

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРИЕМНЫХ ГИЛЬЗ ПРОТЕЗА БЕДРА ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ С ОБЛИТЕРИРУЮЩИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СОСУДОВ

Головин М.А., Клименко Ф.Н., Фогт Е.В., Суляев В.Г., Петраускас М.В.

Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта, ул. Бестужевская, д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

Резюме

Введение. Анализ результатов протезирования 123 человек, которым были изготовлены протезы бедра в ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России в период 2019-2021 гг., позволил установить, что среди взрослых пациентов пожилого возраста основной причиной ампутации являлись осложнения облитерирующих заболеваний сосудов, в том числе и сахарного диабета (ОАСНК). При протезировании пациентов с осложнениями ОАСНК важное значение имели выбор формы приемной гильзы (продольно-овальная, поперечно-овальная), а также особенности моделирования посадочного кольца (с нагрузкой на седалищный бугор (IC); с «заклиниваем» положения седалищного бугра и ветви лонной кости (IRC)).

Целью исследования является сравнительный анализ результата протезирования различными формами приемных гильз протеза бедра для пациентов с ОАСНК.

Материалы и методы. Методология исследования построена на анализе результатов протезирования пациентов протезами бедра с приемной гильзой поперечно-овальной и продольно-овальной форм. В ходе исследования провели сравнительное экспериментальное протезирование по цифровой технологии и биомеханическое обследование инвалидов, которым в ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России оказывалась услуга по протезированию или подготовке культы к протезированию.

Результаты. На основе анализа показателей построения приемной гильзы и обмера электронной геометрической модели (ЭГМ) культы были построены 36 ЭГМ посадочных колец приемной гильзы протеза бедра продольно-овальной формы в виде типоразмерного ряда. Протезировали четырех пациентов с изготовлением двух приемных гильз различной формы каждому, при этом для двух пациентов использовали разработанные ЭГМ. Анализ результатов протезирования подтвердил, что в приемной гильзе продольно-овальной формы давление на культю в положении стоя было распределено более равномерно по регистрируемым зонам нагружения. При ходьбе наибольшая нагрузка наблюдалась в проекции седалищного бугра, что соответствует основным принципам протезирования после ампутации бедра.

Обсуждение. Выполненное протезирование пациентов с облитерирующими заболеваниями сосудов показало, что использование приемной гильзы продольно-овальной формы, в большинстве случаев, приводит к перераспределению давления с медиальной поверхности на заднюю (дорзальную) стенку приемной гильзы и задний край посадочного кольца, что является показателем более рационального распределения нагрузки в приемной гильзе. Проведенный анкетный опрос пациентов подтвердил предпочтение и комфорт приемных гильз продольно-овальной формы в сравнении с поперечно-овальной формой посадочного кольца, что коррелирует с данными проведенного инструментального исследования.

Выводы. Анализ результатов при проведенном исследовании показал более рациональное распределение нагрузки на культю в приемной гильзе протеза продольно-овальной формы для пациентов, страдающих облитерирующими заболеваниями сосудов нижних конечностей. Использование типоразмерного ряда ЭГМ посадочного кольца при моделировании приемной гильзы протеза бедра значительно облегчает работу протезиста, повышает качество, снижает общие трудозатраты и возможные риски.

Ключевые слова: протез бедра, приемная гильза протеза, облитерирующие заболевания сосудов.

Головин М.А., Клименко Ф.Н., Фогт Е.В., Суляев В.Г., Петраускас М.В. Сравнительный инструментальный анализ форм индивидуальных приемных гильз протеза бедра для пациентов с облитерирующими заболеваниями сосудов // Физическая и реабилитационная медицина. – 2024. – Т. 6. – № 4. – С. 96-103. DOI: 10.26211/2658-4522-2024-6-4-96-103.

Golovin MA, Klimenko FN, Fogt EV, Suslyayev VG, Petrauskas MV. Sravnitel'nyj instrumental'nyj analiz form individual'nyh priemnyh gil'z proteza bedra dlya pacientov s obliteriruyushchimi zabolovaniyami sosudov [Comparative instrumental analysis of the shapes of individual transfemoral prosthesis sockets for patients with vascular obliterating diseases]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [Physical and Rehabilitation Medicine]. 2024;6(4):96-103. DOI: 10.26211/2658-4522-2024-6-4-96-103. (In Russian).

Михаил Андреевич Головин / Mikhail A. Golovin; e-mail: golovin@center-albreht.ru

COMPARATIVE INSTRUMENTAL ANALYSIS OF THE SHAPES OF INDIVIDUAL TRANSFEMORAL PROSTHESIS SOCKETS FOR PATIENTS WITH VASCULAR OBLITERATING DISEASES

Golovin MA, Klimenko FN, Fogt EV, Suslyayev VG, Petrauskas MV

*Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation,
50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation*

Abstract

Introduction. Analysis of the results of prosthetics of 123 people who received AK prostheses at the Albrecht Federal Scientific and Educational Center of Medical and Social Expertise and Rehabilitation in the period 2019-2021 allowed us to establish that among elderly adult patients, the main cause of amputation was complications of obliterating vascular diseases, including diabetes mellitus (OASNK). When prosthetics of patients with complications of OASNK, the choice of the shape of the socket (longitudinal-oval, transverse-oval), as well as the features of modeling the seat ring (with a load on the ischial tuberosity (IC); with “wedging” the position of the ischial tuberosity and the pubic branch (IRC)), were of great importance.

The aim of the study is a comparative analysis of the result of prosthetics with various shapes of AK prosthesis sockets for patients with OASNK.

Materials and methods. The research methodology is based on the analysis of the results of patient prosthetics with AK prostheses with a transverse-oval and longitudinal-oval socket. The study included a comparative experimental prosthetics using digital technology and a biomechanical examination of disabled people who were provided with the service of prosthetics or stump preparation for prosthetics at the Albrecht Federal Scientific and Educational Center of Medical and Social Expertise and Rehabilitation.

Results. Based on the analysis of the indicators for constructing the socket and measuring the 3D-model of the stump, 36 3D-models of the seating rings of the longitudinal-oval AK prosthesis socket were constructed in the form of a standard-size series. Four patients were fitted with prosthetics with two sockets of different shapes for each, while the developed 3D-models were used for two patients. The analysis of the prosthetics results confirmed that in the longitudinal-oval socket, the pressure on the stump in a standing position was distributed more evenly across the recorded loading zones. When walking, the greatest load was observed in the projection of the ischial tuberosity, which corresponds to the basic principles of prosthetics after hip amputation.

Discussion. The performed prosthetics of patients with obliterating vascular diseases showed that the use of a longitudinal-oval-shaped socket, in most cases, leads to a redistribution of pressure from the medial surface to the posterior (dorsal) wall of the socket and the posterior edge of the seat ring, which is an indicator of a more rational distribution of the load in the socket.

A questionnaire survey of patients confirmed the preference and comfort of longitudinal-oval-shaped sockets in comparison with the transverse-oval shape of the seat ring, which correlates with the data of the instrumental study.

Summary. Analysis of the results of the study showed a more rational distribution of the load on the stump in the socket of the longitudinal-oval-shaped prosthesis for patients suffering from obliterating vascular diseases of the lower extremities. The use of a standard series of 3D-models seat rings when modeling the socket of a AK prosthesis significantly facilitates the work of the prosthetist, improves quality, reduces overall labor costs and possible risks.

Keywords: transfemoral prosthesis, prosthetic socket, obliterating vascular diseases.

Publication ethics. All data is real and authentic. The submitted article was not previously published. All borrowings are correct.

Conflict of interest. There is no information about a conflict of interest.

Source of financing. The study had no sponsorship.

Received: 19.11.2024

Accepted for publication: 16.12.2024

Введение / Introduction

Приемная гильза протеза является основным элементом конструкции, который изготавливают по индивидуальным параметрам пациента. Приемная гильза предназначена для размещения культи, переноса нагрузок и силовых движений при управлении и взаимодействии человека с протезом конечности в биотехнической системе «человек-протез». При конструировании приемных гильз протезов должны учитываться анатомо-функциональные, антропометрические и биомеханические аспекты, причины и уровень ампутации конечности [1-2].

В представленной работе изучены некоторые особенности изготовления приемных гильз, в частности критериев выбора формы при протезировании пациентов с ампутационным дефектом на уровне бедра вследствие осложнений облитерирующих заболеваний сосудов нижних конечностей (ОАСНК).

Анализ материалов по результатам протезирования основан на изучении пациентов, находившихся на протезировании в экспериментальной лаборатории ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России в период 2019-2021 гг. За рассматриваемый период

в экспериментальной лаборатории изучено протезирование 123 человек, которым оказана реабилитационная услуга протезирования нижних конечностей на уровне бедра. Распределение пациентов в зависимости от причины ампутации представлены в таблице 1.

Из представленных в таблице данных следует, что среди взрослых пациентов пожилого возраста,

основной причиной ампутации являлись осложнения облитерирующих заболеваний сосудов, в том числе и сахарного диабета. У пациентов данной категории также чаще наблюдались ишемия культи и сохранной конечности, болезненные и спаенные рубцы на торце культи, жалобы на фантомные боли, имелись различные сопутствующие заболевания [3-5].

Таблица 1 / Table 1

Распределение пациентов в зависимости от причины ампутации / Distribution of patients depending on the cause of amputation

Пол / Sex	ОАСНК / OASNK	Сахарный диабет / Diabetes mellitus	Травма / Trauma	Хронический остеомиелит / Chronic osteomyelitis	Онкология / Oncology	Врожденное недоразвитие / Congenital underdevelopment	Итого / Total
Мужчины от 18 до 90 лет / Men from 18 to 90 years old	39	3	10	2	1	–	55
Женщины от 18 до 90 лет / Women from 18 to 90 years	8	15	6	–	1	2	32
Дети До 18 лет / Children Under 18 years old	–	–	1	–	–	35	36
Итого / Total	47	18	17	2	2	37	123

При протезировании пациентов с осложнениями ОАСНК важное значение имеет выбор формы приемной гильзы (продольно-овальная, поперечно-овальная), а также особенности моделирования посадочного кольца (с нагрузкой на седалищный бугор (IC), с «заклиниваем» положения седалищного бугра и ветви лонной кости (IRC)) [6].

В данной работе были рассмотрены две основные формы приемных гильз (рис. 1), построенные методом компьютерного моделирования. Компьютерное моделирование позволяет специалисту по одному снимку (3D-скану) пациента построить приемные гильзы различной формы и конструкции [7].

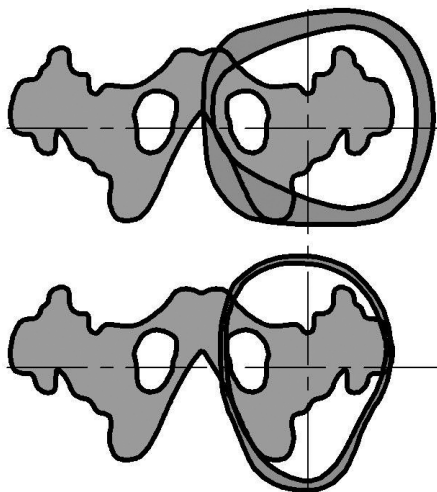


Рисунок 1. Схематичное изображение (вид сверху) посадочного кольца приемной гильзы протеза бедра поперечно-овальной формы (сверху) и продольно-овальной формы

Figure 1. Schematic representation (top view) of the socket seat ring of a transverse-oval (top) and longitudinal-oval AK prosthesis

Поперечно-овальная форма посадочного кольца используется при типовом протезировании и в случаях сложного протезирования, когда

требуется перенос основной нагрузки на седалищный бугор со стороны усеченной конечности.

Конструктивное исполнение приемных гильз бедра продольно-овальной формы в сравнении с поперечно-овальной формой имеет ряд преимуществ, среди которых известны следующие: седалищный бугор погружен в приемную гильзу с охватом или без охвата седалищного бугра со стороны задне-медиальной поверхности, создаются условия для снятия давления в области сосудисто-нервного пучка по переднемедиальной поверхности, обеспечивается снижение нагрузки на седалищный бугор с более равномерным давлением на ткани культи и др. Продольно-овальная форма гильзы показана при сложном и атипичном протезировании при короткой культе бедра, при болезненной нагрузке на седалищный бугор и дефектах покровов ягодичной области, при протезировании инвалидов, перенесших ампутацию бедра по поводу облитерирующих заболеваний сосудов и сахарного диабета, при протезировании женщин и детей, пациентов пожилого возраста.

Цель / Aim

Целью исследования является сравнительный анализ результата протезирования различными формами приемных гильз протеза бедра для пациентов с ОАСНК.

Материалы и методы / Materials and methods

В ходе исследования было проведено экспериментальное протезирование 4-х пациентов протезами бедра с приемной гильзой поперечно-овальной и продольно-овальной форм для проведения инструментальной объективной биомеханической сравнительной оценки.

Критерием включения в группы исследования было наличие пациентов с односторонней ампутацией нижних конечностей на уровне бедра. Все пациенты были протезированы первично. Причинами ампутаций были осложнения облитерирующего атеросклероза сосудов нижних конечностей, в том числе сахарного диабета с диабетической ангиопатией сосудов, острый тромбоз периферических артерий с некрозом тканей стопы.

Критерием исключения были пациенты с чрезмерно короткой культей бедра, с культей бедра после вычленения в коленном суставе, с пороками и болезнями культи, требующими хирургической или консервативной подготовки к протезированию.

Всем пациентам производилось 3D-сканирование усеченной конечности, моделирование ЭГМ приемной гильзы двух форм, изготовление приемных гильз протеза на 3D-принтере,

сборка протеза модульной конструкции, подгонка и выдача изделия для проведения биомеханического обследования.

Исследования проводились в соответствии с этическими стандартами Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 года, «Правилами надлежащей клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 01.04.2016 года № 200н. Исследование было одобрено Этическим комитетом при ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России.

При сканировании использовался 3D-сканер «iSense», компания Occipital Structure Sensor, США. Анализ и обработка полученных электронных геометрических моделей производилась в системах автоматизированного проектирования (САПР) «Meshmixer», Autodesk Ink. и «NEO», rodin4D, Франция.

Моделирование приемной гильзы производилось после предварительной обработки ЭГМ, полученной путем 3D-сканирования. Трудность обработки виртуальной модели при помощи существующего программного обеспечения приводит к поиску таких решений, как разработка ЭГМ посадочных колец [8].

Результаты / Results

Изготовление приемных гильз протезов бедра выполняется индивидуально, но основные принципы, заложенные в методики их изготовления, не изменяются. На основе анализа показателей построения приемной гильзы с помощью САПР Meshmixer и доработанного модуля обмера ЭГМ на базе WebGL была построена модель посадочного кольца приемной гильзы продольно-овальной формы. Основная модель была выполнена на протез правой нижней конечности. Модель представляет собой полигональные поверхности, вектор нормали которых направлен внутрь приемной гильзы. Подготовленная модель, представленная на рисунке 2, была градуирована на основании измерения периметров культи бедра на уровне пахово-промежностной складки в диапазоне от 40 до 50 см с шаговым интервалом в 1 см, от 50 до 64 см с шаговым интервалом в 2 см. Модели на культю бедра левой нижней конечности построены в «зеркальном» отображении формы. Всего были построены 36 моделей посадочных колец приемной гильзы протеза бедра продольно-овальной формы в виде типоразмерного ряда.

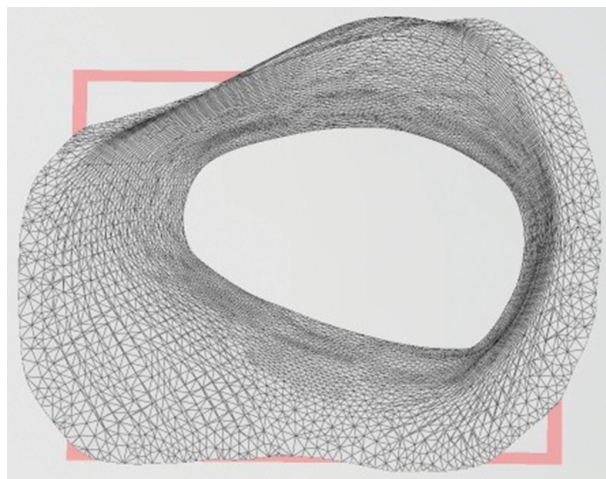


Рисунок 2. ЭГМ посадочного кольца приемной гильзы (обхват бедра на уровне пахово-промежностной складки – 50 см)

Figure 2. 3D-model of the seat ring of the socket (thigh circumference at the level of the inguinal-perineal fold - 50 cm)

Изготовленные приемные гильзы поперечно-овальной формы были смоделированы по полигональному 3D-скану культи. Приемные гильзы продольно-овальных форм для двух пациентов были смоделированы по полигональному 3D-скану культи, а для двух других пациентов были изготовлены при помощи созданных ЭГМ (из типоразмерного ряда) внутренних поверхностей продольно-овальных форм посадочного кольца приемной гильзы. Оба метода требуют наличия профессионального опыта протезиста.

Приемные гильзы изготавливались при помощи 3D-принтера, материал ПЭТГ. Сборка протеза бедра модульной конструкции проводилась в том числе с использованием модулей отечественных производителей.

Биомеханическое обследование проводилось на комплексе F-scan. Методика обследования включала регистрацию распределения давления по посадочному кольцу и стенкам приемной гильзы протеза бедра при стоянии с нагружением протеза до 50 % массы пациента, а также в установившемся режиме ходьбы на протезе бедра. Пациентам проведено биомеханическое обследование методом тензометрии с установкой тензодатчиков в приемную гильзу протеза. Первый датчик устанавливался в проекции седалищного бугра и по задней поверхности бедра; второй датчик устанавливался в области промежности и по внутренней поверхности бедра (рис. 3) [9-10].



Рисунок 3. Биомеханическое (инструментальное) обследование пациента

Figure 3. Biomechanical (instrumental) examination of the patient

На рисунке 4, а-б представлены результаты анализа тензометрии, в условных единицах, по двум датчикам в ходе функциональной пробы с нагружением протеза до 50% массы одного

из пациентов. На рисунке 4, в-г представлены результаты анализа тензометрии по двум датчикам в процессе ходьбы одного из пациентов.

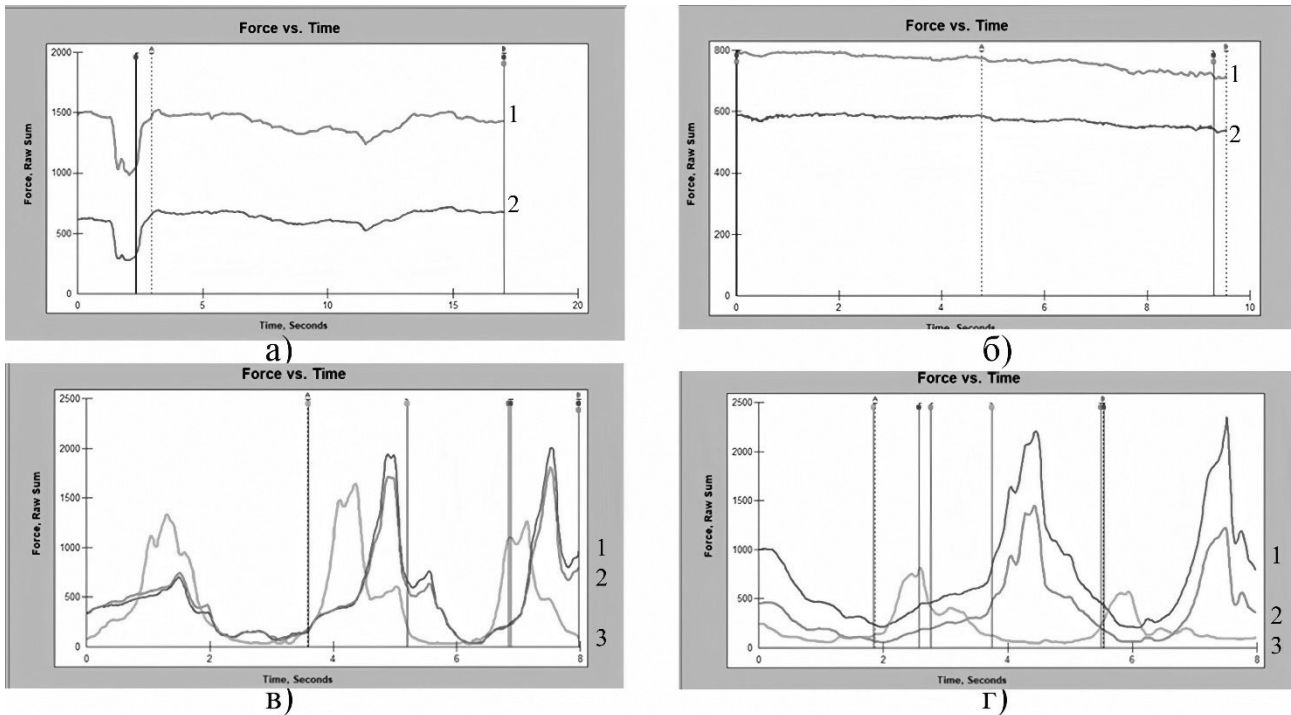


Рисунок 4. График зависимости давления от временного интервала шагового движения. Приемная гильза поперечно-овальной (а) и продольно-овальной (б) формы, распределение давления в приемной гильзе с нагружением 50% массы пациента: 1 - значения давления в проекции седалищного бугра и по задней поверхности; 2 - значения давления на медиальной поверхности.

Приемная гильза поперечно-овальной (в) и продольно-овальной (г) формы, распределение давления в приемной гильзе при ходьбе: 1 - значения давления на седалищный бугор; 2 - значения давления по задней поверхности; 3 - значения давления на медиальной поверхности

Figure 4. Graph of pressure dependence on the stepping motion time interval. The socket is transversely oval (a) and longitudinally oval (b), pressure distribution in the socket with a load of 50% of the patient's weight: 1 - pressure values in the projection of the ischial tuberosity and along the posterior surface; 2 - pressure values on the medial surface. The socket is transversely oval (c) and longitudinally oval (d), pressure distribution in the socket during walking: 1 - pressure values on the ischial tuberosity; 2 - pressure values along the posterior surface; 3 - pressure values on the medial surface

Обсуждение / Discussion

Анализ полученных данных показывает, что в приемной гильзе продольно-овальной формы давление на культю в положении стоя распределено более равномерно по регистрируемым зонам нагружения. При ходьбе наибольшая нагрузка наблюдалась в проекции седалищного бугра, что соответствует основным принципам протезирования после ампутации бедра.

Выполненное протезирование пациентов с облитерирующими заболеваниями сосудов показало, что использование приемной гильзы продольно-овальной формы, в большинстве случаев, приводит к перераспределению давления с медиальной поверхности на заднюю (дорзальную) стенку приемной гильзы и задний край

посадочного кольца, что является показателем более рационального распределения нагрузки в приемной гильзе.

Сравнительный анализ изученных параметров приемных гильз протезов бедра позволил провести функциональную оценку не только биомеханических, но и технических характеристик и различий приемных гильз.

Выводы / Summary

1) Анализ результатов при проведенном исследовании показал более рациональное распределение нагрузки на культю в приемной гильзе протеза продольно-овальной формы для пациентов, страдающих облитерирующими заболеваниями сосудов нижних конечностей.

2) Проведенный анкетный опрос пациентов подтвердил предпочтение и комфорт приемных гильз продольно-овальной формы в сравнении с поперечно-овальной формой посадочного кольца, что коррелирует с данными проведенного инструментального исследования.

3) Использование типоразмерного ряда ЭГМ посадочного кольца при моделировании приемной гильзы протеза бедра значительно облегчает работу протезиста, повышает качество, снижает общие трудозатраты и возможные риски.

Этика публикации. Представленная статья ранее опубликована не была.

Конфликт интересов. Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

- ГОСТ Р ИСО 13405-1-2018. Протезирование и ортопедия. Классификация и описание узлов протезов. Часть 1. Классификация узлов протезов. М.: Стандартинформ. – 2018.
- Баумгартнер Р. Ампутация и протезирование нижних конечностей / П.Ботта-Москва: Медицина, 2002. – 486 с.
- Золоев Г.К. Облитерирующие заболевания артерий. Хирургическое лечение и реабилитация больных с утратой конечности: монография / 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Литтерра, 2015. – 480 С., С. 17-37.
- Курдыбайло С.Ф., Широков П.С., Герасимова Г.В., Сусяев В.Г. Ампутации нижних конечностей и динамика инвалидности в Санкт-Петербурге // АФК. – 2012. – №1(49). – С. 18-20.
- Покровский А.В., Ивандаев А.С. Состояние сосудистой хирургии в России в 2016 году // Российское общество ангиологов и сосудистых хирургов. Москва. 2017. Доступен по: <http://www.angiolsurgery.org/society/situation/2016/>. (дата обращения: 13.03.2024).
- Sabolich J. Contoured adducted trochanteric-controlled alignment method (CAT-CAM): introduction and basic principles. *Clinical Prosthetics & Orthotics*. 1985;9(4):15-26.
- Тимофеев И.Л., Карпенко И.В., Якуба Е.М. Взаимодействие культи бедра с гильзой протеза и некоторые клиничко-физиологические аспекты оптимизации объемных параметров приемной гильзы // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2011. – № 4. – С. 55-58.
- Черникова М.В., Головин М.А., Янковский В.М., Щербина К.К. и др. Анализ методик моделирования внутренней поверхности приемных гильз протезов бедра по 3D-скану культи // Медицинская техника. – 2022. – № 6 (336). – С. 30-32.
- Скворцов Д.В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилотриа. М.: Т.М. Андреева, 2007. – 617 с.
- Скворцов Д.В., Поляев Б.А., Стаховская Л.В., Иванова Г.Е. Диагностика и тестирование двигательной патологии инструментальными средствами // Вестник восстановительной медицины. – 2013. – № 5(57). – С. 74-78.

References

- GOST R ISO 13405-1-2018. Protezirovanie i ortopediya. Klassifikaciya i opisaniye uzlov protezov. Chast' 1. Klassifikaciya uzlov protezov [Prosthetics and orthopaedics. Classification and description of prosthetic components. Part 1. Classification of prosthetic components.]. М.: Standartinform. 2018.
- Baumgartner R. Amputaciya i protezirovanie nizhnih konechnostej [Amputation and prosthetics of the lower limbs] P.Botta. Moskva: Medicina [Moscow: Medicina], 2002. 486 p.
- Zoloev G.K. Obliteriruyushchie zabolevaniya arterij. Hirurgicheskoe lechenie i reabilitaciya bol'nyh s utratoj konechnosti: monografiya [Obliterating diseases of the arteries. Surgical treatment and rehabilitation of patients with limb loss: monograph] / 2-e izd., pererab. i dop. [2nd ed., revised. and additional.] – Moskva: Litterra, 2015. – 480 S., S. 17-37.
- Kurdybaylo S.F., Shirokov P.S., Gerasimova G.V., Suslyayev V.G. Amputacii nizhnih konechnostej i dinamika invalidnosti v Sankt-Peterburge [Lower limb amputations and disability dynamics in St. Petersburg] // AFK []. – 2012. – №1(49). – S. 18-20.
- Pokrovskij A.V., Ivandaev A.S. Sostoyanie sosudistoj hirurgii v Rossii v 2016 godu [The state of vascular surgery in Russia in 2016] // Rossijskoe obshchestvo angiologov i sosudistyh hirurgov [Russian Society of Angiologists and Vascular Surgeons]. Moskva. 2017. Available at: <http://www.angiolsurgery.org/society/situation/2016/>. (accessed: 13.03.2024). (In Russian).
- Sabolich J. Contoured adducted trochanteric-controlled alignment method (CAT-CAM): introduction and basic principles // *Clinical Prosthetics & Orthotics*. – 1985. – Vol.9. – № 4. – P. 15-26.
- Timofeev I.L., Karpenko I.V., Yakuba E.M. Vzaimodejstvie kul'ti bedra s gil'zoy proteza i nekotorye kliniko-fiziologicheskie aspekty optimizacii ob'emnyh parametrov priemnoj gil'zy [Interaction of the femoral stump with the prosthesis socket and some clinical and physiological aspects of optimizing the volumetric parameters of the receiving socket] // *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie* [Orthopedics, traumatology and prosthetics]. – 2011. – № 4. – S. 55-58.
- Chernikova M.V., Golovin M.A., Yankovskij V.M., Shcherbina K.K., Gogolev E.A. Analiz metodik modelirovaniya vnutrennej poverhnosti priemnyh gil'z protezov bedra po 3D-skanu kul'ti [Analysis of methods for modeling the inner surface of receiving sockets of hip prostheses based on a 3D scan of the stump] // *Medicinskaya tekhnika* [Medical equipment]. – 2022. – № 6 (336). – S. 30-32.
- Skvorcov D.V. Diagnostika dvigatel'noj patologii instrumental'nymi metodami: analiz pohodki, stabilometriya [Diagnostics of motor pathology by instrumental methods: gait analysis, stabilometry.]. М.: Т.М. Андреева, 2007. 617 s.

10. Skvorcov D.V., Polyayev B.A., Stahovskaya L.V., Ivanova G.E. Diagnostika i testirovanie dvigatel'noj patologii instrumental'nymi sredstvami [Diagnostics and testing of motor pathology by instrumental means] // Vestnik vosstanovitel'noj mediciny [Bulletin of restorative medicine]. – 2013. – № 5(57). – S. 74-78.

Поступила: 19.11.2024
Принята в печать: 16.12.2024

Авторы

Головин Михаил Андреевич - руководитель отдела инновационных технологий ТСР Института протезирования и ортезирования, ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; e-mail: golovin@center-albreht.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7063-1284>.

Клименко Федор Николаевич – младший научный сотрудник отдела инновационных технологий ТСР Института протезирования и ортезирования, ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; e-mail: tniknko@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5076-6931>.

Фогт Елизавета Владимировна – руководитель отдела биомеханических исследований ОДС Института протезирования и ортезирования, ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; e-mail: fogtev@mailbox.center-albreht.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1017-6179>.

Сусляев Вадим Геннадьевич – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела инновационных технологий ТСР Института протезирования и ортезирования, ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; e-mail: vadims1964@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0651-5497>.

Петраускас Марина Владимировна – младший научный сотрудник отдела инновационных технологий ТСР Института протезирования и ортезирования, ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; e-mail: petrauskasmv@center-albreht.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9005-6259>.

Authors

Golovin Mihail Andreevich - Head of Department of innovative technology for technical means of rehabilitation of Institute of prosthetics and Orthotics, Albreht Federal Scientific and Educational Center of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: golovin@center-albreht.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7063-1284>.

Klimenko Fedor Nikolaevich – junior research assistant of Department of innovative technology for technical means of rehabilitation of Institute of prosthetics and Orthotics, Albreht Federal Scientific and Educational Center of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; 195067; e-mail: tniknko@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5076-6931>.

Fogt Elizaveta Vladimirovna – Head of the Department of Biomechanical Studies of the Musculoskeletal System of Institute of Prosthetics and Orthotics, Albreht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: fogtev@center-albreht.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1017-6179>.

Suslyaev Vadim Gennadievich - PhD in Medical Sciences (Cand. Med. Sci.), leading researcher of Department of innovative technology for technical means of rehabilitation of Institute of prosthetics and Orthotics, Albreht Federal Scientific and Educational Center of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; 195067; e-mail: vadims1964@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0651-5497>.

Petrauskas Marina Vladimirovna - junior research assistant of Department of innovative technology for technical means of rehabilitation of Institute of prosthetics and Orthotics, Albreht Federal Scientific and Educational Center of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; 195067; e-mail: petrauskasmv@center-albreht.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9005-6259>.