

Сравнительная характеристика биомеханических параметров ходьбы у пользователей протезов бедра с механическим и электронным коленными модулями

© Е.А. МЕЗЕНЦЕВА¹, М.А. ЕРЕМУШКИН², В.А. КОЛЫШЕНКОВ²

¹ООО «Отто Бокк — Ортопедическая техника», Москва, Россия;

²Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

По данным многочисленных зарубежных исследований, протезы с электронными коленными модулями обладают рядом важных технических преимуществ перед механическими модулями, что позволяет пользователю вести более активный образ жизни и значительно улучшает качество жизни в целом. Однако отечественных исследовательских работ, изучающих биомеханику ходьбы на подобных протезах за более чем 20-летний период их использования на территории России, в доступной литературе найдено не было.

Цель исследования. Сравнительное изучение пространственно-временных параметров ходьбы у пациентов после протезирования бедра конструкциями с электронными и механическими коленными модулями.

Материал и методы. В исследовании принимали участие 94 пациента в возрасте от 18 до 50 лет, которым были установлены протезы бедра. Пациенты были разделены на две группы: в 1-ю группу вошли 48 пользователей протезов бедра с механическим коленным модулем; во 2-ю группу — 46 пользователей с электронным коленным модулем. Группы были сопоставимы по численности, распределению по полу и возрасту, уровню двигательной активности (3 по классификационной системе MOBIS). У всех пациентов отсутствовали сопутствующие заболевания и повреждения, которые могли ограничивать способность к передвижению. Оценку пространственно-временных параметров ходьбы на протезах бедра с разными коленными модулями проводили с помощью системы видеонализа (SMART DX5000, Италия).

Результаты. У пациентов 2-й группы (протезы с электронными коленными модулями) были получены следующие пространственно-временные биомеханические показатели походки: произвольная скорость ходьбы — 1,10—1,08 м/с, темп ходьбы — 105,82 шага/мин, цикл шага — 1,13—1,15 с, длина двойного шага — 1,27 м, индекс ритмичности — 0,89. У пациентов 1-й группы (протезы с механическими коленными модулями) по аналогичным показателям были отмечены худшие результаты: скорость ходьбы — 0,81—0,87 м/с, темп ходьбы — 90,84 шага/мин, цикл шага — 1,33 с, длина двойного шага — 1,07 м, индекс ритмичности — 0,74. Показатели предпочитаемой скорости ходьбы и темпа ходьбы у пациентов с электронными коленными модулями в протезах бедра достигли нижних границ нормальных значений для ходьбы здоровых лиц, длина шага была незначительно снижена; индекс ритмичности приближался к индексу ритмичности ходьбы здоровых лиц (0,94—0,97).

Заключение. Результаты исследования показали, что применение у пациентов с ампутацией на уровне бедра протезов с электронными коленными модулями позволяет пользователям освоить более качественную симметричную ходьбу и значительно повысить их двигательную активность по сравнению с механическими модулями.

Ключевые слова: биомеханика ходьбы на протезе бедра, электронные и механические коленные модули.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Мезенцева Е.А. — <https://orcid.org/0000-0002-6741-7009>

Еремушкин М.А. — <https://orcid.org/0000-0002-3452-8706>

Колышеников В.А. — <https://orcid.org/0000-0002-7211-6198>

Автор, ответственный за переписку: Мезенцева Е.А. — e-mail: lamezen@yahoo.com

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Мезенцева Е.А., Еремушкин М.А., Колышеников В.А. Сравнительная характеристика биомеханических параметров ходьбы у пользователей протезов бедра с механическим и электронным коленными модулями. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2022;99(4):13–19. <https://doi.org/10.17116/kurort20229904113>

Comparative characterization of walking biomechanical parameters in hip prosthesis users with mechanical and electronic knee modules

© E.A. MEZENTSEVA¹, M.A. EREMUSHKIN², V.A. KOLYSHENKOV²

¹ООО «Otto Bock — Orthopedic Technology», Moscow, Russia;

²National Medical Research Center for Medical Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

Abstract

According to many studies, prostheses with electronic knee modules have some important technical advantages over mechanical knee modules, allowing the user to have a more active lifestyle and significantly improving the overall quality of life. However, we have found no published Russian studies of the biomechanics of walking on such prostheses for more than 20 years of their use in Russia.

Objective. To compare spatial and temporal parameters of walking in patients after hip replacement using prostheses with electronic and mechanical knee modules.

Materials and methods. The study included 94 patients aged between 18 and 50 with hip prostheses. The patients were divided into two groups: Group 1 included 48 patients with a hip prosthesis with a mechanical knee module; Group 2 included 46 patients with a hip prosthesis with an electronic knee module. The groups were comparable in size, gender and age distribution, and mobility grade (grade 3 according to the MOBIS classification system). All patients had no comorbidities or injuries that could limit their mobility. Spatial and temporal parameters of walking on hip prostheses with different knee modules were assessed using a video analysis system (SMART DX5000, Italy).

Results. Group 2 patients (prostheses with electronic knee modules) had the following spatial and temporal biomechanical walking indices: arbitrary walking speed 1.10—1.08 m/s, walking pace 105.82 steps/minute, step cycle 1.13—1.15 s, double step length 1.27 m, rhythm index 0.89. Group 1 patients (prostheses with mechanical knee modules) had worse outcomes according to the same indices: walking speed 0.81—0.87 m/s, walking pace 90.84 steps/minute, step cycle 1.33 s, double step length 1.07 m, rhythm index 0.74. Preferred walking speed and walking pace indices in patients with electronic knee modules in hip prostheses were at the lower limits of reference values in healthy individuals; the step length was insignificantly reduced; the rhythm index was close to that of healthy individuals (0.94—0.97).

Conclusion. The results of the study show that the use of prostheses with electronic knee modules in patients with amputation at the hip level enables patients to learn better symmetrical walking and significantly increases their mobility compared to mechanical modules.

Keywords: *biomechanics of walking on a prosthetic hip, electronic and mechanical knee modules.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR:

Mezentseva E.A. — <https://orcid.org/0000-0002-6741-7009>

Eremushkin M.A. — <https://orcid.org/0000-0002-3452-8706>

Kolyshenkov V.A. — <https://orcid.org/0000-0002-7211-6198>

Corresponding author: Mezentseva E.A. — e-mail: lamezen@yahoo.com

TO CITE THIS ARTICLE:

Mezentseva EA, Eremushkin MA, Kolyshenkov VA. Comparative characterization of walking biomechanical parameters in hip prosthesis users with mechanical and electronic knee modules. *Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy*. 2022;99(4):13–19. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/kurort20229904113>

Введение

Протезирование нижних конечностей в настоящее время представляет собой динамично развивающуюся отрасль на основе нескольких областей знаний [1–4]. На протяжении длительного периода в истории протезирования нижних конечностей основными целями вмешательства являлись: обеспечение возможности пациентов к самостоятельному передвижению, коррекция косметического дефекта и минимизация зависимости пациентов от помощи окружающих [5]. За последние несколько десятилетий изменились технические решения на всех этапах протезирования. Это позволило скорректировать и достигаемые цели: стало возможно говорить

не только о полном самообслуживании, но и о реинтеграции пользователей протезами нижних конечностей в общество, их возвращении к своему привычному образу жизни и социальным статусам [1, 3, 4].

Одним из наиболее важных достижений современного протезирования является изобретение электронных коленных модулей [3]. В 1992 г. канадец Келли Джеймс в Чикаго представил оригинальный компьютеризированный протез нижней конечности, патент на который затем передал Хансу-Георгу Нэдеру. После 5 лет разработок Х.-Г. Нэдер на Всемирном конгрессе по протезированию в Нюрнберге предъявил первый в мире электронный коленный модуль и организовал его массовое производство [6].

В Российской Федерации электронные коленные модули стали применять примерно в это же время.

Число пользователей электронными коленными модулями с каждым годом растет и в стране, и в мире. По данным многочисленных зарубежных исследований, протезы с электронными коленными модулями имеют целый ряд важных технических преимуществ перед механическими. Установлено, что при переходе с механических коленных модулей на протезах бедра на электронные модули произвольная скорость ходьбы пациентов увеличивается на 7,3—18%, а максимальная произвольная скорость ходьбы — до 17% [7—10]. А. Nahn и соавт. [11] сообщили, что переменную скорость ходьбы, которую может предоставить только электронный коленный модуль, активно применяют до 93% пациентов в период пробного пользования протезом. В работе А. Segal и соавт. [10] отмечено, что при переходе на электронные коленные модули с механических у пациентов шаги становятся более симметричными по длине между здоровой и протезированной конечностями. В ряде исследований показано, что потребление кислорода при ходьбе на электронных коленных модулях ниже на 6—7%, чем при использовании механических модулей [9, 12—14].

В исследовании Richa Sinha [15] были опрошены более 600 пациентов после ампутации нижних конечностей. Более $\frac{1}{2}$ (52%) пациентов являлись безработными на момент анкетирования, причем из них 80% работали до ампутации. Из этой группы 82% указали утрату работы как непосредственное следствие ампутации. Основной задачей этого исследования являлось изучение важности статуса занятости для лиц с ампутацией нижних конечностей и роли использования дополнительных средств опоры при трудоустройстве. Автор на основании результатов своего исследования и анализа данных других работ сделал вывод о том, что дополнительные средства опоры при ходьбе часто мешают пациентам из разных стран трудоустроиться, несмотря на различия в организации общества в целом, доходах и менталитете.

В большинстве работ исследователи формируют и сравнивают между собой группы пользователей протезами нижних конечностей по этиологии, возрасту, полу, наличию/отсутствию сопутствующих заболеваний и повреждений и некоторым другим признакам. Однако иногда недостаточное внимание оказывается уровню двигательной активности пациента и конструкциям протезов [16—18]. Определяющие комплекующие модульных протезов нижних конечностей всегда имеют рекомендации производителя, для какого уровня двигательной активности пациентов они рекомендованы или допустимы.

Следует отметить, что исследований отечественных авторов, посвященных изучению биомеханики ходьбы на протезах, за более чем 20-летний период использования электронных коленных модулей на тер-

ритории нашей страны в доступной отечественной литературе не найдено.

В связи с чем было принято решение провести сравнительное исследование ходьбы на близких по конструктиву протезах с современными механическими и электронными коленными модулями, а в группы исследования включить пациентов с одинаковым прогнозируемым уровнем двигательной активности (уровень 3 по классификационной системе MOBIS).

Цель исследования — сравнение биомеханических параметров ходьбы на протезах бедра с электронными или механическими коленными модулями и оценка возможностей этих модулей в обеспечении симметрии ходьбы.

Задачами исследования являлись: формирование двух равнозначных групп по уровню двигательной активности пациентов; подборе близких по конструктиву механических и электронных коленных модулей; обучение пациентов двух групп пользованию протезами по одинаковым методикам; анализ через 6—8 мес биомеханических параметров ходьбы на протезах бедра; сопоставление полученных результатов и установление имеющихся различий между двумя группами пользователей протезов бедра — с электронным или механическим коленным модулем.

Материал и методы

Первоначальный отбор пациентов для участия в исследовании осуществляли по пакету сопроводительных медицинских документов, внутренним рабочим анкетам протезной мастерской, данным объективного осмотра при первичной консультации перед предстоящим протезированием.

Всего в исследование были включены 94 пациента в возрасте от 18 до 50 лет с разными причинами ампутации нижней конечности. По результатам первичной консультации все пациенты получали рекомендации по организации двигательного режима до начала процесса протезирования, по применению компрессионной терапии и др. На этапе первичного протезирования двигательный режим каждого пациента корректировали, проводили обучение пользованию протезом и ходьбе.

Участники исследования были разделены на две группы в зависимости от применяемого типа протеза. В 1-ю группу вошли 48 пользователей протезов бедра с механическим гидравлическим одноосным коленным модулем; во 2-ю — 46 пользователей протезов бедра с электронным гидравлическим одноосным коленным модулем. Все пациенты пользовались протезами с комбинированными формами гильз, которые не оказывали значительного влияния на возможность освоения пациентом оптимального стереотипа ходьбы.

Группы исследования были сопоставимы по численности, уровню двигательной активности (3 по клас-