

ОЦЕНКА БОЛЕВОГО ФАКТОРА НА ЭТАПАХ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕ АМПУТАЦИИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Смирнова Л.М.^{1,2}, Артюшкова Л.В.¹, Суслев В.Г.^{1,3}, Иванов О.В.³, Белянин О.Л.¹

¹Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

²Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), ул. Профессора Попова, д. 5, Санкт-Петербург, 197376, Российская Федерация

³Главное бюро медико-социальной экспертизы по г. Санкт-Петербургу, Литейный пр., д. 58, лит. А, Санкт-Петербург, 191014, Российская Федерация

Резюме

Введение. Требования к характеристикам протеза и его функциональным узлам базируются на учете множества показателей состояния функций различных систем организма, в том числе и фактора боли. Согласно ГОСТ Р ИСО 8548-2-2021, при описании ампутационной культы нижней конечности наличие сильной боли или болезненности в ампутированной конечности должно быть зафиксировано с указанием локализации, частоты, продолжительности и интенсивности болевых ощущений, но в этом документе не указано какими методами следует оценить боль и каким образом использовать полученные результаты при протезировании.

Цель. Целью работы является обоснование алгоритма учета болевого фактора в усеченной конечности при протезировании.

Материалы и методы. В работе применены методы системного анализа, синтеза и аналогии. Информационно-эмпирической базой исследования явились нормативные правовые акты Российской Федерации, определяющие правила обеспечения инвалидов протезами конечностей, а также справочно-аналитические данные в этой прикладной области.

Результаты. В целях идентификации характера болевого синдрома для разработки алгоритма действий по его купированию или снижению на этапах протезирования представлена классификация характеристик боли ноцицептивного, нейропатического, ноципластического и смешенного типов, включая фантомно-болевого синдром. Проведен краткий обзор методов оценки характеристик боли и определены те из них, которые целесообразно использовать на различных этапах протезирования. Разработана таблица, определяющая медико-технические рекомендации к протезу при ноцицептивном и нейропатическом характере боли, фантомно-болевым синдроме. Разработан алгоритм действий специалистов для учета фактора боли в усеченной конечности при протезировании.

Обсуждение. Известно, что для вынесения решения по установлению инвалидности законодательно требуется учитывать только стойкие нарушения функций организма. По этой причине в направлении из медицинской организации на медико-социальную экспертизу не всегда указывается наличие болевого синдрома, в отличие от фантомно-болевого синдрома (как хронического состояния). Однако с 2023 г. в обязанности бюро медико-социальной экспертизы стало входить определение разновидностей комплектующих протеза, что требует информации о характеристиках испытываемого пациентом болевого синдрома, причем не только хронического. Другой проблемой формирования обоснованных рекомендаций к протезу является отсутствие в нормативных документах некоторых разновидностей комплектующих, выбор которых необходим с учетом наличия различных типов боли.

Заключение. Разработан алгоритм действий специалистов для учета и снижения фактора боли в усеченной конечности на различных этапах протезирования. Для обеспечения максимально возможного снижения болевого фактора у протезированного пациента целесообразно уделять большее внимание к описанию болевого синдрома в направлении на медико-социальную экспертизу, а перечень наименований комплектующих и их разновидностей в нормативных документах, используемых при формировании требований к протезу, целесообразно расширить с учетом разработанных рекомендаций к нему при ноцицептивном и нейропатическом характере боли, фантомно-болевым синдроме.

Ключевые слова: медицинская реабилитация, индивидуальная программа реабилитации, протез, нижняя конечность, болевой синдром.

Смирнова Л.М., Артюшкова Л.В., Суслев В.Г., Иванов О.В., Белянин О.Л. Оценка болевого фактора на этапах протезирования после ампутации нижней конечности // Физическая и реабилитационная медицина. – 2024. – Т. 6. – № 3. – С. 5–19. DOI: 10.26211/2658-4522-2024-6-3-5-19.

Smirnova LM, Artyushkova LV, Suslyev VG, Ivanov OV, Belyanin OL. Otsenka bolevoogo faktora na etapakh protezirovaniya posle amputatsii nizhnei konechnosti [Assessment of pain factor at the stages of prosthetics after lower limb amputation]. *Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [Physical and Rehabilitation Medicine]*. 2024; 6(3): 5–19. DOI: 10.26211/2658-4522-2024-6-3-5-19. (In Russian).

Людмила Михайловна Смирнова / Ludmila M. Smirnova; e-mail: info@diaserv.ru

ASSESSMENT OF PAIN FACTOR AT THE STAGES OF PROSTHETICS AFTER LOWER LIMB AMPUTATION

Smirnova LM^{1,2}, Artyushkova LV¹, Suslyayev VG^{1,3}, Ivanov OV³, Belyanin OL¹¹Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medial and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation²Saint Petersburg State Electrotechnical University, 5 Professora Popova Street, 197376 St. Petersburg, Russian Federation³Main Bureau of Medical and Social Expertise for the City of St. Petersburg, 58A Liteiny Ave, 191014 St. Petersburg, Russian Federation**Abstract**

Introduction. The requirements for the characteristics of the prosthesis and its functional units are based on taking into account many indicators of the state of the functions of various body systems, including pain. According to GOST ISO 8548-2-2021, when describing the amputation stump of the lower limb, the presence of severe pain or tenderness in the amputated limb should be recorded indicating the location, frequency, duration and intensity of pain, but it is not indicated what methods should be used to assess pain and how to use results obtained during prosthetics.

Aim. The purpose of the work is to substantiate an algorithm for taking into account the pain factor in a truncated limb during prosthetics.

Materials and methods. The work uses methods of system analysis, synthesis and analogy. The information and empirical basis for the study was the regulatory legal acts of the Russian Federation that define the rules for providing disabled people with prosthetic limbs, as well as reference and analytical data in this applied area.

Results. In order to identify the nature of the pain syndrome in order to develop an algorithm of actions to relieve or reduce it at the stages of prosthetics, a classification of nociceptive, neuropathic, nociplastic and displaced types of pain, phantom pain syndrome. A brief review of methods for assessing pain characteristics is carried out and those that are advisable to use at various stages of prosthetics are identified. A table has been developed that defines medical and technical recommendations for a prosthesis for nociceptive and neuropathic pain, phantom pain syndrome. An algorithm for the actions of specialists has been developed to take into account the pain factor in a truncated limb during prosthetics.

Discussion. It is known that in order to make a decision on the establishment of disability, it is legally required to take into account only persistent violations of body functions. For this reason, the presence of pain syndrome is not always indicated in the referral from a medical organization for a medical and social examination, unlike phantom pain syndrome (as a chronic condition). However, since 2023, the responsibilities of the Bureau of medical and social expertise began to include the definition of varieties of prosthetic components, which requires information about the characteristics of the pain syndrome experienced by the patient, and not only chronic. Another problem of forming reasonable recommendations for the characteristics of the prosthesis is the absence in regulatory documents of some types of components, the choice of which is necessary taking into account the presence of various types of pain.

Conclusion. An algorithm of specialists' actions has been developed to account for and reduce the pain factor in the prosthetic limb at various stages of prosthetics. In order to ensure the maximum possible reduction of the pain factor in a patient with prosthetics, it is advisable to pay more attention to the description of the pain syndrome in the direction of medical and social expertise, and it is advisable to expand the list of names of components and their varieties in regulatory documents used in the formation of requirements for a prosthesis, taking into account the developed recommendations for it with nociceptive and neuropathic pain, phantom pain syndrome.

Keywords: medical rehabilitation, an individual program of rehabilitation, prosthesis, lower limb, pain syndrome.

Publication ethics: The submitted article was not previously published.

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

Source of financing: The study had no sponsorship.

Received: 13.05.2024

Accepted for publication: 15.09.2024

Введение / Introduction

Достижение высоких результатов протезирования пациентов, перенесших ампутацию конечности, достигается на различных этапах этого процесса, в число которых входит определение вида протеза, разновидностей его комплектующих и выбор их моделей из большого ассортимента готовой продукции. Обоснованность врачебных решений на этих этапах базируется на учете множества показателей состояния различных систем

организма, которыми определяются требования к конструкционным характеристикам и функциональным свойствам протеза, а следовательно и его функциональным узлам [1]. К таким показателям относится и боль.

Как известно, различают следующие типы боли – ноцицептивную, нейропатическую, nociplasticкую [2]. Ноцицептивная боль является при действии повреждающего раздражителя на периферические болевые рецепторы,

находящиеся практически во всех тканях организма за исключением центральной нервной системы. Ее первопричинами могут быть травматические, инфекционные, дисметаболические и другие повреждения, инициирующие активацию периферических болевых рецепторов, и она быстро регрессирует на фоне приема традиционных анальгетических средств (опиоидных или неопиоидных в зависимости от интенсивности боли). Боль другого типа – нейропатическая – возникает при заболевании или повреждении периферического или центрального отделов соматосенсорной нервной системы, может персистировать даже без продолжающейся стимуляции. Она часто сопровождается тяжелыми ноцицептивными болевыми синдромами, но может встречаться и самостоятельно. При такой боли известна малая эффективность анальгетиков. Следующий тип боли – ноципластическая – возникает из-за измененной ноцицепции. При этом не удастся выявить явных признаков повреждения ткани, характерных для активации ноцицепторов, как и доказательств заболевания или повреждения соматосенсорной системы, вызывающих нейропатическую боль. Анальгетики при такой боли неэффективны. Имеется мнение специалистов, что прежний термин «дисфункциональная» лучше отражает клинические проявления ноципластической боли [3].

Сочетание компонентов перечисленных типов боли рассматривают как смешанный тип. Часто он встречается именно у пациентов с ампутированными дефектами конечности и проявляется сочетанием болевых ощущений с четкой локализацией в области культи и болевых ощущений в виде невралгий.

К смешанному типу боли относится и отдельно выделяемый фантомно-болевой синдром (ФБС). В результате сильной ноцицептивной импульсации в пред- и послеампутиационном периодах, в задних корешках спинного мозга запускается очаг гипервозбуждения и усиленная импульсация от него поступает в срединные структуры головного мозга, где возникает участок повышенного патологического возбуждения. Таким образом формируется алгическая система генерации патологически усиленной импульсации, гиперактивная и восприимчивая к различным негативным факторам, усугубляющим боль (охлаждение культи, перемена погоды, стресс и др.). Имеются исследования, в которых многообразие фантомных явлений объясняется наличием лабильных гипноидных фаз в системе «схемы тела», где представлена отсутствующая конечность, и фантомная боль рассматривается как тип сенсомоторной памяти [4]. После ампутации конечности ФБС по данным

разных авторов наблюдается у 44–90 % пациентов [5–8].

Основные методы, применяемые в медицинской практике для оценки характеристик боли, широко известны и не нуждаются в приведении примеров их использования. Тем не менее, целесообразно представить их перечисление и краткое описание в целях выбора из них наиболее подходящих для обследования протезируемых пациентов.

Интенсивность боли, как характеристику ее восприятия пациентом, оценивают применением простых в использовании методов нумерологической (числовой) рейтинговой шкалы, визуально-аналоговой шкалы (ВАШ), шкалы лиц Wong-Baker.

Для дифференциации источника боли применяют довольно трудоемкий для клинического использования опросник Мак-Гилла с тремя шкалами: сенсорной, аффективной и эвалюативной (оценка интенсивности боли), благодаря которому можно оценить основные системы формирования боли: проводящие болевые ощущения нервные волокна; структуры спинного и головного мозга; отделы в коре головного мозга, связанные с оценкой и интерпретацией боли. Имеется и менее трудоемкая сокращенная форма этого опросника (SF-MPQ-2), причем включающая дескриптор нейропатической боли [9].

Для оценки типа боли наиболее популярны Лидская шкала оценки нейропатических симптомов (LANSS), опросники painDETECT и DN4. Лидский опросник был разработан с целью дифференцирования нейропатической и ноцицептивной боли. Опросник DN4 предназначен для врачей лечебных специальностей, не являющихся неврологами, и может быть удобен для скринингового анализа нейропатической боли, painDETECT – для исследования пациентов с нейропатической и ноцицептивной болью.

В попытке объективизировать оценку боли используются также инструментальные методы.

Для объективизации субъективного отчета о боли применяется альгометрия с предъявлением болевых стимулов, нарастающих по интенсивности. Наиболее распространенным является механический тип альгометра в виде металлического стержня с пружиной и датчиком (врач надавливает на определенные точки тела стержнем, а пациент при возникновении сильной боли нажимает на специальную кнопку, тем самым фиксируя цифровое значение, которое соответствует силе механического давления). Таким образом можно выявить зоны гипералгезии, гиперестезии, аллодинии, но при умеренном поражении волокон болевой чувствительности этот метод может дать ложноотрицательный результат.

Известно, что, несмотря на зависимость интенсивности боли от степени вовлечения болевых рецепторов, при одном и том же патологическом процессе у разных людей болевые ощущения имеют значительные индивидуальные различия, и при одной и той же силе воздействия боль может оцениваться пациентом как невыносимая или как незначительная, поскольку ее ощущение является результирующей реципрокных отношений между ноцицептивной и антиноцицептивной системами, определяющими болевую чувствительность, которая обуславливается генетическими и приобретенными факторами, зависит от эмоционально-личностных особенностей субъекта, уровня его невротизации, наличия депрессивно-ипохондрических и сенестопатических проявлений.

Простым методом оценки болевой чувствительности является проба Труссо-Бонсдорфа, основанная на комплексе болевых, сенсорных и вегетативных проявлений, вызываемых ишемией и гипервентиляцией. На плечо пациента накладывается пневматическая манжетка с поддержанием в ней давления в течение 10 мин выше 10-15 мм рт. ст., затем в течение 5 мин осуществляется гипервентиляция с форсированным дыханием частотой 18–20 в минуту, при этом пациент ежеминутно отмечает степень ощущаемой боли по ВАШ.

Соотношение между субъективной оценкой боли и активностью ноцицептивных и антиноцицептивных механизмов выявляют методом ноцицептивного флексорного рефлекса (НФР, RII рефлекс) по порогу субъективного ощущения боли и порогу возникновения рефлекса, генерирующего совокупную мышечную реакцию отдергивания в ответ на болевой стимул (Wilier J, Sandrini G et al., 1993). Значение соотношения этих порогов менее 0,9-1 указывает на несоответствие между субъективной оценкой боли и активностью ноцицептивных и антиноцицептивных механизмов

Метод стимуляционной электронейромиографии – «золотой стандарт» для оценки степени и уровня поражения периферических нервов, что особенно существенно для уточнения роли нейропатического компонента в формировании болевого синдрома.

Для диагностики сенсорных нарушений при оценке боли применяют метод количественного сенсорного тестирования (КСТ) – оценки температурной, тактильной, вибрационной чувствительности посредством анализа ощущений пациента на стимулы, формируемые с помощью термозонда, волосков фон Фрея или монофиламентов, электронного виброметра. Пороги

возникновения боли и сенсорных симптомов определяют либо в единицах силы стимула (при нарастании его интенсивности), либо в единицах времени (при действии раздражителя с постоянной силой). Методы позволяют более точно охарактеризовать болевые нейропатические синдромы, количественно оценить механическую и термическую аллодинии и гипералгезии. Однако он не предназначен для оценки интенсивности боли, а отражает заинтересованность тонких волокон, и потому используется чаще всего при диабетических невропатиях.

Универсальным методом диагностики афферентных сенсорных систем головного и спинного мозга является метод соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) (Зенков Л., Ронкин М., 1991; Bromm В., 1998; Chen А., 1993). Коротколатентные компоненты дают информацию об уровне поражения нервной системы, а длиннолатентные связаны с возбуждением неспецифических систем мозга, что имеет отношение к эмоционально-афферентному компоненту восприятия боли.

Болевые ощущения, ограничивающие возможности эффективного протезирования и ухудшающие качество жизни пациента, развиваются довольно часто, что требует их оценки и определения мер по возможному купированию или снижению боли на различных этапах протезирования.

Согласно ГОСТ Р ИСО 8548-2-2021, при описании ампутационной культы нижней конечности «...наличие у протезируемого сильной боли или болезненности, например, фантомные ощущения и фантомная боль – в отсутствующей ампутированной конечности или ее части, боль из-за невромы, после физических упражнений или после использования протеза должно быть зафиксировано с указанием локализации боли, частоты и продолжительности, интенсивности болевых ощущений» [10]. При этом в документе не указано, какими методами следует оценить боль и каким образом использовать полученные результаты.

Цель / Aim

Цель статьи – обоснование алгоритма учета фактора боли в усеченной конечности при протезировании.

Результаты / Results

В настоящее время существует следующий алгоритм ведения протезируемого пациента с болевым синдромом.

Подготовка культы к протезированию начинается уже на этапе ампутации в стационаре медицинской организации (МО) на фоне продолжающейся медикаментозной терапии. На этом этапе особое

значение имеет контроль и купирование болевого синдрома.

Следует отметить, что по времени этот же этап совпадает с установлением группы инвалидности (либо категории «ребенок – инвалид») и формированием индивидуальной программы реабилитации (ИПРА). На этом этапе должен быть установлен вид протеза и определены разновидности его комплектующих. Причем по закону это должно быть выполнено не позднее трех рабочих дней после регистрации направления (форма 088/у) на медико-социальную экспертизу (МСЭ), которое МО должна направить в бюро МСЭ также в срок, не превышающий трех дней с момента проведения ампутации [11, 12].

Сложно представить, как в таких временных ограничениях специалисты могут учесть множество факторов, в т.ч. и болевой синдром, от которых зависят требования к конструкционным характеристикам и функциональным свойствам протеза и его комплектующих. Парадоксальность заключается и в том, что при таком подходе к оформлению ИПРА возникает ситуация, при которой выбор вида протеза и его комплектующих будет проводиться пациенту, культя которого еще не сформировалась (имеет неокрепшие послеоперационные рубцы, повязки и шовный материал на послеоперационной ране), и прогноз ее опороспособности, влияния пороков и болезней культи, которые следует учитывать при подборе комплектующих, не очевиден.

На наш взгляд, для обоснованного назначения разновидностей модулей протеза алгоритм ведения протезируемого пациента с болевым синдромом должен быть иным.

Определять модульный состав протеза целесообразно только после формирования культи, что предполагает соответствующее увеличение сроков направления на МСЭ.

При протезировании физиологическая боль как фактор, сигнализирующий об опасных для пациента повреждениях, и патологическая боль как патогенный повреждающий фактор тесно связаны между собой. На этапе подготовки пациента к протезированию болевое ощущение рассматривается как патогенный фактор, затрудняющий этот реабилитационный процесс, и основной

задачей оценки боли является выявление причины ее появления, разработка плана мероприятий по лечению и подготовке культи к протезированию с целью повышения его результативности. В случае сохранения болевого синдрома появляется задача разработки индивидуальных требований к протезу и разновидностям его комплектующих для предотвращения усугубления болевых ощущений при пользовании изделием, особенно при ходьбе. На этапе оценки результатов протезирования боль приобретает значение как сигнал о произошедшем или начинающемся повреждении кожных покровов или скелетно-мышечной системы, что требует принятия решений по коррекции характеристик протеза.

Перед протезированием следует выявить опросом пациента отсутствие или наличие боли в усеченной конечности, ее локализацию и интенсивность (в возрасте от 7 лет и старше – по ВАШ, в младшем возрасте, например, по шкале Уонга-Бейкера), разъяснив как от степени объективности ответов зависит качество протезирования.

Причинами болей, связанных с ампутацией и протезированием конечности могут быть: послеоперационный болевой синдром, болезненные невралгии пересеченных нервов, нейропатии, участки нейроостеофиброза, процессы дефектного рубцевания культи, формирование шпоры на ампутированном конце кости, инфекция кожи или глубоких тканей, миофасциальный синдром, ишемия конечности, ФБС, региональная или локальная гиперпрессия со стороны приемной гильзы и крепления протеза без или с повреждением кожных покровов культи/конечности, венозный застой в культе вследствие сдавливания в приемной гильзе протеза.

При стойкой боли в протезируемой конечности следует направить пациента к неврологу, травматологу и/или ангиохирургу (при ишемическом характере боли), чтобы по характеристикам болевых ощущений идентифицировать патогенез испытываемой боли (ноцицептивный, нейропатический, ноципластический, смешанный, в т.ч. фантомная боль) (табл. 1). Полезным в этом случае является также применение опросника DN4, painDETECT и сокращенной формы опросника Мак-Гилла (SF-MPQ-2).

Характеристики боли / Pain characteristics

Тип боли / Type of pain		Характеристики боли / Pain characteristics	
		распространение / spreading	болевые ощущения / painful sensations
Ноцицептивная – при поражении тканей и являющаяся следствием активации ноцицепторов	Соматическая (поверхностная – при повреждении кожных покровов или глубокая – при повреждении скелетно-мышечной системы)	Хорошо локализована и топически детерминирована (локализация соответствует месту очага патологического процесса)	Приходящая или постоянная; тупая или острая. Давящая, пульсирующая, дергающая, сверлящая, грызущая, распирающая и т.п.
	Висцеральная – при повреждении симпатически иннервируемых органов	Имеет разлитой характер, отраженная (появляющаяся в определенных дерматомах – зонах Захарьина-Геда)	Тупая с приступами обострения. Сжимающая, схваткообразная, тянущая, изнуряющая и т.п.
Нейропатическая (периферическая или центральная) является результатом повреждения нервной системы на периферическом или центральном уровне, или патологического процесса в соматосенсорной системе, может персистировать даже без продолжающейся стимуляции. Зачастую сопровождается тяжелые ноцицептивные болевые синдромы, но иногда встречается, как самостоятельный вид боли		Проекционная (в области дерматома по соответствующей корешково-сегментарной зоне из-за первичного поражения корешков); иррадиирующая (распространяющаяся с пораженной ветви нерва на другие зоны, свободные от непосредственного влияния патологического процесса)	Периодическая или постоянная. Колющая, режущая, жгучая, стреляющая, подобная удару тока, зудящая, щиплющая, давящая, пульсирующая и т.п. Часто сопровождается вегетативной симптоматикой, сенсорными феноменами (парестезией, дизестезией, гиперестезией, аллодинией, гипералгезией и т.п.). Участок кожи рядом с местом локализации боли может быть либо лишенным чувствительности, либо слишком чувствительным
Ноципластическая возникает из-за измененной ноцицепции, несмотря на отсутствие признаков повреждения ткани, вызывающего активацию ноцицепторов или доказательств заболевания или повреждения соматосенсорной системы, вызывающих нейропатическую боль		При традиционном обследовании не удается выявить причину боли или органические заболевания, которые могли бы объяснить ее происхождение	В клиническую картину включаются аллодиния, вторичная гипералгезия, что указывает на формирование центральной сенситизации и других функциональных изменений в центральной нервной системе
Фантомно-болевой синдром – смешанный тип боли с нейропатическим и ноцицептивным компонентами, механизм формирования которой представляет собой патофизиологический комплекс, в который вовлекаются периферические и центральные отделы нервной системы		Местная, иррадиирующая в отсутствующую часть конечности, в большинстве случаев в дистальных отделах фантома в местах, где имела высокая плотность иннервации и обширное корковое представительство. Может ощущаться в других конечностях, спине, шее, участвующих в компенсаторных движениях для восполнения утраченных функций ампутированной конечности	Боль по типу: – невралгической (стреляющая, рвущая, колющая, подобная удару тока, дергающая, щиплющая, режущая и т.п.); – кинестетическая – типа крампи (выкручивающая, растягивающая, сжимающая мышцы отсутствующей части конечности); – каузальгическая с превалированием вегетативной составляющей (жгучая, палящая и т.п.); – острые, неприятные ощущения при сокращении мышц культи или в покое, дизестезии; – смешанного или неопределенного характера

Как уже было отмечено, целью обследования протезируемого пациента с болевым синдромом является уточнение типа (патофизиологического механизма) боли с учетом ее источника (основного и дополнительных при их наличии), распространения и характера болевых ощущений, их интенсивности, хронизации (хроническая – более 3-х месяцев), а также факторов, приводящих к усилению или ослаблению боли.

Если выявлен ноцицептивный характер боли, важно более точно указать ее локализацию (на торце культи, в голеностопном/коленном/тазобедренном суставе, по передней/задней/медиальной/латеральной поверхности культи, другое). В этом случае может потребоваться использование механического альгометра, чтобы обнаружить зоны локализации максимальной боли, зоны с максимальной и минимальной алгической реакцией. При этом следует учитывать, что зоны гипералгезии у больных с невралгиями, каузалгиями, миофасциальным и вертеброгенными болевыми синдромами состоят из зоны аллодинии, окруженной зоной гиперестезии.

Боль ноцицептивного характера рекомендуется быстро и действенно устранять консервативным или оперативным методом (для предотвращения перехода ее в хроническую форму) и учитывать при выборе разновидностей приемной гильзы, чехла и системы крепления, амортизационных модулей [13], чтобы снизить или не допустить повышения уровня болевых ощущений и избежать дисфункции центральных ноцицептивных

и антиноцицептивных систем вследствие продолжительного периферического раздражения, что может привести к хронической нейропатической или смешанной боли.

Если по результатам обследования выяснится необходимость хирургического лечения, его следует рассматривать как относительное противопоказание к протезированию [14] и неизбежность переноса сроков протезирования. Формирование ИПРА с определением состава протеза и разновидностей комплектующих должно проводиться уже после оперативного лечения. Если же достаточно консервативного лечения, то следует принять решение о возможности совмещения его с протезированием и, следовательно, формированием ИПРА.

В случае принятия решения о возможности протезирования пациента при сохраняющейся боли ноцицептивного или нейропатического характера надо это учесть при формировании медико-технических требований к протезу (табл. 2, 3), а именно – вписать в ИПРА модули, обеспечивающие локальные разгрузки культи в зонах с наибольшей болезненностью, обладающие функциями повышенного демпфирования ударных и ротационных нагрузок (специальные накладки в приемную гильзу; силиконовые чехлы; ротационно-демпфирующие устройства; мягкий носок или пятка искусственной стопы и т.п.). Дополнительно к этому, соответствующие технологические решения рекомендуются к применению изготовителем протеза (табл. 2, 3).

Медико-технические рекомендации к протезу при ноцицептивном характере боли (указанные в таблице рекомендации не отменяют и не заменяют потребность в медикаментозном и немедикаментозном лечении болевого синдрома) / Medical and technical recommendations for a prosthesis for nociceptive pain (the recommendations indicated in the table do not cancel or replace the need for drug and non-drug treatment of pain syndrome)

Ноцицептивные боли / Nociceptive pains	Медико-технические рекомендации к протезу / Medical and technical recommendations for the prosthesis	
	в ИПРА в составе протеза назначать / prescribed as part of a prosthesis:	рекомендации протезисту / recommendations for the prosthetist
Боли в культе ишемического характера (ишемия культи при хроническом венозном отеке и/или хроническая артериальная недостаточность) [15]	<ul style="list-style-type: none"> – силиконовые сополимерно-полиуретановые или силикон-гелевые вкладные гильзы и чехлы; – при подборе силиконового чехла выбор «равного» или на размер большего, по сравнению с результатом обмера культи; – комбинированную приемную гильзу; – регулируемую (разъёмную) приемную гильзу, допускающую самостоятельную (пациентом) коррекцию или настройку объема; – модули протеза с облегченной массой; – обязательно дополнительное крепление (например бандаж) для улучшения управляемости и снижения поршнеобразного движения приемной гильзы 	<ul style="list-style-type: none"> – целесообразно изготовить приемную гильзу с чехлом на культю большего размера, глубокой посадкой с продольно-овальной формой посадочного кольца, без давления в проекции сосудисто-нервного пучка; – выполнить плавные отвалы верхнего края приемной гильзы; – в протезе стопы при ишемической боли культи стопы – изготовить удлиненную приемную гильзу до уровня КС для снижения осевой разгрузки на культю
Боли, связанные с контрактурами в тазобедренном суставе (ТБС), коленном суставе (КС), голеностопном суставе (ГСС), вальгусной/варусной деформацией КС, рекурвацией КС, короткой культей голени, деформирующим артрозом КС	<ul style="list-style-type: none"> – манжету на бедро в комплекте в протезе голени; – предпочтительно шарнирную (псевдошарнирную) стопу с регулируемой жесткостью пяточного отдела 	<ul style="list-style-type: none"> – корректировать схему сборки протеза с учетом контрактур ТБС, КС, ГСС (в протезе стопы); – заменять приемную гильзу и изготавливать ее с учетом контрактуры ТБС, КС, ГСС (в протезе стопы)
Боль, связанная с инородными телами в культе, неконсолидированным переломом, хроническим остеомиелитом в усеченной конечности, выстоянием или необработанным опилом кости под кожей	<ul style="list-style-type: none"> – полимерные (силиконовые, гелевые) чехлы; – комбинированную гильзу (например, с вкладной эластичной и несущей – жесткой) или регулируемую (разъёмную), допускающую самостоятельную (пациентом) коррекцию или настройку внешнего давления и опоры; – индивидуальные силиконовые вкладыши; – торсионно-демпфирующие устройства 	<ul style="list-style-type: none"> – целесообразно изготовить приемную гильзу без давления в проекции болезненных участков культи, связанных с инородными телами, неконсолидированным переломом, остеомиелитом в усеченной конечности, выстоящим или необработанным опилом кости
Боли в культе после межподвздошно-брюшной ампутации (МБА), вычленения бедра, при чрезмерно короткой культе бедра (при разрыве симфиза, переломах тазового кольца)	<ul style="list-style-type: none"> – торсионно-демпфирующее устройство, амортизатор; – эластичные амортизирующие элементы (в полость приемной гильзы) – силиконовые или пневматические подушки; – комбинированную приемную гильзу-полукорсет 	<ul style="list-style-type: none"> – полукорсет изготавливать с завышенными стенками с захватом нижних ребер грудной клетки до 1/3; – разгружать половину таза со стороны усеченной конечности (например, при помощи жесткого вертлуга к корсету), поясничного отдела позвоночника
Иррадирующие в культю боли, связанные с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями и травмами позвоночника или суставов [16]	<ul style="list-style-type: none"> – корсет на грудо-поясничный, пояснично-крестцовый отделы позвоночника (разгружающий); – в протезе голени – разгружающая манжета на бедро (для осевой разгрузки) 	<ul style="list-style-type: none"> – корсет на грудо-поясничный, пояснично-крестцовый отделы должен стабилизировать, фиксировать и разгружать позвоночник; – удлиненная приемная гильза до уровня КС должна стабилизировать, фиксировать ГСС и обеспечивать осевую разгрузку усеченной конечности

Медико-технические рекомендации к протезу при нейропатическом характере боли (указанные в таблице рекомендации не отменяют и не заменяют потребность в медикаментозном и немедикаментозном лечении болевого синдрома) / Medical and technical recommendations for a prosthesis for neuropathic pain (the recommendations indicated in the table do not cancel or replace the need for drug and non-drug treatment of pain syndrome)

Нейропатические боли / Neuropathic pains	Медико-технические рекомендации к протезу / Medical and technical recommendations for the prosthesis	
	В ИПРА в составе протеза назначать / Prescribed as part of a prosthesis	Рекомендации протезисту / Recommendations for the prosthetist /
Проекционные боли, комплексный регионарный болевой синдром	<ul style="list-style-type: none"> – дополнительные элементы крепления протеза (бандажи, силиконовые чехлы с двухточечной фиксацией); – амортизирующие модули, торсионные устройства; – искусственную стопу с регулируемой амортизацией пяточного отдела; – манжету на бедро в протезе голени для снижения осевой нагрузки на культю и повышения стабильности КС; 	<ul style="list-style-type: none"> – в протезе стопы – добиваться снижения нагрузки на культю стопы за счет удлиненной приемной гильзы до уровня КС; – в протезе бедра – выбирать модули колена с амортизационным подгибанием или повышенной подкосоустойчивостью и автофиксацией под нагрузкой;
Боль, связанная с невриномой в усеченной конечности	<ul style="list-style-type: none"> – полимерные (силиконовые, гелевые) чехлы; – комбинированную гильзу (например, вкладную эластичную и несущую жесткую); – регулируемую (разъёмную) приемную гильзу, допускающую самостоятельную коррекцию или настройку внешнего давления и опоры; – индивидуальные вкладные элементы; – индивидуальные силиконовые вкладыши 	<ul style="list-style-type: none"> – снижать риск воздействия факторов, инициирующих болевой синдром; – предотвращать или снижать локальные нагрузки в проекции болезненной невromы; – уменьшать жесткость стопы и корректировать схему сборки протеза для снижения нагрузки на болезненные участки культи; – снижать амплитуду поршнеобразных движений культи (за счет дополнительных креплений протеза)

Особенно тяжелым считается ФБС – мучительная психологически и физически хроническая боль [17]. У пациента при этом формируются две реальности – отсутствие конечности и переживание дискомфортных ощущений в ней и боли. Однако легкий или умеренно выраженный ФБС не препятствует протезированию. Более того, имеются сведения о том, что использование протеза способствует уменьшению фантомной боли [18, 19].

Проведенный нами анализ диагнозов в протоколах МСЭ за 2023 г. по Санкт-Петербургу показал, что в большей доле из них (36 %) имеются записи о наличии фантомной боли при ампутированном дефекте нижней конечности у граждан, освидетельствуемых впервые (рис. 1). Однако эта боль не была столь выраженной, чтобы препятствовать протезированию.



Рисунок 1. Распределение выраженности фантомных болей при ампутированном дефекте нижней конечности у граждан, освидетельствуемых впервые (результат анализа протоколов МСЭ за 2023 г. по Санкт-Петербургу)

Figure 1. Distribution of the severity of phantom pain in cases of amputation defect of the lower limb in citizens examined for the first time (the result of the analysis of the MSE protocols for 2023 in St. Petersburg)

У большинства больных ФБС регрессирует в течение первого года после ампутации, однако у 10 % он является устойчивым в течение многих лет, и со временем интенсивность боли может даже усиливаться.

Для лечения ФБС применяют как медикаментозные, так и немедикаментозные методы лечения, среди которых электростимуляция, рефлексотерапия (иглорефлексотерпия, акупрессура и др.), зеркалотерапия, фантомно-импульсивная гимнастика, аутогенная тренировка, психотерапия, в т.ч. с использованием эмпатотехники и с введением в гипнотическое состояние [20].

При длительном существовании ФБС остальные участки тела сенсibiliзируются с формированием так называемых «триггерных зон» с той же или противоположной стороны тела с повышенной чувствительностью, при прикосновении к которым происходит резкое усиление боли в фантомной конечности. Также боль может

ощущаться в других конечностях, спине, шее, участвующих в компенсаторных движениях тела для восполнения утраченных функций ампутированной конечности. ФБС может быть постоянным или возникать в виде приступов длительностью от нескольких секунд до нескольких часов, с частотой от нескольких атак в день до промежутков между приступами до года. Причем имеется прямая взаимозависимость между частотой возникновения ФБС и продолжительностью воздействия таких негативных факторов, как раздражение нерва в культе костными образованиями, наличие невротомы, которая становится источником раздражения нервных волокон и болевых ощущений. При снятии протеза фантомные боли различной интенсивности могут сохраняться и препятствовать пользованию протезом.

Каким образом следует учитывать наличие ФБС при определении медико-технических рекомендаций к протезу указано в таблице 4.

Таблица 4 / Table 4

Медико-технические рекомендации к протезу при фантомно-болевым синдроме (указанные в таблице рекомендации не отменяют и не заменяют потребность в медикаментозном и не медикаментозном лечении болевого синдрома) / Medical and technical recommendations for a prosthesis for phantom-pain syndrome (the recommendations indicated in the table do not cancel or replace the need for drug and non-drug treatment of pain syndrome)

В ИПРА в составе протеза назначать: Prescribed as part of a prosthesis:	Рекомендации протезисту: Recommendations for the prosthetist:
<ul style="list-style-type: none"> – полимерные чехлы, в т.ч. чехлы на культю с элементами экранирования электромагнитных излучений (природных и искусственных); – дополнительные крепления протеза (бандажи, пояс, полупояс и т.п.) к телу. 	<ul style="list-style-type: none"> – устранять факторы, инициирующие ФБС; – использовать чехлы с элементами экранирования от электромагнитных излучений (в т.ч. силиконовые); – недопускать дефицита внутригильзового пространства, избыточной жесткости стопы и некорректной схемы сборки протеза, способствующих формированию нагрузок на зоны культи, срабатывающих как триггер, «запускающий ФБС»; – предотвращать поршнеобразные движения культи в протезе, например дополнительными креплениями протеза.

Что касается ноципластической боли, из-за низкого риска ее усугубления при использовании протеза, ее не следует рассматривать как препятствие к протезированию и как фактор, влияющий на выбор разновидностей комплектующих протеза. Более того, пользование протезом может даже облегчать такую боль за счет переключения внимания пациента.

На этапе оценки результатов протезирования боль следует учитывать как сигнал, указывающий

на необходимость выявления и устранения ее причины (со стороны состояния пациента или со стороны дефекта протеза), принятия соответствующих решений.

Такой, на наш взгляд, рациональный алгоритм действий специалистов для учета фактора боли в усеченной конечности при протезировании представлен на рисунке 2.

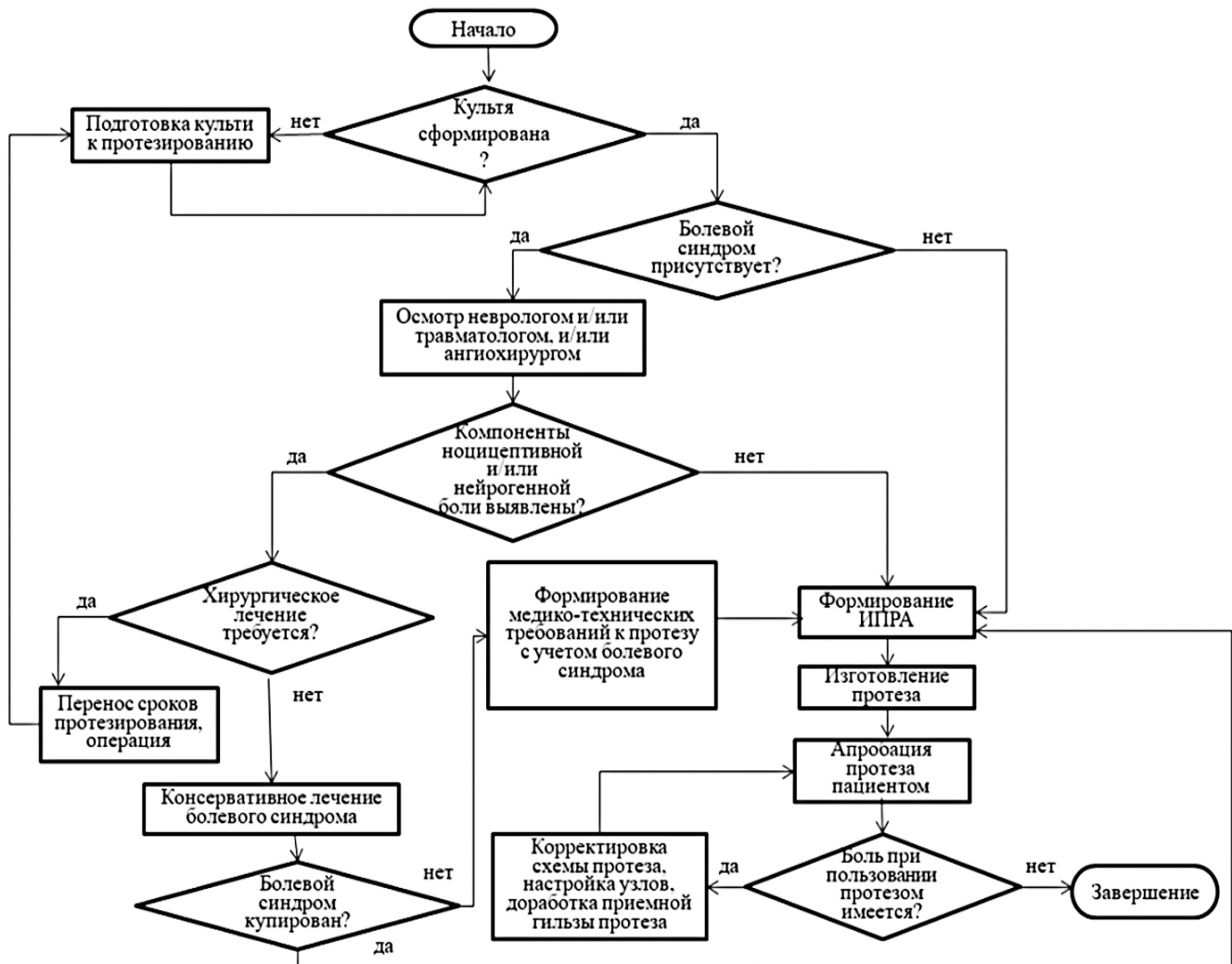


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма учета фактора боли при протезировании

Figure 2. Block diagram of the algorithm for taking into account the pain factor during prosthetics

Обсуждение / Discussion

Известно, что для вынесения решения по установлению инвалидности законодательно требуется учитывать только стойкие нарушения функций организма после проведения всех необходимых диагностических и лечебных мероприятий. В частности, по этой причине в диагнозе, вписанном в направлении на МСЭ (форма 088/у), наличие болевого синдрома может не указываться, в отличие от ФБС, который принято считать как хроническое состояние. В то же время, с 2023 г., согласно Приказу Минтруда России от 27.04.2023 № 342н [14] и Письму Федерального бюро МСЭ от 01.08.2023 № 44372.ФБ.77/2023 [21], в обязанности бюро МСЭ стало входить указание в ИПРА разновидностей комплектующих протеза, определяющих их конструкционные

и функциональные особенности, что, как уже было указано, должно учитывать наличие, интенсивность и патогенетическую основу болевого синдрома, причем не только хронического. Для решения этой проблемы, связанной с новыми требованиями к МСЭ указывать в ИПРА разновидности комплектующих протеза, целесообразно уделять большее внимание к описанию болевого синдрома в форме 088/у.

Другой проблемой формирования в ИПРА обоснованных рекомендацией к протезу является отсутствие некоторых разновидностей комплектующих в Справочнике параметров протезов (часть III Приложения к письму Федерального бюро МСЭ от 01.08.2023 № 44372.ФБ.77/2023) [21], выбор которых необходим с учетом болевого фактора (см. табл. 2-4). Для модульных протезов

в Справочнике перечислены комплектующие: «приемная гильза», «приемная гильза – полукорсет», «вкладная гильза из силикона», «вкладная гильза из вспененного полимера», «стопа», «стопа протеза для купания», «коленный модуль», «коленный модуль протеза для купания», «тазобедренный модуль»; «торсионное устройство», «торсионно-демпферное устройство», «устройство переключателя высоты каблука», «поворотное устройство», «гидравлическая щиколотка с регулировкой флексий», «крепление», «жесткая облицовка», «мягкая облицовка». При этом перечислены следующие разновидности комплектующих:

– для приемной гильзы – «жесткая», «комбинированная – с жесткой несущей гильзой и внутренней полужесткой», «комбинированная с системой регулировки культи»;

– для стопы – «бесшарнирная», «шарнирная», «шарнирная с регулировочно-соединительным устройством», «из композиционных материалов – энергосберегающая», «с микропроцессорным управлением»;

– для стопы протеза для купания – «бесшарнирная», «из композиционных материалов», «влагозащищенная», «противоскользящее покрытие»;

– для коленного модуля – «с механическим управлением для 1-4 уровня двигательной активности (ДА)», «с пневматическим управлением для 2-3/2-4 уровня ДА», «с гидравлическим управлением для 2-3/2-4 уровня ДА», «с микропроцессорным управлением», «с микропроцессорным управлением», «с микропроцессорным управлением влагозащищенный»;

– для коленного модуля для купания – «с механическим управлением для 1-4 уровня ДА», «с гидравлическим управлением для 2-4 уровня ДА», «влагозащищенный»;

– для тазобедренного модуля – «с механическим управлением для 1-3 уровня ДА»; «с гидравлическим управлением»; «с гидравлическим управлением для 2-3 уровня ДА»;

– для крепления – «вакуумный клапан», «вакуумное», «замок полимерного чехла», «бандаж-наколенник силиконовый», «бандаж-наколенник силиконовый и вакуумный клапан», «бандаж-наколенник силиконовый и замок полимерного чехла», «вакуумное», «бандаж», «манжета на бедро», «полукорсет», «кожаное – пояс-уздечка», «анатомическое», «индивидуальное», «влагозащищенное».

По этой причине целесообразным является расширение перечня наименований комплектующих и их разновидностей в нормативных документах, чтобы обеспечить максимально возможное снижение болевого фактора у протезированного

пациента за счет соблюдения разработанных медико-технических рекомендаций к протезу при ноцицептивном и нейропатическом характере боли, фантомно-болевым синдроме.

Заключение / Conclusion

Болевой синдром после ампутации конечности имеет сложную полиэтиологическую структуру. Поэтому нацеленность на устранение или снижение интенсивности боли в усеченной конечности на различных этапах подготовки и сопровождения протезирования требует комплексного и скоординированного участия междисциплинарной бригады, включающей врачей различных специальностей, в т. ч. невропатологов, нейрохирургов, травматологов-ортопедов, ангиохирургов, врачей физической и реабилитационной медицины.

Алгоритм действий специалистов для учета фактора боли в усеченной конечности при протезировании должен включать оперативные и консервативные медикаментозные и немедикаментозные методы лечения на этапе подготовки культи к протезированию, принятие врачебных решений о возможности протезирования или необходимости переноса его сроков, определение медико-технических требований к протезу и выбору разновидностей его комплектующих в условиях неснятого болевого синдрома, апробацию протеза пациентом в пробной носке, принятие и исполнение решений по коррекции приемной гильзы и рациональной настройке протеза для снижения болевого фактора при использовании изделия.

Для обеспечения максимально возможного снижения болевого фактора у протезированного пациента целесообразно уделять большее внимание к описанию болевого синдрома в направлении на МСЭ (форма 088/у), а перечень наименований комплектующих и их разновидностей в нормативных документах, используемых при формировании требований к протезу, целесообразно расширить с учетом разработанных медико-технических рекомендаций к протезу при ноцицептивном и нейропатическом характере боли, фантомно-болевым синдроме.

Литература

1. Смирнова Л.М., Пономаренко Г.Н., Суляев В.Г. Методология и информационно-измерительная система для персонализированного синтеза протезов нижних конечностей // Информационно-управляющие системы. – 2021. – № 6(115). – С. 64–74. DOI:10.31799/1684-8853-2021-6-64-74.
2. Клинические рекомендации – Хронический болевой синдром (ХБС) у взрослых пациентов, нуждающихся в паллиативной медицинской

- помощи – 2023. Доступен по: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/400_2. (дата обращения: 03.05.2024).
3. Кукушкин М.Л., Яхно Н.Н., Чурюканов М.В., Давыдов О.С. и др. Нociпластическая боль – новый дескриптор или упрощенный взгляд на проблему боли? // Российский журнал боли. – 2018. – №2. – С. 269-270.
 4. Flor H, Birbaumer N. Phantom-limb pain: cortical plasticity and novel therapeutic approaches. *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2000;13(5):561-4. DOI: 10.1097/00001503-200010000-00013.
 5. Чегуров О.К., Колесников С.В., Колесникова Э.С., Скрипников А.А. Фантомно-болевого синдром: патогенез, лечение, профилактика (обзор литературы) // Гений Ортопедии. – 2014. – № 1. – С. 89-93.
 6. Осипова Н.А., Собченко Л.А. Постампутационный фантомный болевой синдром: медицинские и социальные проблемы // Анестезиология и реаниматология. – 2011. – № 6. – С. 41-43.
 7. Giummarra MJ, Moseley GL. Phantom limb pain and bodily awareness: current concepts and future directions. *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2011;24(5):524-31. DOI: 10.1097/ACO.0b013e32834a105f.
 8. Manchicant L, Singh V. Managing phantom pain. *Pain Physician* 2004;7(3):365-75.
 9. Бахтадзе М.А., Болотов Д.А., Кузьминов К.О., Захарова О.Б. и др. Лингвистическая адаптация второй сокращенной формы Мак-Гилловского болевого опросника // Российский журнал боли. – 2015. – №2. – С. 26-29.
 10. ГОСТ Р ИСО 8548-2-2021. Протезирование и ортезирование. Дефекты конечностей. Часть 2. Метод описания ампутационной культы нижней конечности. М.: Стандартинформ, 2021. – 21 с.
 11. Об утверждении Порядка организации и деятельности федеральных учреждений медико-социальной экспертизы / Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 30.12.2020 № 979н. Доступен по: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400751882/>. (дата обращения: 03.05.2024).
 12. О признании лица инвалидом (вместе с «Правилами признания лица инвалидом») / Постановление Правительства РФ № 588 от 5 апреля 2022 г. (ред. от 24.01.2023). Доступен по: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_413991/. (дата обращения: 03.05.2024).
 13. Смирнова Л.М., Суляев В.Г., Янковский В.М., Большаков В.А. Персонафицированный синтез протеза нижней конечности: требования к назначению амортизационных модулей со стратегией на импортозамещение // Физическая и реабилитационная медицина. – 2023. – Т. 5. – № 3. – С. 8-19. DOI: 10.26211/2658-4522-2023-5-3-8-19.
 14. Об утверждении перечня показаний и противопоказаний для обеспечения инвалидов техническими средствами реабилитации / Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 27.04.2023 № 342н. Доступен по: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202306080006>. (дата обращения: 03.05.2024).
 15. Золотов Г.К. Облитерирующие заболевания сосудов. Медицина, 2015. – 480 с.
 16. Хохлова О.И., Васильченко Е.М., Берман А.М. Роль классических факторов риска остеоартрита коленного сустава при односторонней трансстибиальной ампутации // Казанский медицинский журнал. – 2021. – Т. 102. – № 6. – С. 893-901.
 17. Чегуров О.К., Колесников С.В., Колесникова Э.С., Скрипников А.А. Фантомно-болевого синдром: патогенез, лечение, профилактика // Гений ортопедии. – 2014. – № 1. – С. 89-92.
 18. Murray CD, Pettifer S, Howard T, Patchick EL, et al. The treatment of phantom limb pain using immersive virtual reality: three case studies. *Disabil Rehabil.* 2007;29(18):1465-9. DOI: 10.1080/09638280601107385.
 19. Reinersmann A, Haarmeyer GS, Blankenburg M, Frettlöh J, et al. Vergleichbare Störung des Körperschemas bei Patienten mit komplexem regionalem Schmerzsyndrom (CRPS) oder Phantomschmerz [Comparable disorder of the body schema in patients with complex regional pain syndrome (CRPS) and phantom pain]. *Schmerz.* 2011;25(5):558-62. German. DOI: 10.1007/s00482-011-1048-x.
 20. Сайко А.В. Современное состояние проблемы фантомной боли // Міжнародний неврологічний журнал. – 2018. – Т. 98. – № 4. – С. 84-95. DOI: 10.22141/2224-0713.4.98.2018.139430.
 21. О направлении справочников параметров технических средств реабилитации, в том числе протезов верхних и нижних конечностей / Письмо ФБ МСЭ от 01.08.2023 № 44372 ФБ.77/2023 руководителям – главным экспертам по медико-социальной экспертизе по субъектам Российской Федерации (по списку). Доступен по: https://www.invalidnost.com/MSE/FB/2023/TSR/pismo_fb_44372_fb_77_2023full.pdf. (дата обращения: 03.05.2024).

References

1. Smirnova LM, Ponomarenko GN, Suslyayev VG. Metodologiya i informacionno-izmeritel'naya sistema dlya personificirovannogo sinteza protezov nizhnix konechnostej [Methodology and information-measuring system for personalized synthesis of lower limb prostheses]. *Informacionno-upravlyayushhie sistemy [Information and Control Systems]*. 2021;115(6):64-74. DOI:10.31799/1684-8853-2021-6-64-74. (In Russian).
2. Klinicheskie rekomendacii. Xronicheskij bolevoi sindrom (XBS) u vzrosly'x pacientov, nuzhdayushhixsya v palliativnoj medicinskoj pomoshhi [Clinical recommendations. Chronic pain syndrome (CBS) in adult patients in need of palliative care]. 2023. Available at: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/400_2. (accessed 03.05.2024). (In Russian).
3. Kukushkin ML, Yakhno NN, Churyukanov MV, Davydov OS, et al. Notsiplasticheskaya bol' – novyi deskriptor ili uproshchennyi vzglyad na problemu boli? [Nociplastic pain is a new descriptor or a simplified view of the problem of pain]. *Rossiiskii zhurnal boli [Russian Journal of Pain]*. 2018;2:269-70. (In Russian).
4. Flor H, Birbaumer N. Phantom-limb pain: cortical plasticity and novel therapeutic approaches. *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2000;13(5):561-4. DOI: 10.1097/00001503-200010000-00013.

5. Chegurov OK, Kolesnikov SV, Kolesnikova E`S, Skripnikov AA, et al. Fantomno-bolevoj sindrom: patogenez, lechenie, profilaktika (obzor literatury`) [Phantom pain syndrome: pathogenesis, treatment, prevention (literature review)]. *Genij Ortopedii* [Orthopedic Genius]. 2014;1:89-93. (In Russian).
6. Osipova NA, Sobchenko LA. Postamputacionny`j fan-tomny`j bolevoj sindrom: medicinskie i social`ny`e problemy` [Post-amputation phantom pain syndrome: medical and social problems]. *Anesteziologiya i reanimatologiya* [Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology]. 2011;6:41-43. (In Russian).
7. Giunmarra MJ, Moseley GL. Phantom limb pain and bodily awareness: current concepts and future directions. *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2011;24(5):524-31. DOI: 10.1097/ACO.0b013e32834a105f.
8. Manchicant L, Singh V. Managing phantom pain. *Pain Physician.* 2004;7(3):365-75.
9. Baxtadze MA, Bolotov DA, Kuz`minov KO, Zaxarova OB, et al. Lingvisticheskaya adaptaciya vtoroj sokrashhennoj formy` Mak-Gillovskogo bolevoogo oprosnika [Linguistic adaptation of the second abbreviated form of the McGill Pain Questionnaire]. *Rossiiskii zhurnal boli* [Russian Journal of Pain]. 2015;2:26-9. (In Russian).
10. GOST R ISO 8548-2-2021. Protezirovanie i ortezirovanie. Defekty` konechnostej. Chast` 2. Metod opisaniya amputacionnoj kul`ti nizhnej konechnosti [Prosthetics and orthotics. Limb deficiencies. Part 2. Method of describing lower limb amputation stumps]. Moskva: Standartinform [Moscow: Standartinform], 2021. 21 p. (In Russian).
11. Ob utverzhdenii Poryadka organizacii i deyatel`nosti federal`ny`x uchrezhdenij mediko-social`noj e`kspertizy [On approval of the Procedure for the organization and activities of federal institutions of medical and social expertise]. *Prikaz Ministerstva truda i social`noj zashchity` Rossijskoj Federacii* ot 30.12.2020 N 979n [The Order of Ministry of Labor of Russian Federation N 979n of December 30, 2020]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400751882/>. (accessed 03.05.2024). (In Russian).
12. O priznanii licza invalidom (vmeste s "Pravilami priznaniya licza invalidom") [On recognizing a person as a disabled person (together with the "Rules for recognizing a person as a disabled person")]. *Postanovlenie Pravitel`stva RF* N 588 ot 5 aprelya 2022 g. (red. ot 24.01.2023) [Decree of the Government of the Russian Federation N 588 of April 5, 2022 (edit. Of January 24, 2023)]. Available at: [https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_413991/\(data_obraheniya:03.05.2024\)](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_413991/(data_obraheniya:03.05.2024)). (In Russian).
13. Smirnova LM, Suslyayev VG, Yankovsky VM, Bolshakov VA. Personificirovannyj sintez proteza nizhnej konechnosti: trebovaniya k naznacheniyu amortizacionnyh modulej so strategiej na importozameshchenie [Personalized synthesis of lower prosthesis limb: requirements for the purpose of shock absorber modules with a strategy for import substitution]. *Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina* [Physical and Rehabilitation Medicine]. 2023;5(3):8-19. DOI: 10.26211/2658-4522-2023-5-3-8-19. (In Russian).
14. Ob utverzhdenii perechnya pokazanii i protivopokazanii dlya obespecheniya invalidov tekhnicheskimi sredstvami reabilitatsii [On approval of the list of indications and contraindications for providing disabled people with technical means of rehabilitation]. *Prikaz Mintruda Rossii* ot 27.04.2023 N 342n [The Order of Ministry of Labour of Russia of April 27, 2023 N 342n]. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202306080006>. (accessed 03.05.2024). (In Russian).
15. Zoloev GK. Obliteriruyushhie zabolovaniya sosudov [Obliterating vascular diseases]. *Medicina*, 2015. 480 p. (In Russian).
16. Xoxlova OI, Vasil`chenko EM, Berman AM. Rol` klassicheskix faktorov riska osteoartrita kolennogo sustava pri odnostoronnej transtibial`noj amputacii [The role of classical risk factors for osteoarthritis of the knee joint in unilateral transtibial amputation]. *Kazanskij medicinskij zhurnal* [Kazan Medical Journal]. 2021;102(6):893-901. (In Russian).
17. Chegurov OK, Kolesnikov SV, Kolesnikova E`S, Skripnikov AA. Fantomno-bolevoj sindrom: patogenez, lechenie, profilaktika [Phantom pain syndrome: pathogenesis, treatment, prevention]. *Genij ortopedii* [Orthopedic Genius]. 2014;1:89-92. (In Russian).
18. Murray CD, Pettifer S, Howard T, Patchick EL, et al. The treatment of phantom limb pain using immersive virtual reality: three case studies. *Disabil Rehabil.* 2007;29(18):1465-9. DOI: 10.1080/09638280601107385.
19. Reinersmann A, Haarmeyer GS, Blankenburg M, Frettlöh J, et al. Vergleichbare Störung des Körperschemas bei Patienten mit komplexem regionalem Schmerzsyndrom (CRPS) oder Phantomschmerz [Comparable disorder of the body schema in patients with complex regional pain syndrome (CRPS) and phantom pain]. *Schmerz.* 2011;25(5):558-62. German. DOI: 10.1007/s00482-011-1048-x.
20. Sajko AV. Sovremennoe sostoyanie problemy` fantomnoj boli [The current state of the problem of phantom pain]. *Mizhnarodnij nevrologichnij zhurnal* [International neurological journal]. 2018;98(4):84-95. DOI: 10.22141/2224-0713.4.98.2018.139430. (In Russian).
21. O napravlenii spravochnikov parametrov texnicheskix sredstv reabilitacii, v tom chisle protezov verxnix i nizhnix konechnostej [On the direction of reference books of parameters of technical means of rehabilitation, including upper and lower limb prostheses]. *Pis`mo FB MSE`* ot 01.08.2023 N 44372 FB.77/2023 rukovoditelyam – glavny`m e`kspertam po mediko-social`noj e`kspertize po sub`ektam Rossijskoj Federacii (po spisku) [The Letter from Federal Bureau of Medical and Social Expertise to heads-chief experts of medical and social expertise by subjects of Russian Federation N 44372 FB.77/2023 of August 1, 2023 (by list)]. Available at: https://www.invalidnost.com/MSE/FB/2023/TSR/pismofb_44372.fb.77_2023full.pdf. (accessed: 03.05.2024). (In Russian).

Авторы

Смирнова Людмила Михайловна — доктор технических наук, ведущий научный сотрудник 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; профессор кафедры биотехнических систем, ФГАОУ ВО СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), ул. Профессора Попова, д. 5, Санкт-Петербург, 197376, Российская Федерация; e-mail: info@diaserv.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4373-9342>.

Артюшкова Людмила Васильевна — младший научный сотрудник 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: semart0217@inbox.ru.

Суслев Вадим Геннадиевич — кандидат медицинских наук, врач по МСЭ отдела экспертно-реабилитационной диагностики, ФКУ «Главное бюро медико-социальной экспертизы по г. Санкт-Петербургу», Литейный пр., д. 58, лит. А, Санкт-Петербург, 191014, Российская Федерация; 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>.

Иванов Олег Валентинович — начальник отдела экспертно-реабилитационной диагностики, ФКУ «Главное бюро медико-социальной экспертизы по г. Санкт-Петербургу», Литейный пр., д. 58, лит. А, Санкт-Петербург, 191014, Российская Федерация; e-mail: digitalis2@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0002-9242-5868>.

Белянин Олег Леонидович — ведущий научный сотрудник 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: belynin.oleg41@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6019-8053>.

Authors

Smirnova Ludmila Mikhailovna – Grand PhD in Medical sciences (Dr. Med. Sci.), leading researcher of the Department of Biomechanical Studies of the Musculoskeletal System of Institute of Prosthetics and Orthotics, Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; Professor of Department of Biomedical Engineering, St. Petersburg Electrotechnical University, 5 Professora Popova Street, 197376 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: info@diaserv.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4373-9342>.

Artyushkova Ludmila Vasilievna – junior researcher of the Department of Biomechanical Studies of the Musculoskeletal System of Institute of Prosthetics and Orthotics, Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: semart0217@inbox.ru.

Suslyev Vadim Gennadievich – PhD in Medical sciences (Cand. Med. Sci.), leading researcher of the Department of Expert Rehabilitation Diagnostics, Federal government institution “Main Bureau of Medical and Social Expertise for the City of St. Petersburg”, 58A Liteiny Ave, 191014 St. Petersburg, Russian Federation; leading researcher of Department of innovative technology for technical means of rehabilitation of Institute of Prosthetics and Orthotics, Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: vadims1964@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0651-5497>.

Ivanov Oleg Vladimirovich — Head of the Department of Expert Rehabilitation Diagnostics, Federal government institution “Main Bureau of Medical and Social Expertise for the City of St. Petersburg”, 58A, Liteiny Ave, 191014 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: digitalis2@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0002-9242-5868>.

Belyanin Oleg Leonidovich, leading researcher of the Department of biomechanical research of the musculoskeletal system of Institute of Prosthetics and Orthotics, Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: belynin.oleg41@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6019-8053>.