной ампутацией

Авторы: A. Kristal¹, S. Portnoy², A. Gefen², U. Givon, Z. Yizhar, Z. Dvir, H. Sharon⁴, I. Siev-Ner¹

¹ Department of Orthopaedic Rehabilitation, Chaim Sheba Medical Centre, Israel

² Disablement of Biomedical Engineering, Tel Aviv University, Ramat Aviv, Israel

⁴ Physical Therapy Department, Chaim Sheba Medical Centre, Israel

Опубликовано в: Orthopädie + Reha-Technik 2012

Аннотация

Целью исследования было изучение эффективности, безопасности и комфорта гидравлической системы щиколотка-стопа у лиц с односторонней транстибиальной ампутацией при ходьбе по горизонтальной поверхности и по ступенькам.

Метод

Основные элементы: Гидравлическая система стопа-щиколотка (echelon), обычная для пользователя негидравлическая стопа и щиколотка

Измерения: Кинематические и кинетические характеристики, оптоэлектронный анализатор движения

(CODA-3D), 4 стабилметрические платформы. Система измерения давления внутри гильзы

Участники: 10 активных лиц с односторонней транстибиальной (ТТ) ампутацией (возраст 43 ± 12 лет, вес 78 ± 11 кг.)

Протокол сбора данных: 2 сессии тестирования, (i) с использованием обычной стопы, (ii) с гидравлической стопой, ходьба на комфортной произвольной скорости, подъём и спуск на 4 ступени.

Анализ: Кинематический анализ тазобедренного, коленного и голеностопного суставов в сагиттальной плоскости, кинетические моменты и мощность в суставах

Результаты

При использовании гидравлической щиколотки стопа во время фазы переноса конечности находилась в позиции дорсифлексии по сравнению с использованием обычной стопы. Кроме того, был зафиксирован меньший объём сгибания в тазобедренном суставе в фазе первичного контакта и переноса конечности. Было выявлено увеличение момента дорсифлексии и мощности в щиколотке при использовании гидравлической стопы. Пиковый уровень внутреннего напряжения в дистальной части культы также был снижен ($p < 0,01$).

Выводы

Авторы пришли к выводу, что использование гидравлической стопы приводит к меньшему уровню компенсации в тазобедренном и коленном суставах, что обеспечивает более плавный характер задне-переднего разгона. Предполагается, что снижение уровня напряжения в культе снижает риск внутренней травмы её мягких тканей.

Родственные изделия: élan, echelon, echelonVT

Einfluss der Eigenschaften eines Prothesenfusses auf das Gangbild von Unterschenkel- Amputierten – Влияние характеристик протеза стопы на походку у лиц с транстибиальной ампутацией

Авторы: M. Erler¹, F. Layer, K. Sander, K. Erler, H. Ziegenthaler

¹ Technische Hochschule Mittelhessen

Опубликовано в: Medizinische-Orthopädische Technik 2012; 1, 57-59

Аннотация

Влияние различных конструкций протеза стопы на походку у лиц с транстибиальной ампутацией оценивалось при помощи кинематических, кинетических и ЭМГ параметров. В дальнейшем проводились тесты на равновесие и пациент-ориентированная оценка. Оценка показала объективные и субъективные преимущества тестируемой гидравлической системы щиколотка-стопа по сравнению с системой щиколотка-стопа, которую обычно использовали пациенты.

Метод

Основные элементы: Стопа пациента и тестируемая стопа (echelon, endolite)

Измерения: Система анализа походки (Vicon 460), биполярная поверхностная ЭМГ (биовизор), тесты равновесия (статическое и динамическое равновесие) и пациент-ориентированная оценка

Участники: 13 лиц с транстибиальной ампутацией, 48,7±11,8 лет, 2 женского пола и 11 мужского пола, уровень подвижности K2-K4 и отсутствие сопутствующих заболеваний, влияющих на походку

Протокол сбора данных: Все исследования проводились с собственной стопой участника и с тестируемой стопой (echelon, endolite). Кинетические и кинематические параметры, а также мышечная активность регистрировались во время ходьбы по горизонтальной поверхности с произвольной скоростью. Проводились тесты для оценки статического и динамического равновесия. Оценка при помощи опросника.

Анализ: Анализ проводился после уменьшения объёма релевантных для данного исследования параметров при помощи PASW 18.

Результаты

Тестируемая стопа показала сокращение продолжительности фазы опоры, увеличение длины шага на стороне ампутации и снижение объёма движения в коленном суставе. Момент плантарфлексии увеличился, момент дорсифлексии и адсорбированная/произведённая энергия в тазобедренном суставе уменьшились. Частота снизилась, а время переноса ноги увеличилось.

Данные ЭМГ тестируемой стопы были ближе к физиологическим характеристикам внутримышечной координации. Лучшие результаты были получены в тесте равновесия с использованием тестируемой стопы. Пациент-ориентированная оценка показала, что тестируемая стопа воспринималась как более безопасная, удобная и требующая меньших усилий при разных условиях ходьбы во время повседневной активности.

Выводы

По всей видимости, тестируемая стопа оказывает положительное влияние на энергетический баланс, частоту и продолжительность цикла. В тазобедренном суставе было достигнуто снижение энергозатрат на шаг до 23.7%. Субъективная оценка также показала, что стопа, по всей видимости, даёт преимущества при использовании в повседневной активности (ADL) и снижает утомление при ходьбе. При использовании тестируемой стопы внутримышечная активность приблизилась к параметрам здоровых людей. По мнению авторов, это может уменьшить нагрузку на контралатеральную конечность и позвоночник и повысить качество жизни.

Родственные изделия: élan, echelon, echelonVT

Оценка пациентами стопы echelon при помощи Сиэтловского опросника для оценки протезов

Авторы: I. Sedki¹, R. Moore

¹ Luton and Dunstable Hospital NHS Foundation Trust, Luton UK

Опубликовано в: Prosthetics and Orthotics International 2013; 37(3), 250-254

Аннотация

В данном разборе случая исследовался клинический эффект и уровень удовлетворённости пользователей при использовании гидравлической системы щиколотка-стопы по сравнению с негидравлической системой при разных уровнях ампутации.

Метод

Основные элементы: Гидравлическая система щиколотка-стопа echelon по сравнению со стопой esprit или Multiflex.

Измерения: Сиэтловский опросник для оценки протезов (PEQ)

Участники: 9 пациентов мужского пола (42-62 года), 3 с односторонней транстибиальной, 3 с трансфеморальной, 3 с двусторонней транстибиальной ампутацией.

Протокол сбора данных: Пациентов просили оценить стопу, которую они используют на данный момент (esprit, multiflex), потом произвести повторную оценку использования стопы echelon через 4 недели после установки.

Результаты

Увеличение статистической значимости уровня удовлетворённости наблюдалось в большинстве случаев оценки при помощи PEQ по всем разделам с наибольшим улучшением «удовлетворённости вставанием» (+16,7%), «удовлетворённости протезом» (+19,6%) и «удовлетворённости походкой» (+25,3%), $p < 0,01$ во всех случаях. Наибольшая степень улучшения наблюдалась по оценкам пациентов в группе с двусторонней ампутацией с увеличением удовлетворённости походкой на 33,4%.

Выводы

Использование гидравлической щиколотки улучшает уровень удовлетворённости пациентов при разных уровнях ампутации. В частности, стоит рассмотреть возможность использования гидравлических щиколоток с автоматической настройкой у всех пациентов с двусторонней ампутацией, которые могут получить возможность ходьбы вне помещения

Родственные изделия: élan, echelon, echelonVT

Затухание колебаний траектории центра давления под протезом стопы при использовании шарнирного гидравлического крепления щиколотки по сравнению с жёстким креплением

Авторы: A.R. De Asha¹, L. Johnson^{1,2}, R. Munjal³, J. Kulkarni⁴, J.G. Buckley¹

¹ Division of Medical Engineering, School of Engineering, Design and Technology, University of Bradford BD7 1DP, UK

² School of Health Studies, University of Bradford, BD7 1DP Disabling Service Centre, University Hospital of South Manchester, Manchester, UK.

³ Mobility & Specialized Rehabilitation Centre, Northern General Hospital, Sheffield, S5 7AT, UK

⁴ Disabling Services Centre, University hospital of South Manchester, M20 1LB, UK

Опубликовано в: Clinical Biomechanics 2013; 28 (2), 218-224

Аннотация

Траектория центра давления (ЦД) отображает то, как переносится масса тела над щиколоткой во время ходьбы, и определяется конструкцией стопы и щиколотки. Цель исследования – определить, уменьшаются ли дестабилизация ДЦ, часто проявляющаяся в виде «мёртвой зоны» при перекате, в случае использования шарнирной гидравлической щиколотки.

Метод

Основные элементы: Стопа с динамическим ответом, которую обычно использует пациент, с жёстким и полужёстким креплением и гидравлическая вязкоупругая стопа (echelon)

Измерения: Кинематические и кинетические характеристики, оптоэлектронный анализатор движения

(Vicon) и стабилметрические платформы для изучения реакции опоры (AMTI)

Участники: 20 физически активных лиц с ампутацией, трансстибиальная ампутация (возраст $47,4 \pm 12$ лет, вес $87,3 \pm 13,5$ кг, рост $1,79 \pm 0,06$ м)

Протокол сбора данных: 2 блока данных 10 испытаний ходьбой с каждой из стоп, сбалансированных среди участников. Все тесты при произвольной комфортной скорости ходьбы.

Анализ: Пространственно-временные параметры и кинематические характеристики голени, траектория и скорость ЦД

Результаты

Величина пиковой отрицательной скорости ЦД снизилась ($p < 0,001$) и степень продвижения назад уменьшилось ($p = 0,001$) при использовании гидравлической стопы и щиколотки. Средняя угловая скорость протеза в фазу опоры на две точки значительно снизилась ($p < 0,001$). Средняя произвольная комфортная скорость ходьбы увеличилась ($p = 0,001$) при использовании гидравлической щиколотки.

Вывод

Изменение траектории ЦД, увеличение угловой скорости протеза и возрастание произвольно выбираемой пациентом скорости свидетельствуют о том, что гидравлическая щиколотка уменьшает эффект «торможения» при перекате негидравлической стопы таким образом, что может давать функциональные преимущества активным лицам с ампутацией.

Родственные изделия: élan, echelon, echelonVT

Динамическая пациент-ориентированная оценка внутреннего напряжения в культе при ходьбе вне помещения: Гидравлический протез стопы с накоплением энергии по сравнению с обычным протезом стопы с накоплением энергии

Авторы: S. Portnoy¹, A. Kristal², A. Gefen¹, I. Siev-Ner²

1. Department of Biomedical Engineering, Tel Aviv University, Israel

2. Department of Orthopaedic Rehabilitation, Chaim Sheba Medical Center, Tel Hashomer, Israel

Опубликовано в: Gait and Posture 2012; 35(1), 121-5

Аннотация

Оценивалось давление между гильзой протеза и культей у девяти лиц с транстибиальной ампутацией при разных видах ходьбы с обычной стопой с накоплением и возвратом энергии и со стопой с гидравлической щиколоткой. Авторы выявили значимо более низкие уровни давления при использовании модели echelon по сравнению с другими стопами и связали это с гидравлическим механизмом. Авторы предположили, что модель echelon может помочь в защите от травмы глубоких тканей у лиц с транстибиальной ампутацией.

Метод

Основные элементы: Стопа echelon и стопы с накоплением и возвратом энергии участников (3 Trias, 1 Venture, 2 Trustep, 1 C-walk, 1 Pathfinder и 1 esprit)

Измерения: Давление на поверхности гильзы измерялось при помощи 3-элементного тонкоплёночного сенсора FlexiForce (Tekscan)

Участники: n=9 лиц мужского пола с односторонней травматической транстибиальной ампутацией, в периоде от 6 до 36 недель после ампутации, средний возраст 42,7 года

Протокол сбора данных: Участники носили свои обычные протезы стоп, при этом их просили пройти на привычной скорости в течение одной минуты по твёрдой поверхности в помещении, после этого – по поверхности с положительным и отрицательным уклоном вне помещения; затем ходьба в течение 1 минуты по траве, а также подъём и спуск по лестнице вне помещения. Уровни давления записывались в реальном времени. После этого участникам монтировали стопы echelon, которые они использовали в течение 1 месяца перед приглашением на повторные измерения. Также проводилось интервью участников в конце исследования.

Анализ: Из каждого испытания с ходьбой были взяты 5 последовательных шагов. Регистрируемые параметры включали: частоту, среднее пиковое и среднеквадратичное значение (RMS) внутреннего напряжения по Мизесу и скорость нагрузки (расчётная). Скорость нагрузки определялась как отношение пикового напряжения к временному интервалу от удара пятки до пикового напряжения.

Результаты

Все участники были удовлетворены моделью echelon, сообщения об аномальном давлении или дискомфорте отсутствовали. Наблюдалось значимое снижение пикового напряжения и скорости нагрузки при использовании модели echelon (нагрузка была не менее чем в три 3 раза ниже). Уровни внутреннего напряжения значимо снижались при использовании на твёрдом полу и при подъёме по лестнице.

Выводы

Авторы связывают уменьшение напряжения с механизмом гидравлической щиколотки. Нагрузка переносилась медленнее, предотвращая внезапные толчки. Вероятность травмы культы снижалась, следовательно, гидравлическая конструкция может защитить глубокие ткани от травмы. Для пользователей стоп с накоплением и возвратом энергии может быть компенсировано воздействие высокого уровня напряжения на других этапах ходьбы.

Родственные изделия: élan, echelon, echelonVT

Кинетические характеристики щиколотки протезированной конечности, накопление и возврат энергии при использовании устройства с гидравлической щиколоткой у лиц односторонней транстибиальной ампутацией

Авторы: A.R. De Asha¹, L. Johnson¹, J. Kulkani², R. Munjal³, J.G. Buckley¹

1. School of Engineering, Design and Technology, University of Bradford, UK.

2. Disablement Service Centre, University Hospital of South Manchester, Manchester, UK.

3. Mobility & Specialised Rehabilitation Centre, North General Hospital, Sheffield, UK

Опубликовано в: Joint World Congress of ISPGR and Gait and Mental Function, Trondheim, Norway
June 24-28th 2012

Аннотация

Цель данного исследования – изучить биомеханические различия при использовании обычной жёсткой и полужёсткой стопы с динамическим ответом по сравнению с гидравлическими вязкоупругими конструкциями.

Метод

Основные элементы: Стопы с динамическим ответом, 15 с жёстким креплением, 5 с полужёстким и одна гидравлическая вязкоупругая стопа (echelon)

Измерения: Кинематические и кинетические характеристики, оптоэлектронный захват движения и стабилметрические платформы для измерения реакции опоры.

Участники: 20 активных лиц с односторонней транстибиальной ампутацией.

Протокол сбора данных: Перекрёстный дизайн протокола, 10 испытаний с захватом движения для обычной стопы и 10 для стопы с гидравлической щиколоткой (echelon)

Анализ: Кинетические характеристики фазы опоры определялись при помощи стандартного моделирования и анализа инверсной динамики.

Результаты

При использовании вязкоупругой гидравлической стопы признаки переноса момента от момента плантар-дорсифлексии появлялись на 10% раньше в фазе опоры ($p = 0,035$). Возврат энергии от толчка кия стопы снизился на 68% ($p = 0,035$). Отрицательная пиковая скорость ЦД ($p < 0,001$) и обратное смещение снизились ($p = 0,002$). Радиус переката снизился на 25% ($p = 0,007$) с $0,168 \pm 0,053$ м до $0,123 \pm 0,045$ м. Передняя угловая скорость протеза в фазе опоры на две точки (на протез) увеличилась ($p=0,001$). Скорость ходьбы возросла с $1,12 \pm 0,14$ мс⁻¹ до $1,17 \pm 0,15$ мс⁻¹ ($p = 0,002$)

Выводы

Авторы пришли к выводу, что временные характеристики переноса момента щиколотки и сниженный возврат энергии в средней фазе опоры лучше отражают походку здорового человека. Кроме того, увеличение угловой скорости протеза, менее прерывистое продвижение ЦД и уменьшение радиуса переката авторы расценили как факторы, влияющие на наблюдаемое увеличение произвольно выбираемой нормальной скорости и улучшение продвижения центра масс над протезированной конечностью. В целом, авторы пришли к выводу, что использование гидравлического устройства щиколотка-стопа обеспечивает биомеханические преимущества, делая

кинетические характеристики средней фазы опоры более близкими к характеристикам здоровых людей.

Родственные изделия: élan, echelon, echelonVT

Биомеханическая оценка гидравлического протеза стопы при использовании вне помещения

Авторы: I. Siev-Ner¹, A. Kristal¹, H. Sharon², A. Gefen³, S. Portnoy³

¹ Department of Orthopaedic Rehabilitation, Chaim Sheba Medical Centre, Israel

² Disabling of Biomedical Engineering, Tel Aviv University, Ramat Aviv, Israel

³ Department of Biomedical Engineering, Tel Aviv University, Ramat Aviv, Israel

Опубликовано в: Proceedings of the Journal of Prosthetics and Orthotics, 2011

Аннотация

Уровни внутреннего напряжения на поверхность гильзы у лиц с транстибиальной ампутацией сравнивались для гидравлической и негидравлической системы щиколотка-стопа при вставании на различных поверхностях.

Метод

Основные элементы: Гидравлическая система стопа-щиколотка (echelon), обычная для пользователя негидравлическая стопа и щиколотка

Измерения: Аттестованный монитор внутреннего напряжения (Flexiforce, Tekscan) для количественной оценки напряжения на тибальном конце.

Участники: 9 активных лиц мужского пола с односторонней транстибиальной ампутацией (возраст 42 ± 12 лет, вес 78 ± 12 кг)

Протокол сбора данных: Каждый участник проходил по поверхности с уклоном, по лестнице и по различным горизонтальным поверхностям с использованием собственной стопы и снова через месяц после монтажа гидравлической системы щиколотка-стопа

Анализ: Было рассчитано среднее значение и среднее квадратичное значение (RMS) внутреннего напряжения по Мизесу и скорости нагрузки по данным 5 последовательных шагов для каждого из варианта условий теста

Результаты

Пиковые уровни внутреннего напряжения и скорости нагрузки были значимо ниже ($p < 0,01$) для всех условий проведения теста с использованием гидравлической стопы по сравнению с использованием обычных стоп участников.

Выводы

Более низкие уровни скорости нагрузки были связаны с использованием механизма гидравлической щиколотки, что давало возможность более медленного переноса нагрузки на культу, предупреждая таким образом сильные толчки и приводя к снижению внутреннего напряжения.

Родственные изделия: élan, echelon, echelonVT

Оценка гидравлического протеза стопы при стоянии на поверхностях с уклонами

Авторы: A. Kristal¹, S. Portnoy², O. Elion³, H. Sharon⁴, A. Gefen², I. Siev-Ner¹

¹ Department of Orthopaedic Rehabilitation, Chaim Sheba Medical Centre, Israel

² Disablement of Biomedical Engineering, Tel Aviv University, Ramat Aviv, Israel

³ The CAREN VR lab, Chaim Sheba Medical Centre, Israel

⁴ Physical Therapy Department, Chaim Sheba Medical Centre, Israel

Опубликовано в: Proceeding of the Journal of Prosthetics and Orthotics, 2011

Аннотация

Исследовалась эффективность гидравлической и негидравлической системы стопы при стоянии и поддержании равновесия на поверхностях с уклонами

Метод

Основные элементы: Гидравлическая система стопа-щиколотка (echelon), обычная для пользователя негидравлическая система стопа и щиколотка

Измерения: Кинематические и кинетические характеристики, оптоэлектронный захват движения (Vicon). Управляемая при помощи компьютера качающаяся платформа, оборудованная 2 стабилометрическими платформами.

Участники: 10 активных лиц с односторонней транстибиальной ампутацией (возраст 43 ± 12 лет, вес 78 ± 11 кг.)

Протокол сбора данных: Каждый участник становился на стабилометрическую платформу, которая динамически раскачивалась вперёд (10° , на 20 с) и назад (10° , на 20 с) и возвращалась в горизонтальное положение на 30 секунд. Тест повторяли 3 раза для каждой стопы.

Анализ: Кинематический анализ колена и щиколотки стопы в сагиттальной плоскости, кинетический анализ вертикальных сил траектории центра давления

Результаты

Гидравлическая щиколотка обеспечивала больший объём флексии щиколотки; это приводило к снижению сагиттальных флуктуаций в коленном суставе для обеих ног. Траектория ЦД была более концентрированной при использовании гидравлической стопы.

Выводы

Гидравлическая щиколотка показала способность улучшать стояние, контроль равновесия и устойчивость.

Родственные изделия: élan, echelon, echelonVT

Влияние гидравлической щиколотки на функцию ходьбы и симметрию у лиц с односторонней ампутацией голени

Авторы: A.R. De Asha¹, L. Johnson¹, J. Kulkani², R. Bose², G. Bavikatte², A. McKendrick², J.G. Buckley¹

1. School of Engineering, Design and Technology, University of Bradford, UK.

2. Disablement Service Centre, University Hospital of South Manchester, Manchester, UK.

Опубликовано в: International Society for Prosthetics and Orthotics (ISPO) UK. Annual Scientific Meeting Compendium 7-8th October 2011, Hammersmith Hospital, London

Аннотация

Цель исследования – изучить влияние системы гидравлической щиколотки по сравнению с фиксированной щиколоткой у лиц с односторонней ампутацией на функцию походки и симметрию при ходьбе по горизонтальной поверхности у лиц с односторонней транстибиальной (ТТ) и трансфemorальной (ТФ) ампутацией.

Метод

Основные элементы: Стопы с динамическим ответом, с жёстким и полужёстким креплением и гидравлическая вязкоупругая стопа (echelon)

Измерения: Кинематические и кинетические характеристики, оптоэлектронный анализатор движения (Vicon) и стабилметрические платформы для изучения реакции опоры (АМТИ)

Участники: 10 физически активных лиц с ампутацией (6 ТТ, 4 ТФ, средний возраст 43,9 ± 13,1 лет, рост 1,77 ± 0,07 м, вес 84,4 ± 11,8 кг)

Протокол сбора данных: Рандомизированный перекрёстный дизайн, для анализа использовались 10 «чистых» испытаний с использованием каждой стопы при произвольной скорости ходьбы

Анализ: Пространственно-временные и кинематические характеристики голени

Результаты

Для группы ТТ использование гидравлической щиколотки значительно увеличивало длину шага с 0,7 м до 0,73 м ($p=0,004$). Расстояние между ногами значительно увеличилось и для лиц с ТТ ампутацией ($p=0,037$), и для лиц с ТФ ампутацией ($p=0,046$). Пиковое значение флексии в тазобедренном суставе перед первичным контактом увеличилось у всех участников на стороне протеза ($4,6^\circ$ ТТ, $p = 0,046$, $4,9^\circ$ ТФ*), в результате чего разница между сторонами (асимметрия в тазобедренном суставе) снизилась с $1,5^\circ$ до $0,95^\circ$ (ТТ) и с $4,0$ до $2,45^\circ$ (ТФ). Не наблюдалось значимых изменений в объёме экстензии в тазобедренном суставе в конечном периоде фазы опоры/периоде перед фазой выноса конечности. Не было выявлено значимых изменений в величинах GRF в ранней или поздней фазе опоры, однако центр давлений (ЦД) продвигался вперёд к основанию протеза в фазе опоры раньше для всех участников (22% с 32% ТТ, $p=0,028$, 23% с 24% ТФ.*

*Нестатистическая разница

Вывод

Увеличение объёма флексии в тазобедренном суставе на стороне протеза улучшало симметрию при ходьбе. Более быстрое продвижение ЦД вперёд лучше отражает нормальную походку, что вместе с кинематическими изменениями объясняет, почему участники сообщали о субъективном улучшении походки и при этом получили возможность увеличить длину шага.

Родственные изделия: élan, echelon, echelonVT

Характеристики переката и кинетические характеристики голеностопного сустава при использовании низкопрофильной стопы с динамическим ответом и фиксированной щиколоткой по сравнению с гидравлической щиколоткой у лиц с транстибиальной ампутацией

Авторы: S.J. Brown⁴, A.R. De Asha¹, L. Johnson¹, J. Kulkani², R. Munjal³, J.G. Buckley¹

1. School of Engineering, Design and Technology, University of Bradford, UK.

2. Disablement Service Centre, University Hospital of South Manchester, Manchester, UK. 3. Mobility & Specialised Rehabilitation Centre, North General Hospital, Sheffield, UK

4. Institute for Biomedical Research into Human Movement and Health, Manchester Metropolitan University

Опубликовано в: International Society for Prosthetics and Orthotics (ISPO) UK. Annual Scientific Meeting Compendium 7-8th October 2011, Hammersmith Hospital, London

Аннотация

Это исследование содержит данные об анализе походки, в том числе, анализе формы переката, проведённом с целью изучения изменений походки у лиц с ампутацией при использовании обычной конструкции стопы с динамическим ответом по сравнению с гидравлической вязкоупругой конструкцией.

Метод

Основные элементы: Стопа с динамическим ответом (esprit), гидравлическая вязкоупругая стопа (echelon)

Измерения: Оптоэлектронная система анализатора движения со стабилметрическими платформами для изучения реакции опоры

Участники: Четыре лица с транстибиальной ампутацией (возраст $37,3 \pm 3,3$ года, вес $74,8 \pm 10$ кг, рост $1,74 \pm 0,04$ м)

Протокол сбора данных: Рандомизированное перекрёстное исследование, тестирование дизайна для каждой стопы на произвольной комфортной скорости ходьбы.

Анализ: Стандартное моделирование инверсной динамики и анализ движений в суставе и мощности. Анализ формы переката.

Результаты

Уменьшение радиуса формы переката ($p = 0,05$) при использовании гидравлической щиколотки. При использовании гидравлической щиколотки переход от момента дорсифлексии к плантарфлексии происходил раньше в фазе опоры (на 9%, $p=0,018$). Импульс момента дорсифлексии снижался на 40% ($p=0,044$), а возврат энергии за это время снизился на 68% ($p=0,035$); пиковая положительная мощность снизилась на 50%. В период от средней до поздней фазы опоры не наблюдалось значимой разницы в пиковом моменте плантарфлексии или пиковой отрицательной или положительной мощности, или во времени наступления этих событий.

Вывод

Авторы пришли к выводу, что использование гидравлического устройства потенцирует «эффект отдачи» кия стопы во время второго качения. Кроме того, поскольку не отмечалось разницы в кинетике щиколотки во время средней и поздней фазы опоры, снижение радиуса переката, видимо, было связано с более плавным переносом ЦД на протезированную конечность.

Родственные изделия: elan, echelon, echelonVT