

## Ранняя протезно-ортопедическая помощь как основа медицинской реабилитации детей с врождёнными и ампутационными дефектами нижних конечностей

В.Г. Сусляев<sup>1,2</sup>, К.К. Щербина<sup>1</sup>, Л.М. Смирнова<sup>1,3</sup>, Ю.И. Замилацкий<sup>1</sup>, А.А. Кольцов<sup>1</sup>,  
А.В. Сокуров<sup>1</sup>, Т.В. Ермоленко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта»

Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Федеральное казённое учреждение "Главное бюро медико-социальной экспертизы по г. Санкт-Петербургу"

Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный электротехнический институт «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», г. Санкт-Петербург, Россия

## Early prosthetic and orthopedic assistance in medical rehabilitation of children with congenital and amputation defects of the lower limbs

V.G. Susliaev<sup>1,2</sup>, K.K. Shcherbina<sup>1</sup>, L.M. Smirnova<sup>1,3</sup>, Yu.I. Zamilatsky<sup>1</sup>, A.A. Koltsov<sup>1</sup>, A.V. Sokurov<sup>1</sup>,  
T.V. Ermolenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup>The main bureau of medical and social expertise in St. Petersburg, Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>3</sup>Saint Petersburg State Electrotechnical University LETI, Saint Petersburg, Russian Federation

**Введение.** Качество реабилитации и абилитации детей с дефектами нижних конечностей зависит от ранней протезно-ортопедической помощи. **Цель.** Анализ и обмен опытом оказания протезно-ортопедической помощи детям с патологией нижних конечностей. **Материалы и методы.** Исследованы результаты реабилитации и абилитации 261 ребёнка с ортопедической патологией нижних конечностей. Применены клинический, рентгенологический, физиологический и биомеханический методы исследования. Проводился статистический анализ данных. **Результаты.** Из 261 случая причинами дефектов оказались в 82 % случаев врождённые аномалии, в 18 % – ампутационные дефекты. В 85 случаях (33 %) выполнена хирургическая подготовка к протезированию. Более половины прооперированных имели дефект на уровне бедра. Исследованы анатомо-функциональные особенности культей у детей с аномалией развития нижних конечностей и разработаны принципы их протезирования и ортезирования. **Дискуссия.** Задержка протезирования приводит к отрицательным воздействиям на организм ребёнка. Снабжение детей техническими средствами реабилитации не урегулировано в должной мере действующим законодательством, что приводит к сложности назначения изделия и задержке сроков протезирования и ортезирования. Ранняя протезно-ортопедическая помощь детям с ортопедической патологией нижней конечности – обязательное условие нормализации развития их растущего организма. Из-за необъективности и не критичности оценки ребёнком результатов протезирования, высокого риска формирования вторичных деформаций детского опорно-двигательного аппарата, для детей, пользующихся протезами и ортезами конечностей, необходимы объективная инструментальная оценка результатов протезирования; диспансерное наблюдение; мониторингирование двигательных нагрузок и технического состояния протеза. **Заключение.** Ранняя протезно-ортопедическая помощь детям должна осуществляться не только по регламенту оформления индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), но и до установления инвалидности с целью предупреждения развития возможных осложнений, травм, заболеваний костно-мышечной системы, усугубления функциональных нарушений.

**Ключевые слова:** медицинская реабилитация, дети, ортезирование, протезирование, нижние конечности

**Introduction** The quality of medical rehabilitation and habilitation of children with lower limb defects depends on early prosthetic and orthopedic care. **Purpose** Analysis of the provision of prosthetic and orthopedic care for children with orthopedic pathology of the lower extremities at the Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht. **Methods** The results of rehabilitation and habilitation of 261 children with orthopedic pathology of the lower extremities were studied. Methods of clinical examination, radiography, physiological and biomechanical study were applied. Statistical analysis was carried out. **Results** In 261 cases studied, the causes of defects were congenital anomalies (82 %) and amputation defects (18 %). Surgical preparation for prosthesis application was performed in 85 cases (33 %). More than half of the patients who sustained interventions had a defect at the hip level. The anatomical and functional features of stumps in children with abnormal development of the lower extremities were studied and the principles of prosthesis and orthosis application were developed. **Discussion** Delay in prosthesis application leads to negative effects on the child's body. The supply of children with technical means of rehabilitation is not regulated in due manner by the current legislation, which leads to the complexity of the purpose of the product and the delay in the timing of prosthesis and orthosis fitting. Early prosthetic and orthopedic care for children with orthopedic pathology of the lower limb is a prerequisite for normal development of their growing body. Due to subjectivity of child's assessment of the results of prosthetic fitting, there is high risk of secondary deformities of the child's musculoskeletal system; for children using limb prostheses and orthoses, it is necessary to use an objective instrumental assessment of the results of prosthesis application; dispensary observation; monitoring of motor loads and the technical condition of the prosthesis. Early prosthetic and orthopaedic assistance to children should be conducted not only according to the rules of registration of the individual program for rehabilitation and habilitation (IPRH), but also followed to disability with the aim of preventing the development of complications, injuries, diseases of the musculoskeletal system, and impairment of functional disorders.

**Keywords:** medical rehabilitation, children, orthosis, prosthesis, lower limb

### ВВЕДЕНИЕ

Конвенция о правах ребенка провозглашает право детей на здоровый рост и развитие [1]. В этой связи оказание ранней протезно-ортопедической помощи детям с ортопедической патологией, выявление их потребности в технических средствах реабилитации (ТСР) признаны

приоритетными задачами. Подготовка и протезирование являются составной неотъемлемой частью медицинской реабилитации, а раннее первичное протезирование сравнимо по своей значимости со своевременным оказанием специализированной медицинской помощи.

Ранняя протезно-ортопедическая помощь как основа медицинской реабилитации детей с врождёнными и ампутационными дефектами нижних конечностей / В.Г. Сусляев, К.К. Щербина, Л.М. Смирнова, Ю.И. Замилацкий, А.А. Кольцов, А.В. Сокуров, Т.В. Ермоленко // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 2. С. 198-205. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-2-198-205

Susliaev V.G., Shcherbina K.K., Smirnova L.M., Zamilatsky Yu.I., Koltsov A.A., Sokurov A.V., Ermolenko T.V. Early prosthetic and orthopedic assistance in medical rehabilitation of children with congenital and amputation defects of the lower limbs. *Genii Ortopedii*, 2020, vol. 26, no 2, pp. 198-205. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-2-198-205

Впервые принципы ранней протезно-ортопедической помощи детям после ампутации, а также с аномалиями развития конечностей были отражены в научных работах специалистов ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России (ФНЦРИ) [2]. Актуальность этой проблемы подтверждена в многочисленных научных работах многих авторов [3–10], а также в монографии Рене Баумгартнера и Пьера Ботта [11]. В настоящее время оценка результатов

восстановительного лечения и протезирования детей с дефектами нижних конечностей актуальна с учётом Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ) [12]. Целью статьи является анализ и обмен опытом оказания протезно-ортопедической помощи детям с ортопедической патологией нижних конечностей в ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведён анализ результатов медицинской реабилитации и абилитации 261 ребёнка обоего пола в возрасте от 1 года до 18 лет с ортопедической патологией нижних конечностей, находившихся на стационарном и амбулаторном лечении и протезировании в клинике ФНЦРИ в период 2016–2018 гг.

Проанализированы истории болезни (карты стационарного больного), протоколы биомеханических исследований. Оценивалось общее состояние пациентов, уровень их психомоторного развития, динамика и результат освоения протезно-ортопедических изделий.

Для оценки состояния опорно-двигательного аппарата

пациента и результатов протезирования применены методы клинического осмотра, рентгенографии, физиологических и биомеханических обследований (бароплантография, балансография в опорном контуре стоп, подография). С этой целью использованы программно-аппаратные комплексы с матричными измерителями давления в форме стелек «ДиаСлед» и плёночных сенсоров «F-Scan», тепловизор цифровой быстродействующий «ТВС300-мед».

Статистический анализ результатов исследования проводился с использованием параметрических и непараметрических методов при помощи программы Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В период 2016–2018 гг. в клинике ФНЦРИ обследован 261 ребёнок с дефектами нижних конечностей (табл. 1). Анализ историй болезни показал, что основными причинами дефектов среди обследованных были врождённые аномалии развития конечностей (215 пациентов – 82,4 %). Причинами ампутационных дефектов являлись последствия травм (у трёх пациентов), сосудистых и инфекционных поражений (например, вызванных менингококковой инфекцией) (у восьми пациентов). У одного ребёнка причиной ампутации были злокачественные новообразования костей и мягких тканей конечности.

Хирургическая подготовка к протезированию за трёхлетний период выполнена у 85 детей. Потребность в оперативном лечении преобладала у пациентов с дефектами на уровне бедра – 50,6 % (табл. 2).

У нуждающихся в протезировании детей отмечались следующие пороки и болезни культы: порочная форма

культы (реже – булавовидная, чаще – коническая, снижающая опороспособность конечности); контрактуры суставов; варусное положение малоберцовой кости; выстояние опиала кости под кожей; болезненные спаянные рубцы; анкилоз вышележащего сустава. У некоторых пациентов наблюдалось сочетание двух-трёх пороков культы одновременно (например, наличие сгибательной контрактуры коленного сустава с обширными рубцами кожных покровов и выстоянием костного опиала). Анатомо-функциональное состояние культы у детей значительно отличалось по сравнению со взрослыми пациентами.

Характерные, по нашим наблюдениям, анатомо-функциональные особенности формирования культы после ампутации нижней конечности у детей представлены в таблице 3. Под понятием «редко» в этой таблице понимается наблюдение лишь единичных случаев – не более 5 %, а «часто» – более 75 %.

Таблица 1

Характеристика обследованного контингента детей с дефектами нижних конечностей за период 2016-2018 гг.

Дефекты нижних конечностей		Годы			Всего за период
		2016	2017	2018	
		абс. (%)	абс. (%)	абс. (%)	абс. (%)
По типу ампутационных	врождённые	5 (6,3)	11 (10,9)	7 (8,6)	23 (8,8)
	приобретённые	9 (11,4)	6 (5,9)	8 (9,9)	23 (8,8)
	всего	14 (17,7)	17 (16,8)	15 (18,5)	46 (17,6)
Врождённые аномалии, всего		65 (82,3)	84 (83,2)	66 (81,5)	215 (82,4)
Итого		79 (100)	101 (100)	81 (100)	261 (100)

Таблица 2

Сведения об оперативных вмешательствах в зависимости от уровня дефекта нижней конечности за период 2016-2018 гг.

Уровень дефекта конечности	Годы			Всего за период
	2016	2017	2018	
	абс. (%)	абс. (%)	абс. (%)	абс. (%)
Вычленение в тазобедренном суставе (ТБС)	3 (9,7)	3 (10,3)	0 (0)	6 (7,0)
Бедра	17 (54,8)	14 (48,3)	12 (48,0)	43 (50,6)
Голень	9 (29,0)	10 (34,5)	12 (48,0)	31 (36,5)
Стопа	2 (6,5)	2 (6,9)	1 (2,0)	5 (5,9)
Всего пациентов	31 (100)	29 (100)	25 (100)	85 (100)

Анатомо-функциональные особенности постампутационных культей нижней конечности у детей и взрослых

Анатомо-функциональная характеристика культы	Дети	Взрослые
Форма культы	чаще коническая или резко коническая; в процессе физиологического роста формируется коничность	цилиндрическая или умеренно коническая; коническая форма наблюдается редко
Концевая опороспособность	при диафизарных уровнях ампутации резко снижена	не изменяется
Склонность к деформации суставов, костей, оси усечённой конечности	наблюдается часто (вальгусная, варусная, антефлексия, ретрофлексия)	наблюдается редко
Формирование укорочения усечённой конечности	практически всегда прогрессирует	отсутствует
Состояние вышерасположенных суставов:	наблюдается непропорциональное отставание в росте суставов и костей усечённой конечности по отношению к здоровой	часто формируются деформирующие артрозы
– контрактуры суставов	наблюдаются редко	наблюдаются часто
– рекурвация суставов	наблюдается часто	наблюдается редко
Атрофия мягких тканей культы	наблюдается часто	наблюдается часто
Атрофия костной ткани культы	наблюдается часто (истончение кортикального слоя)	наблюдается часто (часто остеопороз с утолщением кортикального слоя)
Шеечно-диафизарный угол	имеется склонность к увеличению	практически не изменяется
Рост остеофитов	наблюдается редко	наблюдается часто
Фантомно-болевого синдром (ФБС)	нет или встречается редко	встречается часто
Болезненные невromы	наблюдаются редко	наблюдаются часто
Пенетрация мягких тканей костной культы	наблюдается часто в процессе роста костной культы	наблюдается редко

Курсы физиотерапевтического лечения, лечебной физической культуры, массажа позволили улучшить подвижность суставов при наличии контрактур и состоянии рубцово-изменённых тканей культы, купировать болевые ощущения и воспалительные процессы. Для стимуляции регенерации тканей и сокращения восстановительного периода физиотерапевтическое лечение выполнялось и после оперативного лечения. Большое значение в этом плане имеют также занятия детей адаптивной физической культурой и спортом на протезах.

Пороки и болезни культы, препятствующие функциональному протезированию, являлись показанием для оперативного лечения и особо тщательного выбора конструкции протезно-ортопедического изделия, подбора формы гильзы, выкладки её стенок по форме культы или назначения специальной вкладной гильзы.

В таблице 4 представлены использованные специалистами ФНЦРИ пути решения проблем, возникающих при выборе конструкции протезно-ортопедического изделия для ребёнка.

При протезировании детей с врождённым укорочением нижней конечности важнейшей задачей является выравнивание длины конечностей. Только в этом случае можно избежать появления вторичных деформаций и заболеваний опорно-двигательного аппарата. В зависимости от величины укорочения, опороспособности и других анатомо-функциональных особенностей культы назначаются ортопедическая обувь, туторы, аппараты или протезы на недоразвитую конечность.

При укорочении недоразвитой конечности до 8 см, сохранённой осевой опороспособности, хорошем функциональном состоянии тазобедренного и коленного суставов назначали и изготавливали ортопедическую обувь с компенсацией имеющегося укорочения при помощи коска (вкладного обувного приспособления) с установкой стопы в обуви в положении эквинуса и увеличенной высотой подошвенного слоя по типу платформы. Благодаря этому достигалось выравнивание положения таза и снижение асимметрии походки, что позволяло снизить риск перегрузки сохранной конечности, предупредить вторичные деформации позвоночника.

Таблица 4

Принципы выбора конструкции протезно-ортопедического изделия детям с аномалией развития нижней конечности

Проблемы	Решение
Укорочение недоразвитой конечности по отношению к сохранной	Выбор модулей искусственной стопы (колена) с учётом величины укорочения конечности
Деформация и отклонение формы сегментов, суставов, снижение объёма и амплитуды движений в крупных суставах недоразвитой конечности по отношению к сохранной	Выбор типа формы приёмной гильзы и материалов (термопластов, литьевых смол) для её изготовления
Функциональная несостоятельность крупных вышерасположенных суставов недоразвитой конечности (коленного, тазобедренного)	Моделирование основной нагрузки на седалищный бугор в атипичном протезе бедра
Снижение осевой опороспособности недоразвитой конечности	Перенос нагрузки на седалищный бугор моделированием площадки под него (по типу протеза бедра)
Недостаточный опыт пользования ребёнком протезно-ортопедическими изделиями, техническими средствами реабилитации, различными приспособлениями	Назначение конструкций изделий по принципу «от простого – к сложному» с учётом компенсаторно-приспособительных механизмов (например, «игровых» локомотий и др.)
Низкий уровень психомоторного развития ребёнка	Назначение упрощённых и облегчённых для эксплуатации конструкций ПОИ, устойчивых к многократной обработке дезинфицирующими средствами

При протезировании детей с врождённым недоразвитием нижних конечностей соблюдалось выполнение следующих требований:

- возможность удлинения протеза по мере роста ребёнка не менее чем на 3 см;
- возможность регулирования угловых параметров конструкции протеза во фронтальной и сагиттальной плоскостях в пределах  $\pm 7^\circ$ ;
- подвижность в шарнирах в пределах биомеханически обоснованных значений параметров;
- изготовление приёмных гильз и креплений, допускающих индивидуальную подгонку и частую гигиеническую обработку, обеспечивающих безопасность использования изделия.

При выборе конструкции протеза ребёнку с аномалией развития нижней конечности учитывалась масса его тела, а также следующие индивидуальные анатомо-функциональные характеристики:

- опороспособность недоразвитой конечности;
- функциональность, ограничение объёма движений, наличие разболтанности тазобедренного, коленного и голеностопного суставов недоразвитой конечности;
- величина укорочения недоразвитой конечности в сравнении с контралатеральной конечностью;
- наличие деформаций сегментов недоразвитой конечности, отклонений её оси от осей суставов;
- симметричность положения суставов недоразвитой конечности относительно суставов контралатеральной конечности.

Например, если клинико-рентгенологические данные обследования коленного сустава недоразвитой конечности подтверждали её состоятельность для активного управления протезом, то назначали конструкцию по типу «протез голени». В то же время, при несостоятельном коленном и тазобедренном суставах, независимо от величины укорочения, назначали конструкцию по типу «протез бедра» с нагрузкой на седалищный бугор (как в протезе бедра). В таких случаях приёмная гильза изделия охватывает всю недоразвитую конечность независимо от степени укорочения, причём изделие изготавливается как атипичный протез бедра. Подобным образом при укорочении недоразвитой конечности исключается ошибочное назначение ортопедической обуви для компенсации имеющейся разницы по длине со здоровой конечностью.

В практике протезно-ортопедических предприятий при назначении протезов (по функциональным критериям) различают следующие конструкции детских модульных протезов нижних конечностей РКК «Энергия»: при культе голени – ПНД3Э-1, при длинной культе голени – ПНД3Э-2, при культе бедра – ПНД6Э-1, при длинной культе бедра – ПНД6Э-2, после вычленения в тазобедренном суставе или гемипельвэктомии – ПНД8Э-1.

При протезировании детей с врождёнными аномалиями развития конечностей учитывался и опыт Центрального научно-исследовательского института протезирования и приборостроения, в частности, разработанные принципы назначения атипичных протезов. Результаты анализа этого опыта мы систематизировали в таблице 5.

Сведения, представленные в таблице 5, отражают функциональное разделение конструкций протезов при аномалиях развития нижней конечности у детей по критерию состоятельности коленного сустава недоразвитой конечности для активного управления протезом. В то же время, данный принцип функциональной классификации протезов, назначаемых при аномалиях развития нижней конечности у детей, заменяет назначение ортопедических аппаратов «с двойным следом». Положительным качеством протезов модульной конструкции, по сравнению с ортопедическими аппаратами, является наличие разнообразных модульных комплектующих – модулей стоп, искусственного колена для различных уровней двигательной активности пациента.

Назначение модульных протезов, сведения о которых представлены в таблице 5, позволяет индивидуально изготовить и настроить изделие с высоким качеством и вероятностью благоприятного результата протезирования. Однако при этом в ИПРА целесообразно вносить протез голени или бедра, а не ортез (ортопедический аппарат) или ортопедическую обувь, что следует учитывать врачам-специалистам бюро медико-социальной экспертизы.

Следуя нормативным требованиям при составлении базового перечня ТСП, в ИПРА должны включаться полные наименования изделий, например: «лечебно-тренировочный протез голени (шифр 8-07-02 или 8-07-06 – при врождённом недоразвитии, немодульный)».

Таблица 5

Конструктивные разновидности протезов при аномалии развития нижней конечности у детей в зависимости от величины укорочения сегмента

Конструкция по типу «протез голени»	Конструкция по типу «протез бедра»
ПН9-14Д с комбинированной приёмной гильзой для бедра и голени недоразвитой конечности с посадкой на седалищный бугор, боковыми шинами с шарнирами на уровне колена и приёмной гильзой для стопы	ПН9-10Д применяется при укорочении с общей длиной недоразвитой конечности на уровне бедра контралатеральной (сохранной) конечности
ПН9-15Д с боковыми шинами с шарнирами на уровне колена применяется при общей длине недоразвитой конечности на уровне средней трети голени контралатеральной (сохранной) конечности,	ПН9-11Д применяется при укорочении с общей длиной недоразвитой конечности на уровне средней трети голени контралатеральной (сохранной) конечности
ПН9-16Д с боковыми шинами с шарнирами на уровне колена применяется при общей длине недоразвитой конечности на уровне нижней трети голени контралатеральной (сохранной) конечности	ПН9-12Д применяется при укорочении с общей длиной недоразвитой конечности на уровне нижней трети голени контралатеральной (сохранной) конечности
ПН9-17Д с боковыми шинами с шарнирами на уровне колена применяется при общей длине недоразвитой конечности на уровне общей длины контралатеральной (сохранной) конечности	ПН9-13Д применяется при укорочении с общей длиной недоразвитой конечности до уровня общей длины контралатеральной (сохранной) конечности

В сложных случаях протезирования проводили объективный контроль результатов с применением комплекса инструментальных методов на основе использования измерительно-информационных систем данного назначения. Причиной особо высокой значимости такого контроля при протезировании детей является невозможность ребёнком самостоятельно оценить качество протеза, чётко сформулировать претензии и пожелания, более высокий риск возникновения негативных последствий в результате ошибок протезирования. В частности, высокие адаптационные возможности, пластичность детского организма могут маскировать последствия нерациональной схемы построения протеза.

Для оценки распределения давления по культе при пользовании протезом применяли программно-аппаратные комплексы с матричными плёночными сенсорами, размещаемыми между культёй и приёмной гильзой протеза. Определяли, насколько полно соответствует медицинским показаниям характер распределения нагрузки на зоны культы с учётом её опороспособности. Выявляли наличие локальных перегрузок зон культы с целью принятия правильного решения о целесообразности корректировки формы приёмной гильзы протеза или применения демпфирующих вкладных элементов или ротационных модулей [13].

Дополнительно к этому, с помощью быстродействующего тепловизора, проводили инфракрасную термографию кожных покровов усечённой конечности после ходьбы на протезе и выявляли косвенные признаки нарушения кровообращения в тканях культы по термограмме. Такими признаками являются гипертермия кожных покровов (может быть вызвана чрезмерной локальной нагрузкой на культю или трением её о внутреннюю поверхность приёмной гильзы, а также давлением в области нервно-сосудистого пучка); дистальная гипер/гипотермия после ходьбы и снятия протеза (не путать с физиологическим снижением температуры в дистальном направлении нижней конечности), указывающая на высокий риск возникновения венозного застоя, в частности из-за сжатия культы по посадочному кольцу или из-за назначения силико-

нового чехла без соблюдения противопоказаний к его применению.

Эти два метода обследования хорошо дополняют друг друга для оценки влияния протеза на культю. На рисунках 1 и 2 представлены примеры результатов таких обследований, выполненных одному и тому же пациенту. По данным распределения давления на комплексе «F-Scan» (с плёночными матричными сенсорами) выявлена локальная перегрузка тканей культы, которая при медленной ходьбе наблюдается в области латерального мыщелка, а с увеличением скорости ходьбы мигрирует в область бугристости большеберцовой кости (рис. 1). По данным тепловизионного обследования (на тепловизоре «ТВС300-мед») именно в этой области (бугристости большеберцовой кости) наблюдается локальная гипертермия кожных покровов культы. Кроме этого выявлена дистальная гипотермия усечённой конечности и локальная гипотермия в области торца культы, особенно выраженная в зоне выстояния костного опила (рис. 2). Такие результаты указывают на необходимость более тщательного осмотра приёмной гильзы протеза для решения вопроса о целесообразности и способе её корректировки изменением формы гильзы, доработкой её внутренней поверхности, установкой дополнительных вкладных элементов.

Для выявления перегрузок и предотвращения деформации сохранной стопы анализировали распределение давления по её плантарной поверхности при ходьбе. С этой целью применяли комплекс «ДиаСлед» («ДиаСлед-М») с матричными сенсорами давления, имеющими форму стелек, которые при обследовании вкладывали в обувь пациента.

На рисунке 3 в качестве примера представлена бароплантограмма, отражающая перегрузку головки первой плюсневой кости сохранной стопы.

Особенностью ходьбы на протезе, характерной для обследованных пациентов, была перегрузка переднего отдела или латерального края сохранной стопы вследствие приподнимания на носке или отклонения на ней в латеральную сторону для компенсации увеличения функциональной длины переносимой над опорой протезированной конечности.

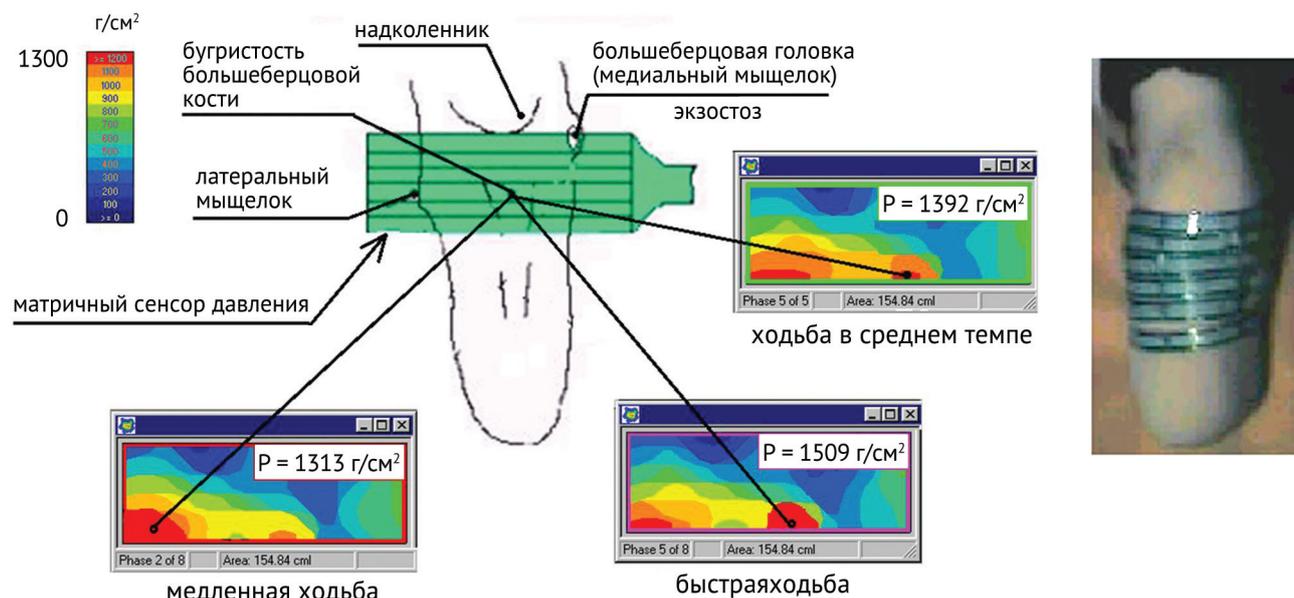


Рис. 1. Распределение давления на культю правой голени ребёнка М., 10 лет, при ходьбе на протезе

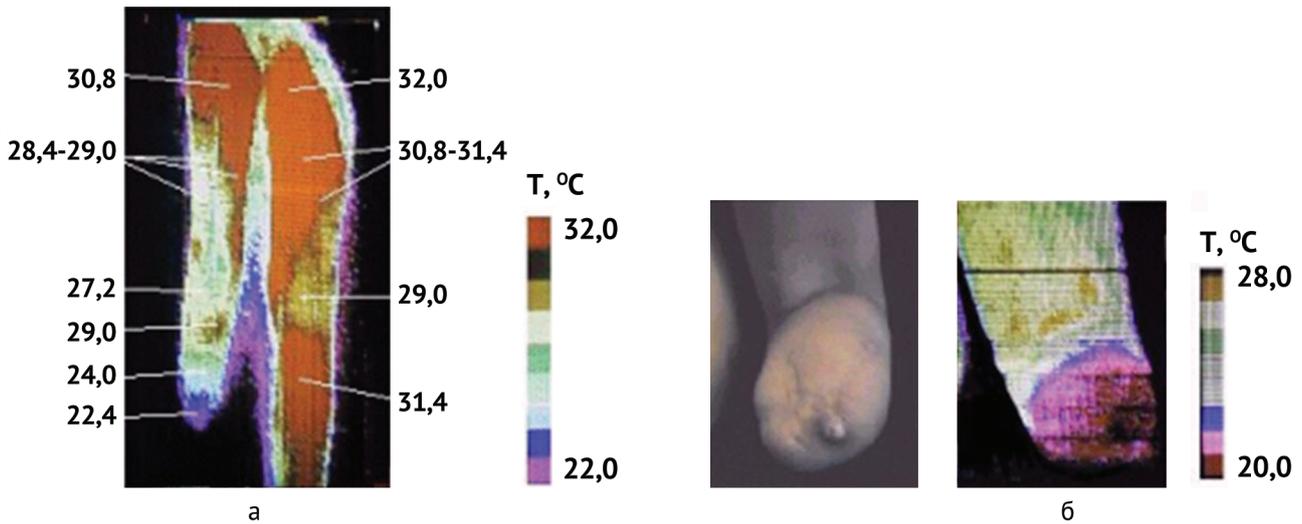


Рис. 2. Термограмма с признаками нарушения кровообращения в культе правой голени у ребёнка М., 10 лет, после ходьбы на протезе: а – передняя поверхность нижних конечностей; б – задняя поверхность культы

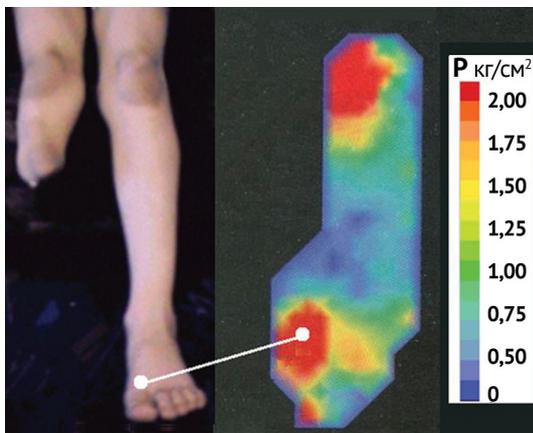


Рис. 3. Бароплантограмма сохранной стопы у ребёнка М., 10 лет, при ходьбе на протезе правой голени

Опыт работы ФНЦРИ позволил сформулировать современные принципы протезирования детей с ортопедической патологией нижней конечности:

- назначение протеза при первых попытках вставания ребёнка на ноги и ходьбы (т.е. с возраста 10–12 месяцев);
- использование упрощённых и облегчённых конструкций протезов, легко поддающихся частой гигиенической обработке;
- обеспечение безопасности пользования протезом, в том числе за счёт исключения комплектования изделия съёмными мелкими деталями или же обеспечения их надёжной фиксации во избежание случайного проглатывания ребёнком, попадания в верхние дыхатель-

ные пути, травматизации органов зрения и слуха;

- использование в комплектации модульных конструкций протезов элементов, допускающих удлинение изделия по мере необходимости в процессе роста ребёнка;
- назначение модулей с учётом уровня двигательной активности, антропометрических параметров ребёнка (включая массу его тела), анатомо-функциональных особенностей усечённой конечности;
- использование дополнительных креплений для надёжной фиксации протеза на теле ребёнка, не ограничивающих и не сковывающих движения, не сдавливающих внутренние органы, грудную клетку, конечность (например, лифчиков, бандажей и др.), допускающих многократную гигиеническую обработку;
- обязательное обучение ребёнка пользованию протезно-ортопедическими изделиями в условиях стационара под наблюдением специалистов, желательно с применением методов геймеризации (обучения с элементами игры), в том числе, с помощью программируемых тренажёров, оснащённых системой биологической обратной связи (БОС);
- своевременная замена комплектующих протеза и корректировка приёмной гильзы по мере роста ребёнка;
- осуществление настройки протеза индивидуально для каждого ребёнка с целью предупреждения развития болезней, пороков и деформаций культы, а также вторичных деформаций таза, позвоночника, сохранной конечности.

Количество изготовленных в ФНЦРИ (амбулаторно и в условиях стационара) протезов для детей с дефектами нижней конечностей в зависимости от их возраста и уровня ампутационного дефекта представлено в таблице 6.

Таблица 6

Сведения о количестве протезов нижних конечностей, изготовленных для детей в ФНЦРИ, в зависимости от возраста и уровня ампутационного дефекта

Возраст ребёнка	Уровень дефекта	2017 г.	2018 г.	Всего
с 3 до 7 лет	голень	10	8	18
	бедро	15	7	22
	после вычленения в тазобедренном суставе	3	0	3
с 7 до 10 лет	голень	15	1	16
	бедро	5	4	9
	после вычленения в тазобедренном суставе	0	0	0
с 10 до 14 лет	голень	0	5	5
	бедро	2	3	5
	после вычленения в тазобедренном суставе	2	0	2
Итого		52	28	80

Соблюдение изложенных в статье требований к протезированию детей с врождённым недоразвитием нижних конечностей и принципов его выполнения позволило получить хорошие результаты реабилитации этих пациентов по данным инструментальных исследований и оценке медико-технической комиссии.

При осмотре детей, поступивших в клинику ФНЦРИ на повторное протезирование, обращали на себя внимание часто наблюдаемые асимметрия длины протезированной и контралатеральной конечностей и несоответствие приёмной гильзы протеза объёмным размерам культы в связи с продолжающимся ростом ребенка. Периодическое появление данных проблем неизбежно, но они должны своевременно устраняться. Однако во

многих случаях из-за задержки протезирования ребёнок вынужден продолжать пользоваться протезом в течение не обоснованно длительного периода.

Несвоевременное первичное или повторное протезирование детей с ортопедической патологией нижних конечностей значительно увеличивает риск развития возможных осложнений, снижения двигательной активности, нарушения развития растущего организма, формирования психологических травм. По указанным причинам, при реабилитации и абилитации детей с ортопедической патологией нижних конечностей в клинике ФНЦРИ особое внимание отводилось и отводится обеспечению протезирования в более ранние сроки – до установления инвалидности.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Выявленная в результате исследования неравномерность поступления детей с ампутационными дефектами нижней конечности в клинику ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России (табл. 1) объясняется, прежде всего, отсутствием чётких нормативных механизмов оформления данных пациентов на протезирование. Такая задержка протезирования может приводить к значительным отрицательным воздействиям на организм ребёнка, вынужденной гиподинамии и уменьшению интенсивности основного обмена (на 15–25 % по сравнению со здоровыми детьми этой же возрастной группы). В связи с этим следует обратить внимание на необходимость обеспечения протезирования детей в возможно более ранние сроки, чтобы повысить кинематические возможности ребёнка и его двигательную активность, способствуя нормальному формированию физиологических функций организма.

Тот факт, что потребность в оперативном лечении оказалась выше для дефектов на уровне бедра, по сравнению с голенью и стопой (табл. 2), объясняется сложностью подготовки и протезирования при высоких уровнях ампутации в реабилитационных организациях, находящихся в регионах проживания пациентов, поступивших на лечение в ФНЦРИ.

Полученные результаты, указывающие на то, что основными причинами дефектов нижних конечностей у детей, поступивших на лечение и протезирование в ФНЦРИ, были врождённые аномалии развития конечностей, не противоречат известным данным, а уточняют их [14, 15].

У детей, по сравнению со взрослыми инвалидами, чаще возникающие и более выраженные дефекты ампутационной культы (табл. 3) связаны с резорбтивным процессом в области конца культы при продолжающемся росте за счёт функционирования ростковых зон, диспропорцией роста костей и мягких тканей. Известно, что у детей до одного года преобладают процессы роста, от одного года до трёх лет – доминируют процессы развития, от трёх до семи лет – снова преобладает процесс роста детского организма. Ампутация конечности нарушает эти соотношения.

Особенно часто наблюдаемая коническая форма культы бедра, проявляющаяся уже в ранние сроки после ампутации, объясняется тем, что рост костей бедра происходит, в основном, за счёт дистальной ростковой зоны, а голени – за счёт проксимальной. Полученные результаты указывают на зависимость степени коничности культы не

только от способа и давности ампутации и особенностей заживления раны, но также от возраста ребенка. Данная зависимость обуславливается особенностями формирования культы у детей в различные возрастные периоды. Так, в периоде наиболее интенсивного роста ребенка дистальный сегмент культы нередко опережает рост аналогичного сегмента здоровой конечности, и в результате культя в верхней трети нижней конечности может превратиться в культю в средней и даже нижней трети. У детей старше 12 лет активность ростковых зон снижается, и рост культы в длину существенно замедляется. Однако вследствие продолжающихся резорбтивных процессов кости культы всё же принимает коническую форму. После ампутации голени рост малоберцовой кости преобладает, но вследствие менее интенсивного роста этого сегмента культы и наличия в нём двух костей, коническая форма культы голени выражена в меньшей степени, чем культы бедра. На анатомо-функциональное состояние культы нижней конечности у детей положительное влияние оказывает физиотерапевтическое лечение, лечебная физическая культура, массаж до и после оперативного лечения.

Представленные в таблице 4 решения могут быть рекомендованы для преодоления проблем выбора конструкции протезно-ортопедического изделия при порочной культе у детей с аномалией развития нижней конечности.

Как правило, детям в возрасте старше 10–12 лет назначаются протезы нижних конечностей так же, как и взрослым пациентам, то есть с учётом уровня двигательной активности, которая отражена в приказе Минтруда России от 28.12.2017 № 888 «Об утверждении перечня показаний и противопоказаний для обеспечения инвалидов техническими средствами реабилитации». Но анализ ситуации с протезированием доказывает необходимость более частой замены протезов у детей, имеющих врождённые и ампутационные дефекты нижних конечностей, по сравнению со взрослыми пациентами. При этом снабжение техническими средствами реабилитации (ТСР) взрослых пациентов урегулировано действующим законодательством, а вопросы протезирования детей в должной мере законодательно не урегулированы и не учитывают вероятность формирования пороков культы и деформаций усечённой конечности ребёнка, связанных с его ростом, а также более высокую потребность их в хирургическом лечении. Эта негативная ситуация требует скорейшего разрешения за счёт соответствующего нормативного урегулирования.

#### ВЫВОДЫ

Анализ накопленного опыта в ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России позволил обосновать

оказание ранней протезно-ортопедической помощи детям с ортопедической патологией нижней конечности

как необходимое условие нормализации развития их растущего организма и достижения должного уровня реабилитации и абилитации.

Результаты реабилитации и абилитации детей с ортопедической патологией нижних конечностей в ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России показывают необходимость объективной инструментальной оценки качества протезирования и ортезирования детей, диспансерного наблюдения, мониторингирования двигательных нагрузок и технического состояния протеза, вследствие, как правило, невозможности объективной и критичной оценки ребёнком своего состояния и качества протеза, высокого риска формирования

вторичных деформаций и заболеваний опорно-двигательной системы в детском возрасте.

При обучении пользованию протезами и другими ТСР, их эксплуатации особую роль играет пропаганда ответственности взрослых, находящихся рядом с ребёнком.

Ранняя протезно-ортопедическая помощь при выявленной ортопедической патологии у детей должна осуществляться не только по регламенту оформления ИПРА, но и ещё до установления инвалидности с целью предупреждения развития у ребёнка возможных осложнений в результате травм, заболеваний костно-мышечной системы или прогнозируемого усугубления функциональных нарушений.

**Источник финансирования:** финансирование за счёт средств ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России.

**Конфликта интересов:** авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

**Этика публикации:** исследования проводились в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинкской декларации. От всех обследованных было получено информированное согласие, в том числе на анонимную публикацию фотографий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Организация предоставления услуг ранней помощи детям и их семьям : метод. пособие / Е.М. Старобина, О.Н. Владимирова, И.С. Ишутина, В.В. Лорер, А.В. Шошмин, Е.Е. Ермолаева, Л.В. Самарина, А.М. Казьмин, Р.Ж. Мухамедрахимов ; под ред. проф. Г.Н. Пономаренко. СПб. : ЦИАЦАН, 2019. 72 с.
2. Протезирование детей с дефектами конечностей / под ред. В.И. Филатова. Л. : Медицина, Ленингр. отд-ние, 1981. 280 с.
3. Спивак Б.Г., Мартынюк И.В. Применение ортезирования в процессе комплексной реабилитации больных, страдающих детским церебральным параличом // Вестник Всероссийской гильдии протезистов-ортопедов. 2010. № 4 (42). С. 33-36.
4. Курдыбайло С.Ф., Герасимова Г.В., Павлова С.П. Лечебная физическая культура в реабилитации детей с дефектами конечностей : учеб. пособие для системы послевуз. проф. образования врачей. СПб. : Изд. дом СПбМАПО, 2007. 307 с.
5. Андриевская А.О., Янковский В.М. Разработка критериев двигательной активности детей в связи с протезированием // Вестник Всероссийской гильдии протезистов-ортопедов. 2007. № 2 (28). С. 54-57.
6. Курдыбайло С.Ф., Герасимова Г.В. Методические аспекты врачебного контроля за детьми-инвалидами с поражением опорно-двигательной системы // Вестник Всероссийской гильдии протезистов-ортопедов. 2008. № 2 (32). С. 39-49.
7. Зуевский С.Э., Спивак Б.Г., Яковлева Л.Н. Протезирование детей при аномалиях развития нижних конечностей // Протезирование и протезостроение: сб. тр. / [Центр. науч.-исслед. ин-т протезирования и протезостроения]. М.: ЦНИИПП, 1997. Вып. 94. С. 20-25.
8. Котельников Г.П., Чернов А.П. Справочник по ортопедии. М. : Медицина, 2005. 374 с.
9. Митиш В.А., Мединский П.В., Налбандян Р.Т. Специализированная хирургическая помощь детям с осложнённым течением высоких ампутаций в условиях чрезвычайных ситуаций // Высокие ампутации нижних конечностей у детей и взрослых : сб. тр. междунар. науч.-практ. конф., 20-21 мая 2019 г. М. : Изд-во «Перо», 2019. С. 90-93.
10. Медицинская технология раннего восстановления способности к самостоятельному передвижению после ампутации нижней конечности / В.Г. Сусляев, К.К. Шербина, Л.М. Смирнова, А.В. Сокуров, Т.В. Ермоленко // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2019. № 2 (66). С. 101-109.
11. Баумгартнер Р., Ботта П. Ампутация и протезирование нижних конечностей : пер. с нем. / под ред. А.Н. Кейера. М. : Медицина, 2002. 486 с.
12. Шошмин А.В., Пономаренко Г.Н. МКФ в реабилитации : [теория, структура, практика] / под ред. А.Н. Разумова. СПб. : Р-КОПИ, 2018. 238 с.
13. Обоснование назначения амортизационных модулей в протезах нижних конечностей / В.Г. Сусляев, В.М. Янковский, Л.М. Смирнова, А.В. Сокуров, Т.В. Ермоленко // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2018. № 3. С. 40-48.
14. Спивак Б.Г. Клинические проявления аномалий развития с выраженным укорочением нижней конечности и медицинские показания к применению средств протезирования и ортезирования в процессе комплексной реабилитации детей // Медико-социальные проблемы инвалидности. 2019. № 2. С. 42-51.
15. Хоботов С. Особенности ампутации нижних конечностей и протезирования у детей // Ортопедия, травматология и протезирование. 2013. № 2. С. 88-90.

Рукопись поступила 28.08.2019

#### Сведения об авторах:

1. Сусляев Вадим Геннадьевич, к. м. н., ФГБУ «ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, г. Санкт-Петербург, Россия, ФКУ "Главное бюро медико-социальной экспертизы по г. Санкт-Петербургу" Минтруда России, г. Санкт-Петербург, Россия
2. Шербина Константин Константинович, д. м. н., ФГБУ «ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, г. Санкт-Петербург, Россия, Email: shcherbina180@mail.ru, http://orcid.org/0000-0001-7579-0113
3. Смирнова Людмила Михайловна, д. т. н., профессор, ФГБУ «ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, г. Санкт-Петербург, Россия, ФГАОУ «Санкт-Петербургский государственный электротехнический институт «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», г. Санкт-Петербург, Россия, Email: info@diaserv.ru, http://orcid.org/0000-0003-4373-9342
4. Замилатский Юрий Иванович, к. т. н., ФГБУ «ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, г. Санкт-Петербург, Россия, Email: info@diaserv.ru, http://orcid.org/0000-0003-4373-9342
5. Кольцов Андрей Анатольевич, к. м. н., ФГБУ «ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, г. Санкт-Петербург, Россия
6. Сокуров Андрей Владимирович, д. м. н., ФГБУ «ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, г. Санкт-Петербург, Россия, Email: ansokurov@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-3736-2895
7. Ермоленко Татьяна Валериевна, к. м. н., ФГБУ «ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, г. Санкт-Петербург, Россия, Email: tatvalerm@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-3903-5417

#### Information about the authors:

1. Vadim G. Suslaev, M.D., Ph.D., Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russian Federation, The main bureau of medical and social expertise in St. Petersburg, Saint Petersburg, Russian Federation
2. Konstantin K. Shcherbina, M.D., Ph.D., Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russian Federation, Email: shcherbina180@mail.ru, http://orcid.org/0000-0001-7579-0113
3. Ludmila M. Smirnova, Ph.D. of Engineering Sciences, Professor, Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russian Federation, Saint Petersburg State Electrotechnical University LETI, Saint Petersburg, Russian Federation, Email: info@diaserv.ru, http://orcid.org/0000-0003-4373-9342
4. Yury I. Zamilatsky, Ph.D. of Engineering Sciences, Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russian Federation, Email: info@diaserv.ru, http://orcid.org/0000-0003-4373-9342
5. Andrey A. Koltsov, M.D., Ph.D., Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russian Federation
6. Andrei V. Sokurov, M.D., Ph.D., Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russian Federation, Email: ansokurov@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-3736-2895
7. Tatiana V. Ermolenko, M.D., Ph.D., Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russian Federation, Email: tatvalerm@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-3903-5417