

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ  
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ

СОГЛАСОВАНО

Главный внештатный специалист  
детский невролог  
Департамента здравоохранения  
города Москвы, д.м.н.

Т.Т. Батышева



РЕКОМЕНДОВАНО

Экспертным советом по науке  
Департамента здравоохранения  
города Москвы № 19



ЭКЗОРЕАБИЛИТАЦИЯ ДЕТЕЙ С ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ  
ПАРАЛИЧОМ

Методические рекомендации № 74

Москва 2024

**УДК 616.831-009.11:615.825.6**

**ББК 56.127**

**В14**

**Организация-разработчик:** Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический центр детской психоневрологии Департамента здравоохранения города Москвы».

**Составители:** врач-невролог ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ» **Мосина М. О.**, ученый секретарь ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ», кандидат биологических наук **Тихонов С. В.**; заведующий отделением лечебной физкультуры ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ» **Селиванова Е. А.**, директор ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ», главный внештатный детский специалист по медицинской реабилитации МЗ РФ, главный внештатный детский специалист по неврологии ДЗМ, заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук, профессор **Т. Т. Батышева**, доктор медицинских наук, заведующий научно-исследовательским отделом ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ» **Быкова О. В.**, кандидат медицинских наук, доцент, старший преподаватель ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ», декан медицинского факультета РГСУ **Ю. А. Климов**, к.т.н., доцент, старший научный сотрудник НИИ механики МГУ, научный руководитель ООО «ЭкзоАтлет» **Письменная Е. В.**

**Рецензенты:** **О. В. Глоба**, к.м.н., старший научный сотрудник отделения психоневрологии и психосоматической патологии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России;

**О. А. Лайшева**, д.м.н., профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры Института профилактической медицины им. З. П. Соловьева ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России.

Экзорехабилитация детей с церебральным параличом: методические рекомендации / составители: М. О. Мосина, С. В. Тихонов, Е. А. Селиванова [и др.]. – М.: ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ», 2024. – 82 с.

Методические рекомендации выполнены в рамках темы НИР: «Разработка нового протокола реабилитации двигательных нарушений у детей различных возрастных групп с заболеваниями нервной системы и психической сферы с использованием наукоемких технологий в области биомеханики движения» (регистрационный номер: 123042800021-5).

Методические рекомендации адресованы студентам, ординаторам, врачам общей практики, терапевтам, педиатрам, неврологам, врачам физической реабилитационной медицины, организаторам здравоохранения амбулаторных и стационарных ЛПУ.

*Авторы несут персональную ответственность за представленные в методических рекомендациях данные.*

*Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы и не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения.*

**ISBN**

© Департамент здравоохранения города Москвы, 2024

© ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ», 2024

© Коллектив авторов, 2024

## Содержание

Нормативные ссылки .....	6
Список сокращений.....	7
Введение.....	8
1. Краткая информация о нозологии .....	12
1.1. Клиническая картина.....	12
1.2. Основные шкалы для определения двигательных нарушений у пациентов с ДЦП.....	18
1.3. Оценка спастичности.....	19
1.4. Определение глобальных моторных функций (Gross Motor Function Classification System – GMFCS).....	20
1.5. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МЫШЦ И СУСТАВОВ .....	22
1.6. Функциональная гониометрия. ....	26
1.7. Функциональная шкала двигательной активности (FMS).....	26
1.8. OGS (шкалой клинического наблюдения ходьбы).....	27
1.9. FIM – шкала функциональной независимости .....	29
1.10. Классификация нарушений функции руки MACS Manual Ability Classification System for children with Cerebral Palsy 4-18 years .....	30
1.11. CFCS – система классификации навыков общения.....	30
1.12. Реабилитационное лечение .....	31
1.13. Реабилитационное лечение в зависимости от уровня GMFCS.....	31
2. Базовые принципы экзореабилитации .....	33
2.1. Алгоритм проведения экзореабилитации и ее анализ.....	35
3. Описание оборудования и технические характеристики .....	38
3.1. Показания и противопоказания к применению экзоскелета ( <i>ExoAtlet® Bambini</i> )	38
3.2. Необходимые условия и требования для проведения тренировки .....	40
3.3. Правила техники безопасности при работе с роботизированным комплексом ExoAtlet Bambini.....	41
3.4. Безопасность оборудования и неблагоприятные события.....	43
3.5. Технические предупреждения .....	44
3.6. Правила поведения при внештатных ситуациях при работе с ExoAtlet Bambini...	45
4. План тренировок с использованием экзоскелета .....	46
Заключение.....	52

Список литературы.....	53
Приложение 1. Клинические случаи .....	57
Приложение 2. Процедура скрининга .....	60
Приложение 3. Таблицы оценки .....	63
Приложение 4. Функциональная гониометрия.....	78

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем документе использованы ссылки на следующие нормативные документы (стандарты):

1. Клинические рекомендации «Детский церебральный паралич у детей». Утверждены: Союз педиатров России. Согласованы: Научный совет Министерства здравоохранения Российской Федерации. 2016 г., 36 с.
2. Методические рекомендации № 26 «Лечение и реабилитация детей со спастическими формами церебрального паралича», Москва, 2016 г.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ДЦП – детский церебральный паралич

MPT – магнитно-резонансная томография

GMFCS – шкала глобальных моторных функций (Gross Motor Function Classification System)

CFCS – система классификации навыков общения

FMS – функциональная шкала двигательной активности

OGS – шкала клинического наблюдения ходьбы

FIM – шкала функциональной независимости

MACS – классификация нарушений функции руки

CFCS – классификация коммуникационных функций

МКБ-10 – Международная классификация болезней 10-го пересмотра. СОЭ

ЭКГ – электрокардиограмма

АД – артериальное давление

ЧСС – частота сердечных сокращений

ЛФК – лечебно-физическая культура

ЛПУ – лечебно-профилактическое учреждение

## ВВЕДЕНИЕ

В мире отмечается неуклонный рост нарушений двигательного развития у детей. Заболевания нервной системы находятся на лидирующей позиции среди этиологических факторов двигательных нарушений у детей. Реабилитация пациентов с двигательными нарушениями вследствие заболеваний нервной системы является одной из наиболее актуальных проблем современной медицины, так как именно патология движения является основной причиной инвалидизации при наиболее значимых в социальном плане заболеваниях.

Наиболее частую причину двигательных нарушений в детском возрасте представляет собой детский церебральный паралич (ДЦП) с распространённостью 1,25–2 ребёнка на 1000 новорождённых [3]. ДЦП связан с повреждением развивающегося головного мозга [4], что приводит к персистирующим двигательным расстройствам, накладывая тем самым ограничение на активность ребёнка и вызывая моторные, коммуникативные и социальные проблемы на протяжении всей жизни больного [5]. Тяжесть двигательных нарушений у ребёнка с церебральным параличом отличается в каждом конкретном случае: одни пациенты могут передвигаться с мобильными устройствами, другие без них, а некоторые зависят от помощи посторонних лиц и требуют ежедневного ухода и помощи при самообслуживании в повседневной жизни [6].

Помимо церебрального паралича, патологии, приводящие к нарушению двигательной функции у детей, включают: генетически обусловленные синдромы, в частности синдром Ретта, эпилепсию, спинальную мышечную атрофию, невральную амиотрофию, прогрессирующую атаксию, онкологические повреждения центральной и периферической нервной системы, демиелинизирующие заболевания нервной системы, последствия нарушения мозгового кровообращения, последствия черепно-мозговых и спинальных травм, а также психосоматические расстройства, первично связанные с психологическими проблемами, но нередко сопровождающиеся выраженными нарушениями движения.

Как сказано выше, причины, приводящие к нарушению моторной функции у детей и подростков, разнообразны, однако клинические проявления двигательных расстройств, как правило, похожи. К ним относятся нарушение двигательной активности, дистония, нарушение координации движений, брадикинезия, нарушения походки и позы. Сочетание различных клинических проявлений, зависящих от уровня нарушений двигательной цепи, формирует центральные или периферические параличи, характеризующиеся отсутствием двигательной функции, и парезы, характеризующиеся снижением двигательной функции [7].

Двигательная активность, как у детей, так и у взрослых, является одной из основных физиологических составляющих нормального формирования и развития организма. Снижение двигательной активности, особенно актуальное для детского населения, приводит к патологическому формированию мышечного аппарата, недостаточно развитого для поддержания стабильной позы, уверенных движений, что также приводит к недостаточной оксигенации крови за счёт нарушения работы дыхательных мышц, не способных обеспечивать нормальный респираторный цикл [1].

Реабилитация необходима для того, чтобы помочь детям восстановить или сохранить функциональность при взаимодействии с окружающей средой, улучшить качество жизни и самостоятельность [11, 12]. Кроме того, ранний доступ к реабилитации крайне важен для детей, когда их организм еще находится в стадии формирования. Схема походки и двигательные способности в этом возрасте по-прежнему пластичны [13], с перспективой уменьшения вероятности развития более тяжелых уровней инвалидности [14, 15].

Стандартные методы лечения при прогрессирующем ухудшении состояния опорно-двигательного аппарата, направленные на улучшение и поддержание физических способностей, включают пассивные ортезы, хирургическое вмешательство и физиотерапию [17, 18]. Врачи-реабилитологи назначают, контролируют и регулируют физические нагрузки, что позволяет предотвратить сидячий или малоподвижный образ жизни. Наиболее подробно изучен такой аспект, как влияние прямых вмешательств на верхние и нижние конечности. Прямые вмешательства часто представляют собой интенсивные упражнения на растяжку и укрепление мышц под руководством физиотерапевта [19] для улучшения двигательных навыков. Такие лечебные методики часто очень трудоемки и могут быть сложными для выполнения. [20]. Кроме того, эффективность физиотерапии часто зависит от опытности специалистов. Таким образом, добиться оптимальной согласованности и повторяемости между сеансами реабилитации непросто [21, 22].

Растет интерес к роботам, которые могут поддерживать пациента, семью и медицинского работника в широком спектре действий, требующихся для ухода за людьми с ограниченными физическими возможностями, например, роботам-компаньонам [23], роботам-мониторам [25] и хирургическим роботам [26]: все они могут рассматриваться как медицинские роботы.

Реабилитационная терапия с целью восстановления подвижности, основанная на роботах, была предложена в качестве нового вида помощи для детей с физическими отклонениями [31]. Данная роботизированная реабилитационная терапия заключается в использовании мехатронного устройства, которое в автономном режиме выполняет часто повторяющиеся и специфические задачи управляемого движения [32, 33]. Использование роботов в реабилитации имеет преимущества перед традиционными методами лечения, так как позволяет активно заниматься с детьми с существенными нарушениями, снижает нагрузку на исполнителей лечебных программ при выполнении упражнений и обеспечивает количественную оценку двигательной функции пациента (например, количественная обратная связь по диапазону движения и силы при каждом повторении) [34–37].

В настоящее время роботизированные экзоскелеты являются одними из наиболее современных и высокопотенциальных устройств в реабилитации людей с двигательными нарушениями [10]. В соответствии с утвержденными стандартами оснащения профильных медицинских учреждений (приказ Министерства здравоохранения РФ от 23 октября 2019 г. № 878н «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации детей»), экзоскелеты теперь входят в перечень оборудования для медицинской реабилитации клиник федерального уровня.



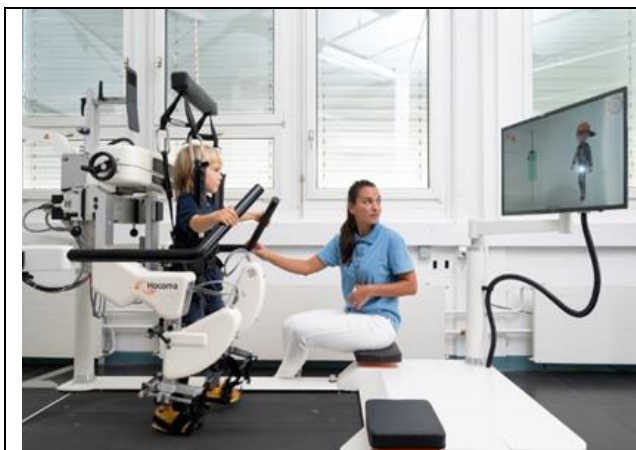


Рисунок 1 – Роботизированный комплекс Lokomat

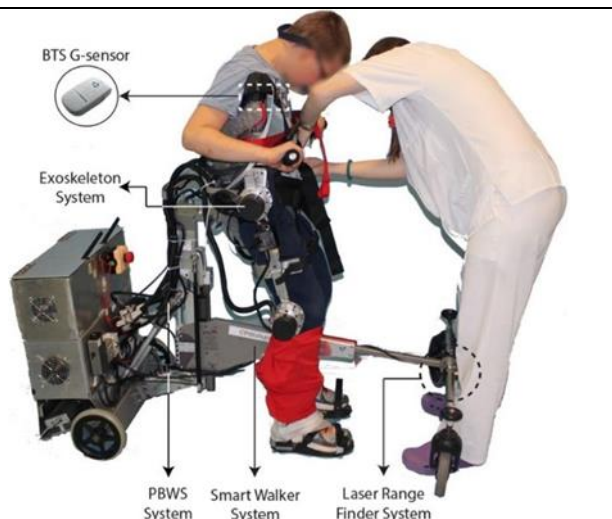


Рисунок 2 – Роботизированная платформа CPWalker

Применение детских роботизированных комплексов Lokomat (Швейцария) (рис.1) и CPWalker (Испания) (рис. 2) показало положительные результаты у детей с приобретённой травмой головного мозга и с ДЦП соответственно [13–15].

Применение роботизированного экзоскелета Walkbot-K P&S (Корея) у детей с ДЦП привело к выраженному положительному эффекту в отношении качества ходьбы и положения стоя, а также увеличению мышечной массы и снижению затрат энергии на движение [16].

Применение роботизированного комплекса и экзоскелета HAL (Япония) (рис. 3) у детей с ДЦП способствовало росту средней скорости ходьбы и длины шагов, а также улучшению углов поворотов, дорсифлексии голеностопного сустава и отведения тазобедренного сустава [17].

Применение экзоскелета и роботизированного комплекса Robogait (Турция) (рис. 4) у детей с ДЦП показало эффективность тренировок при лёгких локомоторных нарушениях [19].



Рисунок 3 – Тренировка с использованием роботизированного комплекса HAL



Рисунок 4 – Роботизированный комплекс Robogait

Детский экзоскелет Atlas (Испания) (рис. 5) предназначен для пациентов с повреждением спинного мозга до уровня С4, ДЦП, мышечными атрофиями и дистрофиями, миопатиями, нервно-мышечными заболеваниями, сопровождающимися мышечной слабостью [35].



Рисунок 5 – Экзоскелет Atlas

Несмотря на высокое распространение, детский церебральный паралич остается малоизученным заболеванием.

В данном пособии сделана попытка на основе анализа разработанных современных методов оценки клинической картины пациента с ДЦП найти подходы к описанию его состояния, выбору *методов и оценки* эффективности применяемых реабилитационных практик.

Ниже приведены материалы, основанные на утвержденных Клинических рекомендациях, опубликованных материалах ведущих специалистов по ДЦП, которые могут быть использованы для решения поставленной задачи. Используемая литература приведена в виде ссылок и приложений.

## **1. Краткая информация о нозологии**

Детский церебральный паралич (ДЦП) – группа стабильных нарушений развития моторики и поддержания позы, приводящих к двигательным дефектам, обусловленным непрогрессирующим повреждением и/или аномалией развивающегося головного мозга у плода или новорожденного ребёнка [38].

Двигательные расстройства при ДЦП, как правило, сопровождаются нарушениями познания и поведения (50–70%), расстройствами речи (25%), нарушениями слухового восприятия (25%), эпилептическими приступами (25–35%), нарушениями зрения (40–50%) (Schanzenbacher, К. Е., 1989). Персистирующие двигательные нарушения приводят к формированию вторичных мышечно-скелетных деформаций, которые, в свою очередь, еще больше ограничивают двигательную активность больных. Несмотря на то, что ДЦП не является прогрессирующей патологией, его осложнения могут со временем усугублять инвалидизацию пациентов (Butler, С., 2001). Устойчивые двигательные ограничения у больных церебральным параличом обуславливают пожизненную необходимость в реабилитационных мероприятиях (Shepherd, R., 1995).

### **Классификация заболевания. Кодирование по МКБ-10**

G80.0 – Спастический церебральный паралич

G80.1 – Спастическая диплегия

G80.2 – Детская гемиплегия

G80.3 – Дискинетический церебральный паралич

G80.4 – Атаксический церебральный паралич

G80.8 – Другой вид детского церебрального паралича

### **1.1. Клиническая картина**

#### ***Спастический двусторонний ДЦП***

##### ***Спастическая диплегия***

Наиболее распространённый тип ДЦП (3/4 всех спастических форм), известный также под названием «болезнь Литтла». Для спастической диплегии характерно двустороннее поражение конечностей, ног в большей степени, чем рук, раннее формирование деформаций и контрактур. Распространённые сопутствующие симптомы – задержка психического и речевого развития, наличие псевдобульбарного синдрома, патологии черепных нервов, приводящей к атрофии дисков зрительных нервов, дизартрии, нарушениям слуха, а также умеренное снижение интеллекта. Прогноз двигательных возможностей менее благоприятен, чем при гемипарезе. Спастическая диплегия развивается преимущественно у детей, родившихся недоношенными, и сопровождается характерными изменениями, очевидными при выполнении магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга.

##### ***Спастический тетрапарез (двойная гемиплегия)***

Одна из самых тяжёлых форм ДЦП, является следствием аномалий развития головного мозга, внутриутробных инфекций и перинатальной гипоксии с диффузным повреждением вещества головного мозга, нередко сопровождается формированием

вторичной микроцефалии. Клинически проявляется двусторонней спастичностью, в равной степени выраженной в верхних и нижних конечностях, либо преобладающей в руках (рис. 6). При этой форме ДЦП наблюдается широкий спектр сопутствующих патологий: последствия повреждений черепных нервов (косоглазие, атрофия зрительных нервов, нарушения слуха, псевдобульбарный синдром), выраженные когнитивные и речевые дефекты, эпилепсия, раннее формирование тяжёлых вторичных ортопедических осложнений (контрактур суставов и костных деформаций). Тяжёлый двигательный дефект рук и отсутствие мотивации к лечению и обучению резко ограничивают самообслуживание и простую трудовую деятельность.

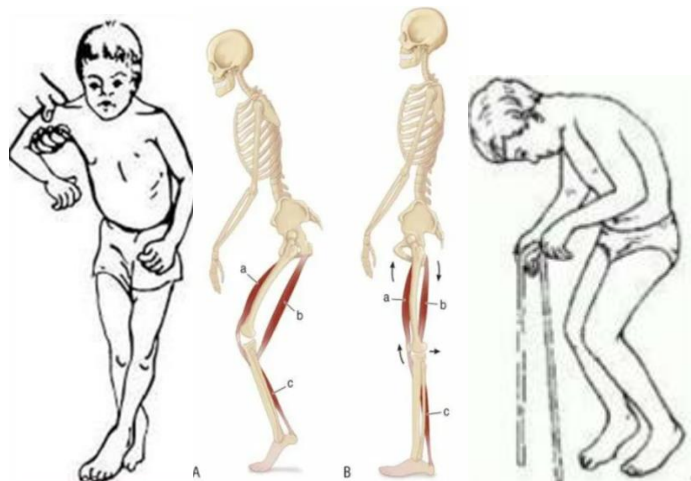


Рисунок 6 – Спастический тетрапарез

### ***Спастический односторонний ДЦП***

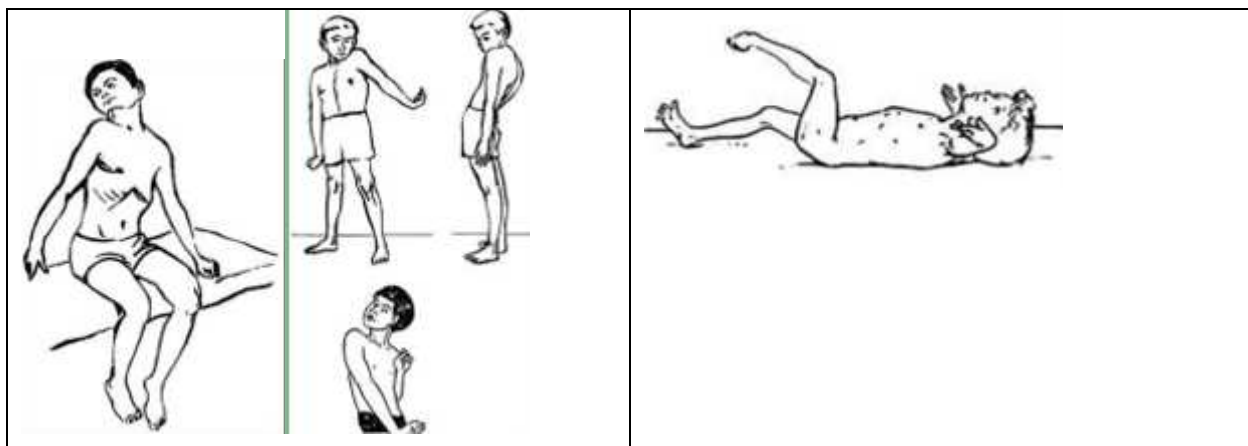
Характеризуется односторонним спастическим гемипарезом, у части пациентов – задержкой психического и речевого развития. Рука, как правило, страдает больше, чем нога. Реже встречается спастический монопарез. Возможны фокальные эпилептические приступы. Причиной является геморрагический инсульт (чаще односторонний) и врождённые аномалии развития мозга. Дети с гемипарезами овладевают возрастными двигательными навыками несколько позже, чем здоровые. Поэтому уровень социальной адаптации, как правило, определяется не степенью двигательного дефекта, а интеллектуальными возможностями ребёнка.

### ***Дискинетический (гиперкинетический) ДЦП***

Характеризуется произвольными движениями, традиционно называемыми гиперкинезами (атетоз, хореоатетоз, дистония), изменениями мышечного тонуса (может отмечаться как повышение, так и понижение тонуса), речевыми нарушениями, чаще в форме гиперкинетической дизартрии. Отсутствует правильная установка туловища и конечностей. У большинства детей отмечается сохранение интеллектуальных функций, что прогностически благоприятно в отношении социальной адаптации и обучения, чаще преобладают нарушения в эмоционально-волевой сфере. Одной из самых частых причин данной формы является перенесенная гемолитическая болезнь новорождённых с развитием «ядерной» желтухи, а также острая интранатальная асфиксия у доношенных детей с селективным повреждением базальных ганглиев (*status marmoratus*). При этом, как правило, повреждаются

структуры экстрапирамидной системы и слухового анализатора. Выделяются атетоидный и дистонический варианты.

Таблица 1 – Дискенетическая форма ДЦП



### ***Атаксический ДЦП***

Характеризуется низким тонусом мышц, атаксией и высокими сухожильными и периостальными рефлексам (рис. 7). Нередки речевые расстройства в форме мозжечковой или псевдобульбарной дизартрии. Нарушения координации представлены наличием интенционного тремора и дисметрией при выполнении целенаправленных движений. Наблюдается при преобладающем повреждении мозжечка, лобно-мосто-мозжечкового пути и, вероятно, лобных долей вследствие родовой травмы, гипоксически-ишемического фактора или врождённых аномалий развития. Интеллектуальный дефицит при данной форме варьируется от умеренного до глубокого. В более половине случаев требуется проведение тщательной дифференциальной диагностики с наследственными заболеваниями. Эта форма прогностически тяжёлая.



Рисунок 7 – Атаксический ДЦП



Для описания характеристик ходьбы при различных формах ДЦП предлагается использовать типы походок [39]. Специалисты выделяют следующие типы походки при спастической диплегии (таблица 2 во II группе, прыжковая походка).



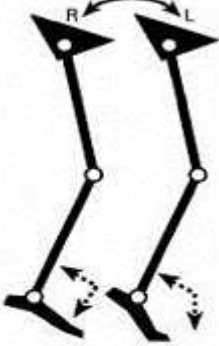
Таблица 2: диаграммы, показывающие каждый тип походки, с указанием доминирующих мышечных групп, определенных для лечения спастичности и/или

контрактуры, и соответствующего назначения ортопедических средств. Группа V представляет собой комбинацию групп I–IV, с другой группой в правой нижней конечности по сравнению с левой нижней конечностью. В этом примере правая нижняя конечность относится к III группе, очевидное равнодействие, а левая нижняя конечность относится ко II группе, прыжковая походка.

Таблица 2

**Сагиттальная плоскость. Типы походки при спастической диплегии.**

<p>Истинный эквинус (true equinus)</p>	<p>Формируется изолированно спастичными икроножными мышцами. Компенсируется рекурвацией коленных суставов, из-за чего эквинус может быть скрытым</p>	 <p>Group I True equinus</p> <p><math>\alpha &gt; 90^\circ</math> Gastroc — Hinged AFO</p>
<p>«Прыгающая походка» (jump knee или jump gait)</p>	<p>В формировании участвуют спастичные икроножные мышцы и сгибатели голени, прямые головки квадрицепсов, возможно участие подвздошных мышц. При ходьбе ноги ребенка согнуты в тазобедренных и коленных суставах, стопы в эквинусной установке. Сопровождается наклоном таза вперед и усиленным поясничным лордозом. Ребенок как бы пружинит в коленях при ходьбе. Эта походка типична для только начинающих ходить детей со спастической диплегией</p>	 <p>Group II Jump gait</p> <p><math>\alpha &gt; 90^\circ</math> Gastroc Hamstrings/RF (Psoas) Hinged AFO</p>

<p>Ложный (псевдо-) эквинус (apparent equinus)</p>	<p>Характерен при спастичности сгибателей голени и подвздошно-поясничных мышц, прямых головок квадрицепсов. Несмотря на видимый эквинус (опору на мыски) при ходьбе, угол тыльного сгибания в голеностопном суставе равен <math>90^\circ</math>, икроножные мышцы не включены в этот паттерн. Впервые описали Сазерленд и Дэвидс</p>	<p>Group III Apparent equinus</p>  <p><math>\alpha = 90^\circ</math> (Gastroc) Hamstrings/RF Psoas Solid AFO</p>
<p>«Походка на полусогнутых ногах» (crouch gait)</p>	<p>Укорочение сгибателей голени и подвздошных мышц, спастичность/слабость прямых головок квадрицепсов, слабость ягодичных и икроножных мышц (угол в голеностопных суставах меньше <math>90^\circ</math>). Появляется при нарастании сгибания в тазобедренных и коленных суставах с ростом ребенка, а также после изолированного оперативного удлинения икроножных мышц при сохранении спастичности и укорочения сгибателей голени.</p>	<p>Group IV Grouch gait</p>  <p><math>\alpha &lt; 90^\circ</math> — Hamstrings/RF Psoas GRAFO</p>
<p>Асимметричная походка</p>	<p>Сочетание двух разных вариантов с двух сторон</p>	<p>Group V Asymmetric gait</p>  <p>For example Apparent equinus    Jump gait</p>

Наиболее широко принятой классификацией походки при спастической гемиплегии является классификация, предложенная Winters et al (1987) [40]. Они подразделили гемиплегию на четыре типа походки, основанные на кинематике сагиттальной плоскости. Классификация имеет прямое отношение к пониманию характера походки.

### Common Gait Patterns: Spastic Hemiplegia

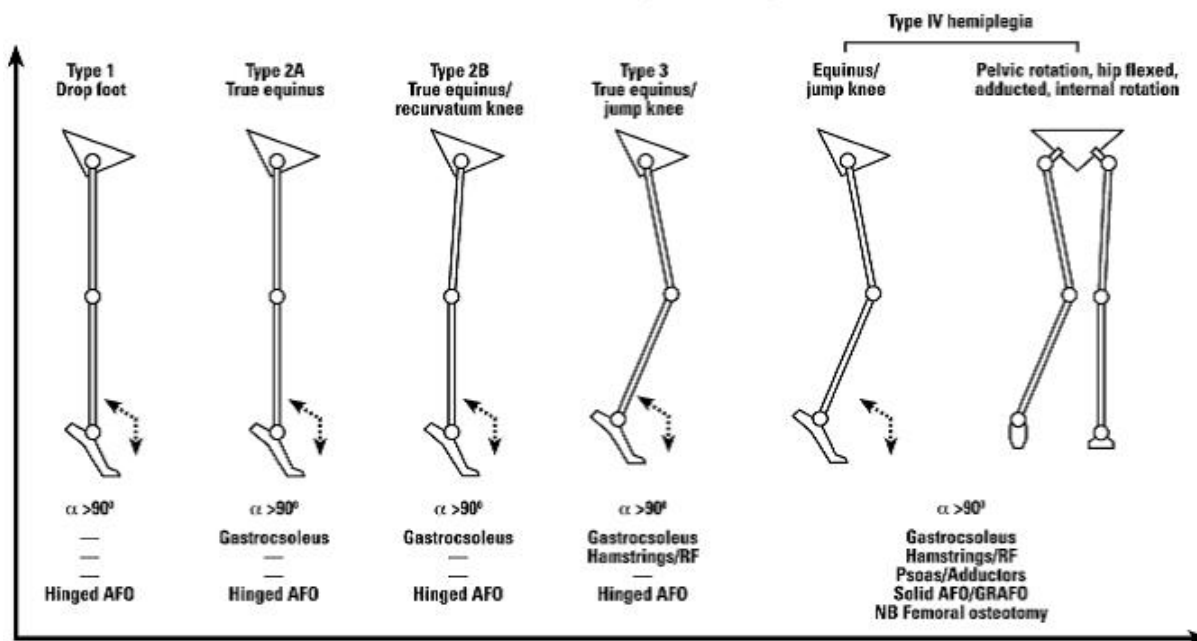


Рисунок 8. Тип 1 – слабые или парализованные (опускающаяся стопа);

Тип 2 – тип 1 + контрактура верхней части трицепса;

Тип 3 – тип 2 + спастичность подколенных сухожилий и/или прямой мышцы бедра;

Тип 4 – тип 3 + спастичность сгибателей и приводящих мышц бедра.

С возрастом, ростом, нарастанием мышечной спастичности и укорочением мышц типы походки могут трансформироваться. Например, с ростом ребенка типична трансформация прыгающей походки со спастической диплегией в походку на полусогнутых ногах. Походка детей с **гемипарезами** подразделяется на четыре типа:

1) нет активного тыльного сгибания стопы, стопа в эквинусе. После оперативного удлинения икроножной мышцы тыльное сгибание стопы все равно отсутствует, и пациент нуждается в динамической ортезе для удержания стопы в нейтральной позиции;

2) тыльное сгибание стопы возможно, но из-за спастичности икроножной мышцы стопа в эквинусном положении. После ботулинотерапии или оперативного удлинения икроножной мышцы паттерн ходьбы нормализуется.

2a: эквинус стопы и нейтральное положение коленного сустава,

2b: эквинус стопы в сочетании с рекурвацией коленного сустава.

Чтобы отличить тип 1 от типа 2, можно провести динамическую электромиографию;

3) сочетание типа 2 со спастичностью сгибателей голени и/или прямой головки квадрицепса, что приводит к рекурвации или «жесткости» колена (ограничению выноса бедра вперед);

4) сочетание типа 3 со сгибательной или сгибательно-приводящей установкой тазобедренного сустава вследствие спастичности подвздошно-поясничной мышцы и аддукторов. Из-за одностороннего поражения сопровождается перекосом таза (J. Rodda, H. K. Graham) [41]. Могут также присутствовать деформации в горизонтальной плоскости, такие как внутренняя ротация бедра и голени. В целом при гемиплегиях



больше страдают мышцы дистального отдела ноги, и истинный эквинус встречается чаще, а при спастических диплегиях эквинус стоп чаще сочетается с вовлечением мышц проксимальных отделов нижних конечностей. Имеет смысл отдельно оценить выраженность эквинуса стоп при ходьбе без обуви и в обуви, которую обычно использует ребенок (если применяются динамические аппараты, то и в них тоже). Нужно обратить внимание, насколько обувь или аппараты устраняют эквинус, удобны ли они для ребенка, не создают ли ему трудностей при ходьбе.

В каждый из указанных паттернов может включаться дополнительно «походка на жестких коленях» (stiff knee gait) – уменьшение выноса бедра вперед в фазе переднего шага из-за сокращения прямых головок квадрицепсов (J. Rodda, H. K. Graham [41]).

Эти изменения походки наблюдаются в сагиттальной плоскости. Они сосуществуют с нарушениями во фронтальной и горизонтальной плоскостях.

1. Походка «ножницы» и внутренняя ротация бедер (scissoring gait). Такая походка выглядит как перекрест ног при ходьбе. Причина – спастичность приводящих мышц бедер и сгибателей голени в сочетании с антеторсией головок бедренных костей в тазобедренных суставах;
2. Раскачивания корпуса из стороны в сторону. Это патологический механизм удержания равновесия. Раскачивания могут усиливаться после оперативного лечения и в период быстрого роста. Физиологический смысл колебаний туловища – поддержание равновесия при ходьбе. В норме колебания в основном происходят в горизонтальной плоскости.

## 1.2. Основные шкалы для определения двигательных нарушений у пациентов с ДЦП

**Шкала оценки мышечной силы MRC (Medical Research Council Scale (Beasley W C; 1961 Masur H 2004))**

Балл	Характеристика силы	Соотношение силы пораженной и здоровой стороны (%)	Степень пареза
5	Движение в полном объеме при действии силы тяжести и максимального внешнего противодействия	100	нет
4	Движение в полном объеме при действии силы тяжести и небольшом внешнем противодействии	75	легкий
3	Движение в полном объеме при действии силы тяжести	50	умеренный
2	Движение в полном объеме в условиях разгрузки (при исключении гравитационных сил и давления)	25	выраженный
1	Ощущение напряжения при попытке произвольного движения	10	грубый

	(пальпируются сокращения мышц)		
0	Отсутствие признаков движения при попытке произвольного напряжения мышцы	0	плегия

### 1.3. Оценка спастичности

Для оценки уровня спастичности также используют ряд специальных шкал [42].

**Шкала Ashworth** – шкала оценки тяжести спастического синдрома от 1 до 5 баллов.

**Шкала оценки выраженности спастичности MAS (Modified Ashworth Scale)** (Bohannon R, Smith V, 1987; Wade D, 1992)

Балл	Мышечный тонус
0	Мышечный тонус не повышен
1	Незначительное повышение тонуса мышц, характеризуется наличием симптома «catch» (от англ. – замок, стопор) или минимальным сопротивлением в конце объема движения, при сгибании или разгибании сегмента конечности
1+	Незначительное повышение тонуса мышц, характеризующееся наличием симптома «catch» и следующим за ним минимальным сопротивлением на протяжении менее ½ объема движения
2	Более значительное увеличение тонуса мышц практически во всем объеме движения, но движение производится достаточно легко
3	Значительное увеличение мышечного тонуса, пассивные движения затруднены
4	Пораженные сегменты ригидны при сгибании и разгибании

### Шкала Тардье:

Модифицированная шкала спастичности Тардье (Mehrholtz J, 2005)

Угол при различных скоростях пассивного растяжения	градус
Av1: угол при растяжении со скоростью V1, так медленно, как только возможно	
Av2: угол при растяжении со скоростью V2, скорость соответствует свободному падению конечности под тяжестью собственного веса	
Av3: угол при растяжении со скоростью V3, так быстро, как только возможно	
Угол, достаточный для появления миотонического рефлекса	градус
Av1 – Av3	
Шкала спастичности от 0 до 4:	уровень
Нет сопротивления пассивным движениям	0
Небольшое сопротивление пассивным движениям	1
Появление четкого угла кратковременного сопротивления пассивному растяжению (феномен схватывания), затем пропадающий	2
Угасающий клonus (менее 10 сек при сохранении давления), возникающий при растяжении на определенный угол, затем пропадающий	3
Устойчивый клonus (более 10 сек при сохранении давления), возникающий на при растяжении на определенный угол	4

## Описание модифицированной шкалы Тардье

Оценивает реакцию на растяжение мышц в зависимости от скорости движения по двум параметрам:

X – качество реакции мышцы

Y – объем движения в момент реакции мышцы

Под *качеством реакции мышцы* понимают описание ее сопротивления пассивному растяжению в рамках следующих параметров:

- 0– отсутствие сопротивления на протяжении всего пассивного движения;
- 1– небольшое сопротивление во время пассивного движения без отчетливого феномена «catch» при достижении крайней позиции в суставе;
- 2– отчетливый «catch», прерывающий пассивное движение с последующей возможностью продолжить движение в суставе;
- 3– быстро проходящее клоническое движение (менее 10 секунд при сохранении давления на сустав), развивающийся при достижении крайней позиции в суставе;
- 4– длительные клонические движения (значительно дольше 10 секунд при сохранении давления на сустав) при достижении крайней позиции в суставе;
- 5– пассивные движения в суставе невозможны.

*Скорость движения в суставе:*

V1 – настолько медленно, насколько это возможно (исключение рефлекса на растяжение);

V2 – скорость падения сегмента конечности под воздействием гравитации;

V3 – настолько быстро, насколько возможно.

*Угол движения в суставе определяется следующим образом:*

R1 – угол остановки движения конечности при высокой скорости исследования V2 или V3;

R2 – объем пассивного движения в суставе V1.

Поскольку тестирование при V1 используют для оценки объема пассивного движения, только тестирование при V2 и V3 дает представление о спастичности. R1 характеризует объем движения, на котором возникает резкое препятствие для окончания движения, обусловленное повышенным рефлексом на растяжение, а R2 характеризует максимально возможную длину растяжения мышцы в спокойном состоянии (при нивелировании рефлекса на растяжение). Важна именно разница между R1 и R2:

- большая разница между R1 и R2 (по крайней мере  $15^0$ ) говорит о динамичности контрактуры и значительном объеме возможной положительной динамики на фоне коррекции;

- незначительное различие между R1 и R2 связано с выраженностью фиксированной контрактуры.

### 1.4. Определение глобальных моторных функций (Gross Motor Function Classification System – GMFCS)

После установления клинической формы церебрального паралича необходимо уточнить степень выраженности двигательных нарушений у пациента. Для решения

этой задачи используют шкалы и классификации, наиболее эффективной из которых является Шкала глобальных моторных функций (Gross Motor Function Classification System – GMFCS). Это описательная система, учитывающая степень развития моторики и ограничения движений в повседневной жизни для пяти возрастных групп пациентов с ДЦП: до 2 лет, от 2 до 4 лет, от 4 до 6 лет, от 6 до 12 лет, от 12 до 18 лет. Согласно GMFCS, выделяют 5 уровней развития больших моторных функций.

Таблица 2

Шкала глобальных моторных функций (Gross Motor Function Classification System – GMFCS) с двигательными характеристиками в зависимости от возраста ребенка

	До 2-х лет	2–4 года	4 года – 6 лет	6–12 лет
<b>I</b>	Ребенок самостоятельно садится и <u>выходит из позы сидя</u> на полу без помощи рук, которые свободны для манипуляции объектами. Ползает на четвереньках, встает у опоры, ходит, держась за опору. Самостоятельная ходьба без посторонней помощи и использования любых приспособлений сформирована в период с 18 до 24 мес.	Может сидеть самостоятельно, ходит без использования вспомогательных приспособлений. Удерживает баланс во время сидения, если задействует обе руки при манипуляциях. Может самостоятельно сесть и встать, без помощи взрослых. Предпочитает передвигаться путем ходьбы. Не нуждается в использовании каких-либо приспособлений для самостоятельной ходьбы.	Может ходить без использования вспомогательных приспособлений на большие расстояния, на открытых пространствах и по неровной поверхности. Может самостоятельно сесть на стул и встать с него без помощи рук. Может встать самостоятельно с пола или со стула без посторонней помощи, и ни за что не держась. Поднимается и спускается по лестнице не держась за поручни. Начинает бегать и прыгать.	Может ходить без использования вспомогательных приспособлений, поднимается и спускается по лестнице не держась за поручни. Может ходить самостоятельно, в том числе по неровной поверхности. Может прыгать и бегать с незначительным ограничением в скорости и удержанием баланса. Может принимать участие в занятиях спортом.
<b>II</b>	Ребенок может сидеть на полу, но вынужден использовать руки для поддержания баланса. Ползает на животе или на четвереньках. Может стоять у опоры и делать шаги, держась за мебель.	Может сидеть самостоятельно на полу, обычно передвигается путем ходьбы с использованием вспомогательных приспособлений. Испытывает трудности с удержанием баланса во время сидения, если задействует обе руки при манипуляциях. Может самостоятельно сесть и встать, может опосредованно встать на ровной стабильной поверхности. Ползает на четвереньках с реципрокным компонентом. Ходит по помещению, придерживаясь за мебель, или использует вспомогательные приспособления. Ходьба является наиболее предпочитаемым способом передвижения.	Может ходить без использования вспомогательных приспособлений в помещении и на небольшие расстояния на улице по ровной поверхности. Ребенок может сидеть на стуле с удержанием баланса во время сидения, даже если задействует обе руки при манипуляциях. Может встать с пола или встать со стула самостоятельно, но зачастую ему необходима стабильная опора, от которой он может оттолкнуться или за которую есть возможность держаться. Обязательно держится за поручни, когда поднимается и спускается по лестнице. Не может бегать и прыгать.	Может ходить без использования вспомогательных приспособлений. При подъеме и спуске с лестницы обязательно держится за поручни. Испытывает трудности при ходьбе на большие расстояния, по неровной поверхности и в многолюдных местах. Может нуждаться в помощи, чтобы встать с пола или сесть на пол. Бег и прыжки ограничены. Нуждается в определенной адаптации для занятий спортом.
<b>III</b>	Ребенок может сидеть на полу при условии наличия поддержки, опоры для спины. Ползает на животе и переворачивается.	Может сидеть самостоятельно и ходить на небольшие расстояния, используя вспомогательные приспособления (ходунки, костыли, трость и т.д.) и при значимой сторонней помощи. Ребенок предпочитает чаще всего сидеть по-турецки и нуждается в помощи взрослого, чтобы принять позу сидя. Ползает на животе или с опорой на локти и колени, но без реципрокного компонента. Может встать, держась за опору, сделать несколько шагов, может ходить на небольшие дистанции в помещении, используя вспомогательное оборудование для ходьбы. Для поворотов и изменения направления движения необходима помощь взрослого.	Может ходить, используя вспомогательные приспособления (ходунки, костыли, трость и т.д.), может сидеть на обычном стуле, но при манипуляциях предметами нуждается в поддержке туловища и таза. Может сесть на стул и встать с него, придерживаясь или подтягиваясь руками за стабильную поверхность, ходит по ровной поверхности с использованием вспомогательных приспособлений, поднимается по лестнице с помощью взрослого. При передвижении на большие расстояния ребенка чаще всего переносят на руках или используют коляску.	Может стоять самостоятельно. Ходит, используя вспомогательные приспособления (ходунки, костыли, трость и т.д.). С трудом поднимается по ступенькам и ходит по неровной поверхности. Использует инвалидное механическое кресло, передвигаясь на большие расстояния и в многолюдных местах. Чаще наблюдается билатеральное поражение с вовлечением верхних конечностей.

IV	У ребенка сформирован контроль за положением головы, но для сидения на полу необходима опора под спину. Может переворачиваться на полу со спины на живот и обратно.	У ребенка сформирован контроль за положением головы, но для сидения на полу необходима опора под спину. Может переворачиваться на полу со спины на живот и обратно. Может посаженный сидеть самостоятельно на полу. Самостоятельное сохранение позы «сидя» возможно только при использовании рук для опоры и поддержания баланса. Передвигается самостоятельно в пределах комнаты по полу путем перекачивания, ползания на животе и на четвереньках без реципрокного компонента.	Ребенок может сидеть на обычном стуле, но при манипуляциях предметами нуждается в поддержке туловища и таза. Может сесть на стул и встать с него при помощи взрослого, придерживаясь или подтягиваясь руками за стабильную поверхность. В лучшем случае ребенок может ходить на короткие расстояния, используя ходунки и под наблюдением взрослого.	Может сидеть самостоятельно, но не стоит и не ходит без основательной поддержки. Дома больше передвигается по полу. Может использовать ходунки с поддержкой туловища для ходьбы дома и в школе. Зачастую нуждается в фиксации тела или туловища для манипуляции руками. Самостоятельное передвижение возможно с использованием инвалидного кресла.
----	---	--	---	--

V	Физический дефект ограничивает произвольный контроль движений. Ребенок не может преодолеть гравитацию, из-за чего контроль головы и туловища в позиции лежа на спине и сидя невозможен. Нуждается в помощи постороннего, чтобы повернуться со спины на живот и обратно.	Испытывает трудности в контроле за положением туловища и головы в большинстве позиций. Степень выраженности нарушений такова, что гравитация препятствует удержанию позиции головы и туловища. Все уровни движения ограничены. Даже использование адаптивного оборудования и вспомогательных приспособлений не позволяют сформировать физиологичные позы «сидя» и «стоя». Дети с 5 уровнем развития не имеют никакой возможности самостоятельного передвижения. Некоторые из них могут передвигаться, используя электроприводное инвалидное кресло-коляску.
---	---	---

## 1.5. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МЫШЦ И СУСТАВОВ

Во время первичного клинического осмотра пациентов с ДЦП врач должен оценить амплитуду пассивных и активных движений во всех суставах конечностей. Так он сможет выявить мышечную спастичность и/или мышечное укорочение, контрактуры суставов или степень риска их возникновения. Ниже описаны характерные для ДЦП паттерны мышечной спастичности и укорочения, а также диагностические тесты, используемые для оценки состояния отдельных групп мышц и их функций.

### Паттерны спастичности нижних конечностей

#### 1. Сгибательная установка бедра в тазобедренном суставе (подвздошно-поясничная мышца, прямая головка четырехглавой мышцы бедра)

Для уточнения степени выраженности контрактуры в тазобедренных суставах используется **тест Томаса** (рис. 9): ноги лежащего на спине пациента сгибаются в тазобедренных и коленных суставах до момента полного исчезновения поясничного лордоза. Затем, продолжая фиксировать одну ногу в этом положении, вторую отпускают. Если полного разгибания в тазобедренном суставе не происходит, это говорит о наличии сгибательной контрактуры в тазобедренном суставе. В этом положении можно измерить гониометром угол фиксации в суставе.

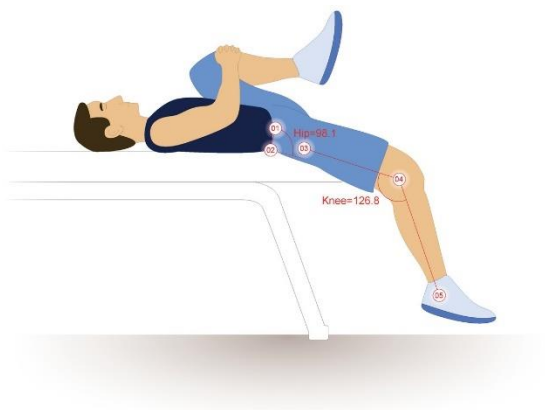


Рисунок 9. Тест Томаса

**Тест Дункан–Эли** проводится для тестирования прямой мышцы бедра (*musculus rectus femoris*). Этот тест проводят в положении лежа на животе и на спине. Врач одной рукой производит пассивное сгибание колена пациента, что вызывает растяжение прямой мышцы бедра. В норме бедро остается прижатым к кушетке. Если присутствует укорочение прямой мышцы бедра, то при пассивном сгибании в колене тестируемой ноги пациента бедро будет сгибаться в тазобедренном суставе и поднимать таз над кушеткой. Смещение надколенников вверх от средней линии коленного сустава также говорит об укорочении прямых головок (оценивается в положении пациента лежа на спине).

При вставании на колени у ребенка со спастичностью или укорочением прямых головок заметен выраженный поясничный лордоз.



Рисунок 10. Тест Дункан–Эли

## 2. Аддукторный синдром: приводящая установка бедра (большие, короткие и длинные приводящие мышцы бедра)

Оценка проводится путем разведения в тазобедренных суставах согнутых в коленях ног (таким образом исключается действие тонких мышц) (рис. 11). При спастичности выявляется разница между амплитудой отведения бедра в быстром и медленном темпе. Ограничение отведения в суставе независимо от скорости движения может указывать на укорочение приводящей группы мышц или на нарушение взаимоотношения суставных поверхностей – вывихе в тазобедренном суставе. Асимметрия отведения бедер с двух сторон также может быть признаком вывиха в суставе.



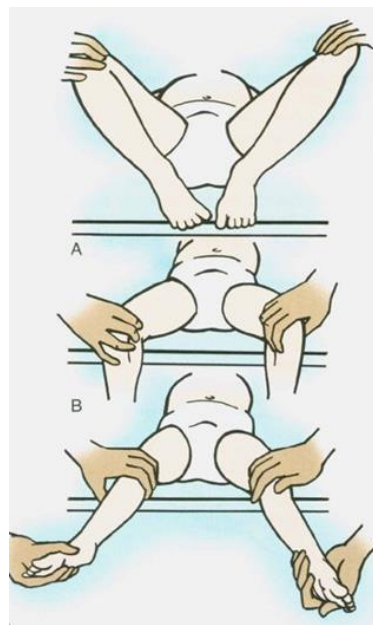
Рисунок 11. Adductor magnus

**Шкала тонуса аддукторов** – шкала оценки тонуса приводящих мышц бедра от 0 до 4 баллов:

- 0. нет повышения тонуса;
- 1. повышение тонуса, бедро легко отводится на 45°;
- 2. бедро отводится на 45° со средним сопротивлением;
- 3. бедро отводится на 45° со значительным сопротивлением;
- 4. требуются два человека для отведения бедра на 45°.

**3. Грацилис-синдром: приведение и внутренняя ротация бедер (тонкая мышца)**

После проведения предыдущего теста оценивается отведение бедра с разогнутым коленным суставом. При наличии спастичности тонких мышц выявляется разница между амплитудой отведения бедра с согнутым и разогнутым коленом. Тест можно проводить в положении лежа на животе (**тест Фелпса**) (рис. 12) или лежа на спине, со свисающими с края кушетки голенями, которые затем разгибаются в коленных суставах (**грацилис-тест**).



## Рисунок 12. Adduction Phelps

### **4. Хамстринг-синдром: сгибательная установка коленных суставов (полусухожильные и полуперепончатые мышцы)**

**Хамстринг-тест** (рис. 13) проводится в положении пациента лежа на спине, одна нога фиксируется в вытянутом положении, вторая сгибается в тазобедренном суставе под углом  $90^\circ$ , и в этом положении разгибается голень в коленном суставе. Измеряется угол между осями бедра и голени при максимально возможном разгибании коленного сустава в быстром и медленном темпе.

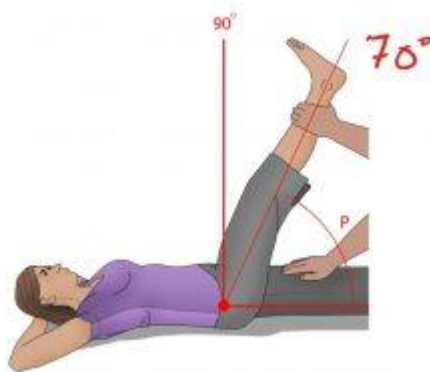


Рисунок 13. Хамстринг-тест

### **5. Эквинусная установка стоп (трехглавая мышца голени – икроножная и камбаловидная мышцы)**

Камбаловидная мышца тестируется при согнутом колене, измеряется угол максимального тыльного сгибания стопы. У детей с нестабильностью голеностопных суставов очень важно во время тестирования фиксировать внутреннюю поверхность сустава, не давая сместиться таранной кости: таким образом мы можем оценить истинную амплитуду движения стопы в голеностопном суставе. Если таранную кость не фиксировать, амплитуда тыльного сгибания стопы увеличивается за счет присоединения нефизиологического движения в подтаранном суставе.

Икроножная мышца тестируется при разогнутом колене, так как является двусуставной. Измеряется угол максимально возможного тыльного сгибания стопы в быстром и медленном темпе. При выполнении движения стопы также необходимо фиксировать таранную кость.

**6. Эквиноварусная установка стоп (икроножная и задняя большеберцовая мышца)** (рис. 14). Функция задней большеберцовой мышцы – супинация и подошвенное сгибание стопы в голеностопном суставе. Для оценки наличия спастичности мышцы стопу надо максимально разогнуть в направлении тыла стопы и пронировать ее до физиологического положения. Если это движение невозможно выполнить в полном объеме и в конце ощущается мягкое эластичное сопротивление, можно говорить об укорочении задней большеберцовой мышцы.





Рисунок 14. Положение стопы

### 1.6. Функциональная гониометрия

Для того чтобы оценить амплитуду движений в суставах, можно использовать *функциональную гониометрию*.

Специальным прибором – гониометром – измеряют угол максимального пассивного движения во всех плоскостях для каждого отдельного сустава. У детей с ДЦП особенно важна эта оценка для тазобедренных и голеностопных суставов. Дети должны находиться в расслабленном состоянии.

Показатели гониометрии для нижних конечностей. GMFCS I-III				Показатели гониометрии для нижних конечностей. GMFCS IV-V			
	Красная зона	Желтая зона	Зеленая зона		Красная зона	Желтая зона	Зеленая зона
Отведение бедра	≤30	>30 <40	≥40	Отведение бедра	≤20	>20 <30	≥30
Подколенный угол (Хам-стринг-тест)	≤130	>130 <140	≥140	Подколенный угол (Хам-стринг-тест)	≤120	>120 <130	≥130
Разгибание в коленном суставе	≤10	>10 <0	≥0	Разгибание в коленном суставе	≤20	>20 <10	≥10
Дорсифлексия в голеностопном суставе при согнутом колене	≤10	>10 <20	≥20	Дорсифлексия в голеностопном суставе при согнутом колене	≤0	>0 <10	≥10
Дорсифлексия в голеностопном суставе при разогнутом колене	≤0	>0 <10	≥10	Дорсифлексия в голеностопном суставе при разогнутом колене	≤-10	>-10 <0	≥0
Внутренняя ротация бедра	≤30	>30 <40	≥40	Внутренняя ротация бедра	≤30	>30 <40	≥40
Наружная ротация бедра	≤30	>30 <40	≥40	Наружная ротация бедра	≤30	>30 <40	≥40
Тест Эли	≤100	>100 <120	≥120	Тест Эли	≤90	>90 <110	≥110
Разгибание бедра	<0	–	≥0	Разгибание бедра	≤-10	>-10 <0	≥0

Детальная формализованная карта приведена в Приложении 4 [43].

### 1.7. Функциональная шкала двигательной активности (FMS)

Наиболее распространенные функциональные движения ребенка на трех дистанциях (5 метров, 50 метров, 500 метров, *время движения*):

- N = не применимо, С = человек ползет по комнате (5 м)
- *Проходит 10 метров за время*

- 1 = Использует инвалидную коляску, может сделать несколько шагов с помощью другого лица.
- 2 = Использование ходунков или поддержки без помощи другого человека.
- 3 = Использование костылей без помощи другого человека.
- 4 = Использование палочек (одна или две) без помощи другого человека.
- 5 = Независимая ходьба на ровных поверхностях без использования костылей или помощи другого человека (если мебель, стены, заборы, окна используются в качестве поддержки).
- 6 = Независимая ходьба по любой поверхности без использования костылей или помощи другого лица, включая ходьбу по бордюрам и в толпе.

### 1.8. OGS (Шкала клинического наблюдения ходьбы)

Шкала предназначена для объективизации процесса выбора мышц-мишеней для инъекций ботулинического токсина типа А у пациентов с ДЦП. Она является удобным инструментом быстрой и систематизированной клинической оценки нарушений ходьбы. Использование данной шкалы предполагает оценку обычной одномерной видеозаписи ходьбы ребенка при медленном воспроизведении. Авторами предложен ряд параметров, позволяющих визуально оценить в первую очередь соотношение между положением коленного и голеностопного суставов во время фазы опоры (стояния), что, в свою очередь, помогает определить доминирующую роль спастичности икроножной мышцы (истинный эквинус) или мышц hamstring – группы (ложный эквинус) и выделить ключевую причину формирования патологического паттерна ходьбы.

Таблица 3

Шкала клинического наблюдения ходьбы

Параметр оценки ходьбы	Определение	Оценка	Правая нога	Левая нога
Положение колена в фазу опоры	"Crouch" (колени согнуто)	Тяжело >15° Выраженно 10-15° Умеренно <10° Нейтральная позиция	0 1 2 3	0 1 2 3
	Рекурвация колена	Умеренно <5° Выраженно 5-10° Тяжело >10°	2 1 0	2 1 0
Начальный контакт стопы с опорой	Пальцами стопы		0	0
	Передним отделом стопы		1	1
	Полной стопой		2	2
	Пяткой		3	3

Очередность контакта отделов стопы с опорой в фазу опоры	Пальцы стопы / пальцы стопы (эквинус)	-1	-1
	Полная стопа / ранний отрыв пятки	0	0
	Полная стопа / нет раннего отрыва пятки	1	1
	Периодическая опора на пятку / полную стопу	2	2
	Пятка / передний отдел (нормальный «перекат»)	3	3
Время отрыва пятки от опоры	Контакт пятки с опорой отсутствует (фиксированный эквинус)	0	0
	1	1	1
	Ранее 25% времени опоры (очень рано)	2	2
	Между 25-50% времени опоры (несколько раньше нормы)	3	3
	0	0	0
В конце фазы опоры			
Нет отрыва пятки (плоская стопа, «stouch»-походка)			
Положение стопы в фазу опоры	Варусное	0	0
	Вальгусное	1	1
	Нейтральное	2	2
Площадь опоры	Отчетливый перекрест ног	0	0
	Узкая площадь опоры (минимальное расстояние между коленями)	1	1
	2	2	2
	Увеличенная площадь опоры	3	3
	Нормальная площадь опоры (на ширине плеч)		
Использование вспомогательных средств для ходьбы	Ходунки (задние/передние), с посторонней помощью	0	0
	1	1	1
	Ходунки без посторонней помощи	2	2
	Костыли, трости	3	3
	Без вспомогательных средств на расстояние 10 м		
Изменения, достигаемые с использованием вспомогательных средств для ходьбы	Становится хуже	-1	-1
	Без изменений	1	1
	Становится лучше	2	2
Примечание. Максимальный итоговый балл (наилучший) >22 для одной конечности. Общий балл может быть другим при оценке отдельных параметров.			

## 1.9. FIM (Шкала функциональной независимости)

7 баллов – полная независимость в выполнении соответствующей функции: все действия выполняются самостоятельно, в общепринятой манере и с разумными затратами времени;

6 баллов – ограниченная независимость: человек выполняет все действия самостоятельно, но медленнее, чем обычно, либо нуждается в постороннем совете;

5 баллов – минимальная зависимость: при выполнении действий требуется наблюдение ухаживающего либо помощь при надевании протеза или ортеза;

4 балла – незначительная зависимость: при выполнении действий нуждается в посторонней помощи, однако более 75% задания выполняет самостоятельно;

3 балла – умеренная зависимость: самостоятельно выполняет 50–75% необходимых для исполнения задания действий;

2 балла – значительная зависимость: самостоятельно выполняет 25–50% действий;

1 балл – полная зависимость от окружающих: самостоятельно может выполнить менее 25% необходимых действий.

<b>Навыки</b>
<b>Самообслуживание</b> 1. Прием пищи (пользование столовыми приборами, поднесение пищи ко рту, жевание, глотание) 2. Личная гигиена (чистка зубов, причесывание, умывание лица и рук, бритье либо макияж) 3. Принятие ванны / душа (мытьё и вытирание тела, за исключением области спины) 4. Одевание (включая надевание протезов / ортезов), верхняя часть тела (выше пояса) 5. Одевание (включая надевание протезов / ортезов), нижняя часть тела (ниже пояса) 6. Туалет (использование туалетной бумаги после посещения туалета, гигиенических пакетов)
<b>Контроль функции тазовых органов</b> 7. Мочевой пузырь (контроль мочеиспускания и, при необходимости, использование приспособлений для мочеиспускания, например, катетера) 8. Прямая кишка (контроль акта дефекации и, при необходимости, использование специальных приспособлений, например, клизмы, калоприемника)
<b>Перемещение</b> 9. Кровать, стул, инвалидное кресло (способность вставать с кровати и лечь на кровать, садиться на стул или инвалидное кресло и вставать с них) 10. Туалет (способность пользоваться унитазом – садиться, вставать) 11. Ванна, душ (способность пользоваться кабиной для душа либо ванной)
<b>Подвижность</b> 12. Ходьба / передвижение с помощью инвалидного кресла: • 7 баллов – возможность ходьбы без посторонней помощи на расстояние не менее 50 м; • 1 балл – невозможность преодолеть расстояние более 17 м 13. Подъем по лестнице: • 7 баллов – возможность подъема без посторонней помощи на 12–14 ступеней; • 1 балл – невозможность преодолеть высоту более 4 ступеней
<i>Двигательные функции: суммарный балл</i>

<b>Общение</b>
14. Восприятие внешней информации (понимание речи и/или письма)
15. Изложение собственных желаний и мыслей (устным или письменным способом)
<b>Социальная активность</b>
16. Социальная интеграция (взаимодействие с членами семьи, медперсоналом и прочими окружающими)
17. Принятие решений (умение решать проблемы, связанные с финансами, социальными и личными потребностями)
18. Память (способность запоминать и воспроизводить полученную зрительную и слуховую информацию, обучаться, узнавать окружающих)
<b>Интеллект: суммарный балл</b>
<i>Суммарный балл</i>

Кроме классификации общих моторных функций, у пациентов с ДЦП широкое применение находят специализированные шкалы оценки спастичности и отдельных функций и функции верхних конечностей.

#### **1.10. Классификация нарушений функции руки (MACS Manual Ability Classification System for children with Cerebral Palsy 4-18 years)**

- MACS I: Верхние конечности используются легко и успешно.
- MACS II: Ребенок имеет возможность управляться с большинством объектов, однако некоторые действия менее качественны и/или выполняются медленнее.
- MACS III: Функциональные возможности затруднены, пациент нуждается в подготовке к действию и/или вынужден модифицировать действие.
- MACS IV: Ограниченная функция, возможно удовлетворительное использование конечности в адаптированной ситуации.
- MACS V: Практически не функциональная конечность, существенно ограничены даже простые действия.

Приведены методики с рисунками по определению степени тонуса в Приложении Приложение 4. Функциональная ГОНИОМЕТРИЯ [43].

#### **1.11. CFCS (Система классификации навыков общения)**

**Таблица 6**

#### **Система классификации нарушений коммуникационных функций (CFCS (Communication Function Classification System (2010))**

CFSC I	эффективно обменивается информацией как с членами семьи, так и с посторонними людьми
CFSC II	эффективно, но замедленно обменивается информацией как с членами семьи, так и с посторонними людьми
CFSC III	эффективно обменивается информацией, но только с членами семьи
CFSC IV	периодически эффективен в обмене информацией только с членами семьи

CFSC V	невозможен обмен информацией как с членами семьи, так и с посторонними людьми.
--------	--

### 1.12. Реабилитационное лечение

Реабилитационный потенциал у ребенка существует всегда!

Реабилитация направлена:

- на обеспечение/улучшение способности ребенка к передвижению, поддержанию позы, двигательной активности и ходьбы;
- улучшение взаимодействия с окружающими;
- повышение активности в повседневной жизни;
- повышение качества жизни ребенка и членов семьи.

#### Функциональная терапия

Функциональная терапия при ДЦП включает методы воздействия, направленные на сохранение и развитие функциональной активности пациента, а именно:

- физическую терапию;
- эрготерапию;
- ортезирование;
- использование технических средств реабилитации.

**Физическая терапия** – составная часть медицинской реабилитации, использующая совокупность средств, форм и методов лечебной физической культуры, оздоровительной физической культуры и спорта, массажа, естественных и преформированных факторов природы для формирования, поддержания, коррекции, восстановления и приспособления к актуальным условиям двигательной функции и функций, обеспечивающих движение, пациентов любого возраста.

У большинства детей с двигательными нарушениями снижены сила мышц, выносливость к физическим нагрузкам, ежедневная активность. Физическая терапия позволяет улучшить координацию, равновесие, силу, гибкость, выносливость, контроль над болевыми симптомами, поддержание позы, походку и общее здоровье.

Существует множество методик физической терапии: массаж, традиционная общеукрепляющая лечебная гимнастика, специальные виды физических упражнений (например, упражнения с исключением здоровой конечности при гемипарезах), гидротерапия, различные виды механотерапии с использованием всевозможных тренажеров, в том числе **роботизированных комплексов**. В понятие физической терапии входит также классическая физиотерапия как вид лечения с использованием физических факторов. Помимо традиционных, существуют альтернативные методики, применяемые при ДЦП: нейроразвивающая терапия (Бобат-концепция, метод Войта), различные методики рефлексотерапии, иппотерапия.

**Цели** применения используемых методик должны быть строго определены и направлены на профилактику осложнений заболевания, развитие новых двигательных навыков и поддержание оптимального уровня функционирования ребенка, то есть сохранение достигнутых возможностей.

### 1.13. Реабилитационное лечение в зависимости от уровня GMFCS

В работе [39] приведены уровни развития детей по GMFCS и сформулированы цели реабилитации.

**GMFCS I–II:** Ребенок самостоятельно ходит без ограничений или с ограничениями. Есть локальные двигательные проблемы при хорошем общем уровне моторного развития.

**Цели реабилитации:**

- сохранение свободы передвижения;
- улучшение ходьбы и двигательной функции рук;
- профилактика контрактур, минимизация оперативных вмешательств;
- развитие речи, интеллектуальное развитие;
- полноценная социализация;
- высокая самооценка ребенка.

**GMFCS III:** Ребенок стоит и ходит с опорой.

**Цели реабилитации:**

- сохранение возможности вертикализации и передвижения;
- улучшение и поддержание двигательной функции;
- выработка оптимального двигательного паттерна, максимальной независимости при передвижении и самообслуживании;
- коррекция позы;
- профилактика контрактур;
- облегчение использования ТСП;
- развитие речи, интеллектуальное развитие;
- максимально возможная социализация с использованием различных технических средств.

**GMFCS IV:** Ребенок сидит с поддержкой, самостоятельно не передвигается.

**Проблемы:**

- раннее достижение предела двигательных навыков, утрата функций с возрастом;
- высокие риски развития ортопедических осложнений;
- болевой синдром;
- трудности в уходе, резкое ограничение самообслуживания, зависимость от ухаживающего лица.

**Цели реабилитации:**

- сохранение возможности пассивной вертикализации, устойчивого положения в кресле, функции рук;
- максимальная независимость, социализация;
- коррекция позы, профилактика контрактур;
- минимизация операций;
- развитие речи, интеллектуальное развитие;
- устранение болевого синдрома, облегчение ухода.

**GMFCS V:** Ребенок не удерживает голову, не сидит, самостоятельно не передвигается.

**Проблемы:**

- тяжелое физическое состояние, отсутствие двигательных навыков;
- часто – наличие тяжелых контрактур суставов, деформаций скелета;
- в большинстве случаев – отсутствие или тяжелые нарушения речи;

- нарушения глотания, проблемы с кормлением, частые аспирации, замедление физического развития (роста, веса);

**Цели реабилитации:**

- возможность комфортного позиционирования;
- уменьшение боли, облегчение ухода;
- налаживание кормления, подбор адекватного питания;
- при возможности – налаживание контакта, коммуникации с помощью невербальных методов;
- обучение родственников способам альтернативной коммуникации.

**2. Базовые принципы экзореабилитации**

В настоящий момент разработка инновационных немедикаментозных технологий и высокотехнологичных медицинских услуг в сфере медицинской реабилитации больных с наиболее часто встречаемыми заболеваниями является одной из приоритетных задач медицинской науки и практического здравоохранения РФ.

В настоящее время в Российской Федерации разработан экзоскелет ЭкзоАтлет® – I (рис. 15) для реабилитации взрослых пациентов с нарушением опорно-двигательного аппарата, а также для детей школьного возраста (рис. 16).

Начато проведение пострегистрационных научно-методических наблюдений для внедрения экзоскелета в программу реабилитации детей с нарушением функции ходьбы [36].

В 2021 году сертифицирован российский экзоскелет ExoAtlet® Bambini (рис. 16) для реабилитации детей и подростков [37].

*Ограниченное применение дорогостоящего оборудования персоналом стационаров и поликлиник из-за отсутствия методических указаний к его использованию остается одной из важнейших проблем сегодняшнего дня.*



Рисунок 15. Экзоскелет ЭкзоАтлет® – I для взрослых.



Рисунок 16. Экзоскелет ExoAtlet® Bambini для детей.

Актуальность разработки и внедрения роботизированной механотерапии обусловлена очевидными медико-экономическими преимуществами



немедикаментозных технологий оздоровления и реабилитации по сравнению с лекарственной терапией.

**Экзоскелет** – это устройство, предназначенное для восполнения утраченных функций, увеличения силы мышц человека и расширения амплитуды движений за счет внешнего каркаса и приводящих элементов.

Для восстановления двигательных функций у пациентов в последние годы в клинической практике используются реабилитационные роботизированные комплексы различного типа, как стационарные, так и мобильные. Однако наиболее перспективными можно считать экзоскелеты, способные не только вертикализировать положение тела человека, но и обеспечивать ему индивидуальную программу восстановления двигательных функций, а в результате позволяющие вернуться в ритм нормальной жизни в социуме.

#### **Использование экзоскелета позволяет:**

- Перевести пациента в вертикальное положение с полной опорой на стопы.
- Нормализовать нарушение афферентного проприоцептивного потока.
- Обеспечить и ощутить естественные реакции опоры на стопы, которые направлены вдоль продольной оси тела.
- Развивать зрительное восприятие окружающего пространства.
- Улучшить ориентацию в пространстве за счет включения зрительного анализатора.
- Улучшить координацию при поддержании позу.
- Выработать временную программу ходьбы, близкую к норме.
- Уменьшить спастичность мышц нижних конечностей.
- Увеличить силу мышц.
- Улучшить координацию рук и взаимодействия с игрушками.
- Улучшить функции вегетативной нервной системы:
  - уменьшить саливацию;
  - активизировать работу сердечно-сосудистой и дыхательной систем;
  - повысить сатурацию крови;
  - улучшить работу тазовых органов;
  - улучшить работу желудочно-кишечного тракта.
- Улучшить психологическое состояние пациентов.
- Развить когнитивные способности пациентов.

При использовании экзоскелета ЭкзоАтлет<sup>®</sup> – I для реабилитации взрослых по результатам проведенных ранее исследований было отмечено повышение толерантности к физическим нагрузкам, уменьшение энергозатрат при ходьбе, увеличение амплитуды угловых перемещений в суставах нижних конечностей. После проведения анализа реакции опоры было показано, что ходьба пилотов стала более устойчивой за счет выравнивания картины при опоре на стопы [44, 45].

Экзоскелет EхоAtlet® Bambini используется для медицинской и социальной реабилитации детей и подростков с двигательными нарушениями на фоне травматического повреждения спинного мозга, рассеянного склероза, ДЦП, последствий ОНМК. В экзоскелете, помимо механической локомоторной функции, присутствует встроенный блок миостимуляции.

Принципиально новой для роботизированного комплекса EхоAtlet® Bambini, по сравнению с аналогами для взрослых, является **отдельный привод для переката стопы**, чтобы в процессе обучения ребенок ставил стопу на пятку с последующим перекачиванием на носок, сохраняя тем самым максимальную физиологичность процесса ходьбы.

### **2.1. Алгоритм проведения экзорееабилитации и ее анализ**

Опишем алгоритм проведения экзотренировок в экзоскелете EхоAtlet® Bambini и примерную схему оценки результатов реабилитации.

***Подготовительный этап. Осмотр пациента и определение для него целей реабилитации***

Перед началом тренировок пациентам с детским церебральным параличом (ДЦП) необходимо:

1. пройти осмотр мультидисциплинарной бригадой специалистов;
2. пройти стандартный первичный осмотр (сбор анамнеза и жалоб, термометрия, антропометрия, осмотр и физикальное исследование, с последующей оценкой физического состояния, выявлением показаний и противопоказаний для экзорееабилитации);
3. пройти неврологический осмотр с балльной оценкой:
  - мышечной силы MRC;
  - мышечного тонуса по шкалам MAS и Тардье (табл. 4);
4. пройти функциональную гониометрию нижних конечностей (табл. 5);
  - пройти оценку функциональных возможностей детей по шкалам: GMFCS, GMFM-88 (рис. 23 и 29);
  - FMS (двигательной активности) (табл. 6)
  - OGS (клинического наблюдения ходьбы) (табл. 7)
  - и FIM (функциональной независимости) (табл. 8), а также
5. получить описание походки в соответствии с вышеприведенными характеристиками ходьбы при различных формах ДЦП [39], а затем получить оценку мануальных навыков по MACS (табл. 9) и навыков общения по CFCS (табл. 10).

В состав мультидисциплинарной бригады входят следующие специалисты:

1. невролог;
2. реабилитолог;
3. педиатр;
4. врач ЛФК;
5. логопед;
6. педагог;
7. физиотерапевт.

После данных мероприятий необходимо установить реабилитационный диагноз для пациента в категориях международной классификации функционирования (МКФ) и определить цели реабилитации.

*Следует получить от законных представителей подпись, добровольное информированное согласие и разрешение на проведение фото- и видеосъемки детей. Фото- и видеосъемка пациентов до и после проведения реабилитационных*

*мероприятий дает наглядное представление об изменениях в двигательных функциях пациента.*

После определения целей реабилитации и составления плана проведения исследований необходимо сделать акценты на выборе режимов и параметров движений в экзоскелете (паттерн ходьбы вперед, на месте, пошаговый режим), а также на выборе параметров движений каждого режима. Отдельно должен быть решен вопрос о включении соответствующих режимов ФЭС.

Важно определиться с **оценкой эффективности реабилитации** у детей среднего возраста и выбрать методы исследований.

Клиническую оценку эффективности реабилитации можно проводить с использованием международным шкал GMFCS, GMFMS-88, MACS, CFCS, FMS, FIM, а также при наличии возможностей, инструментальными биомеханическими методами, например, приборами видеоанализа, гониометрическими устройствами с цифровым выходом, силометрическими средствами, измерением ЭМГ профиля.

Чрезвычайно интересно получать результаты по двум этим направлениям исследований, поскольку биомеханический анализ может дать более точный прогноз по реабилитации в тех случаях, когда шкальная оценка дает не очевидный результат.

**Повторные исследования** необходимо проводить после заключительной тренировки по всем параметрам, по которым был проведен первичный анализ. Рекомендуется проведение фото/видеофиксации всех двигательных актов пациентов.

Полученные данные, в том числе заключения специалиста мультидисциплинарной команды, заносятся в индивидуальную регистрационную карту и в приложение к медицинской карте пациента. Желательно отметить изменения в работе тазовых органов, эмоциональный настрой пациента и родителей, а также их пожелания.

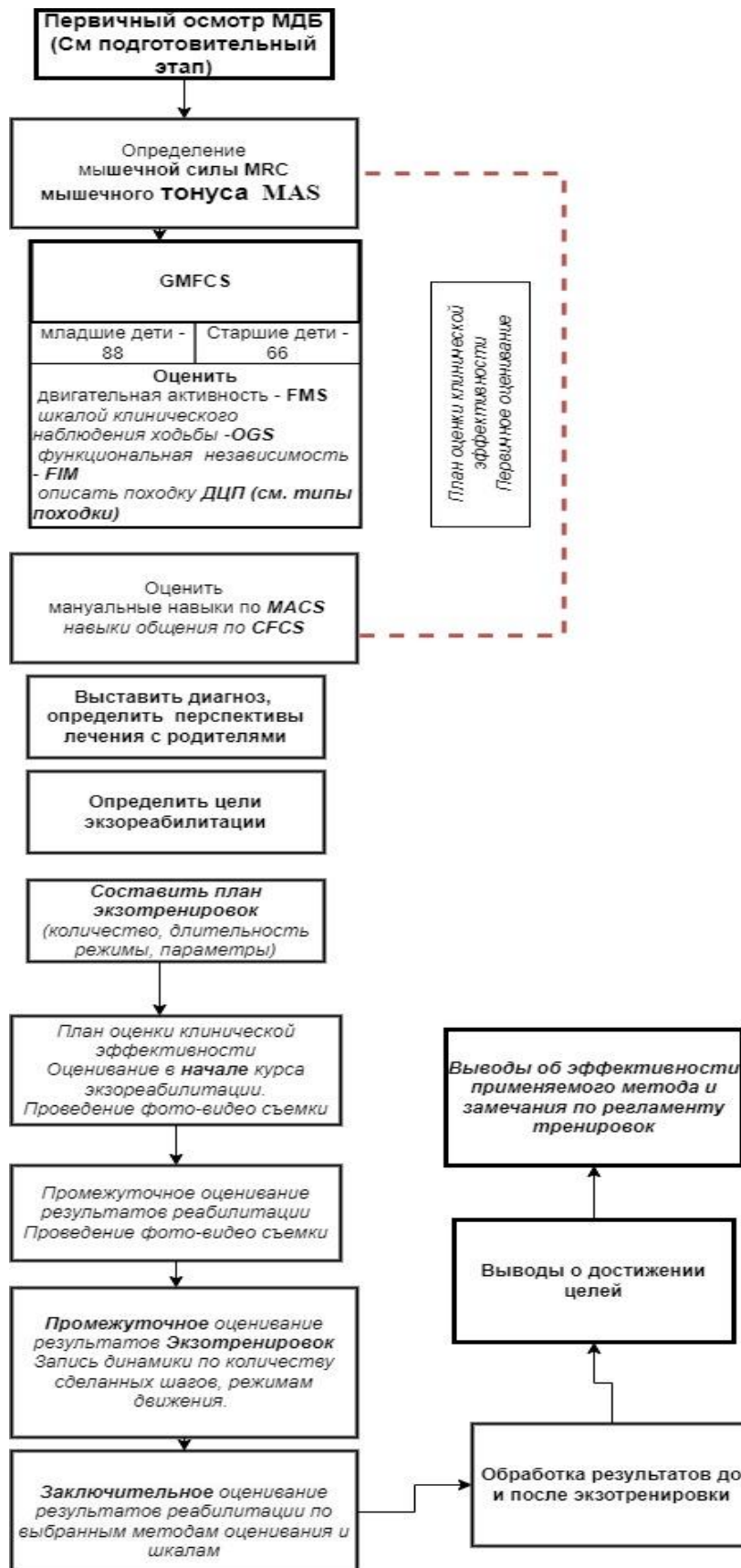


Рисунок 17. Алгоритм проведения экзореабилитации и ее анализ

### 3. Описание оборудования и его технических характеристик

Изделие ExoAtlet® Bambini предназначено для проведения реабилитации пациентов с локомоторными нарушениями нижних конечностей, а также нарушениями функций опорно-двигательного аппарата, полученными вследствие различных неврологических нарушений, в том числе врожденных травм, последствий операционного вмешательства.



Рисунок 18. Экзоскелет ExoAtlet® Bambini

Применимо в раннем реабилитационном и постоперационном периоде.

Экзоскелет ExoAtlet® Bambini – устройство, настраиваемое под антропометрические параметры человека, предназначенное для тренировки ходьбы за счёт внешнего каркаса и приводов.

Пациент фиксируется в Экзоскелете при помощи корсета, креплений бедренных и коленных, страховочного седалищного ремня и креплений стопы.

Ручные опоры (костыли) предназначены для поддержания равновесия.

Движение экзоскелета осуществляется за счет расположенных в коленных, бедренных и голеностопных модулях электрических двигателей, управляющий сигнал на которые подаётся с центральной платы изделия, расположенной в спинке экзоскелета.

#### 3.1. Показания и противопоказания к применению экзоскелета (*ExoAtlet® Bambini*)

##### Показания:

1. двигательные нарушения неврологического генеза;
2. возраст: 5–14 лет;
3. рост: 115–150 см;
4. масса тела: <65 кг;
5. уровень глобальных моторных функций по классификации GMFCS от I до III;
6. окружность бедра: 260–380 мм;
7. окружность голени: 260–380 мм;
8. ширина таза: 280–420 мм;

9. длина стопы: 260–380 мм;
10. степень пареза от 0 до 3 по 5-бальной шкале;
11. изменение мышечного тонуса <3 баллов (шкала Эшворта);
12. отсутствие функциональных нарушений в верхних конечностях;
- 13.** отсутствие выраженных когнитивных нарушений.

**Противопоказания:**

1. уровень глобальных моторных функций по классификации GMFSC от IV до V;
2. мышечная спастичность более 3 баллов (шкала Эшворта);
3. подвывих/вывих тазобедренного сустава;
4. не пролеченные переломы или нестабильные костные суставы в позвоночнике, тазу или нижних конечностях;
5. эпилепсия с неконтролируемыми и постоянными приступами;
6. наличие психических расстройств: психопатология, психоз;
7. трофические нарушения мягких тканей, к которым крепятся элементы роботизированного устройства;
8. острые инфекции, воспалительные заболевания;
9. острота зрения менее 0,8 по шкале Сивцева;
10. отказ пациента или его законного представителя от участия в клиническом исследовании;
11. неблагоприятные события или побочные реакции.

Для выявления противопоказаний, помимо выявления жалоб, сбора анамнеза и клинического осмотра, консультаций профильных специалистов (невролог, ортопед-травматолог, педиатр), необходимо выполнить следующий перечень диагностических процедур.

**Обязательные исследования**

Лабораторная диагностика:

- общий анализ крови и определение СОЭ;
- общий анализ мочи.

Функциональная диагностика:

- стандартное ЭКГ в 12 отведениях;
- динамическое измерение АД и подсчет ЧСС во время каждой тренировки с интервалом 10–15 мин.

В зависимости от жалоб, анамнеза жизни и заболевания, данных клинического осмотра назначаются дополнительные методы исследования по индивидуальным показаниям.

## **3.2. Необходимые условия и требования для проведения тренировки**

### **Персонал**

Врач ЛФК или врач по физической и реабилитационной медицине в рамках работы мультидисциплинарной реабилитационной команды оценивает необходимость применения экзоскелета индивидуально для каждого пациента, назначает тренировки с экзоскелетом в рамках реализации индивидуальной программы комплексной реабилитации. Непосредственно тренировочные занятия, настройку экзоскелета проводит инструктор ЛФК, инструктор-методист ЛФК или специалист по физической реабилитации, прошедший обучение и получивший сертификат по использованию EхоAtlet Bambini. Обязательным условием подготовки и проведения тренирующих занятий является психологическое сопровождение как самого пациента, так и его родителей (законных представителей).

### **Помещение для тренировок**

Помещение, в котором проводятся тренировки с использованием экзоскелета, обязательно должно быть с ровным гладким, но не скользким покрытием пола. Длина помещения – не менее 8 метров и ширина – не менее 2 метров. Желательно соответствие нормам зала ЛФК. Также желательно наличие зеркала в помещении.

### **Требования к зеркалу**

Зеркало должно быть достаточно высоким, чтобы человек видел своё отражение в полный рост. Зеркало может быть либо установлено на стену и быть достаточно широким, либо передвижным.

### **Требования к сиденью**

Сиденье с функцией регулировки высоты. Сиденье стула не должно вращаться. Отсутствие подлокотников и спинки.

В устойчивом положении, без возможности самостоятельного передвижения и функции качания. Поверхность сиденья средней жесткости, не допускается использование сиденья как с мягкой, так и с жесткой поверхностью. Сиденье должно быть прочным.

### **Одежда пациента**

Для обеспечения эффективного и безопасного проведения тренировок необходимо соблюдать следующие требования к спортивной одежде и обуви:

- одежда для проведения тренировок в экзоскелете должна быть легкой, удобной, не стеснять движений, соответствовать по росту и полноте;
- одежда должна быть выполнена из мягких тканей с высокой воздухопроницаемостью, низкой электризуемостью, неаллергенных материалов, хорошо впитывающих пот и способствующих его быстрому испарению. Следует избегать грубых тканей, таких как джинса;
- необходимо соблюдать общие гигиенические требования к одежде для занятий лечебной физкультурой;
- спортивные брюки должны достаточно плотно прилегать к ногам и хорошо фиксироваться на талии (желательно на завязках); необходимо избегать слишком широких брюк;
- нужно избегать металлических включений на одежде и обуви (застежки, пряжки и т.п.), грубых швов, которые могут быть причиной разного рода повреждений;
- кроссовки должны быть прочными, удобными, легкими; желательно с задником, стабилизирующим пятку, с хорошей амортизацией, должны обеспечивать удобство при снятии и надевании;

- для снижения нагрузки на кисти рук рекомендовано использовать высокие спортивные перчатки с фиксацией лучезапястного сустава и силиконовыми вкладками на ладони;
- носки должны быть по размеру, без грубых швов, обеспечивать удобное надевание обуви; рекомендуется использование капроновых носков, что позволяет легче надевать обувь;
- при выборе футболки рекомендовано наличие высокого ворота, чтобы избежать натирания плечевыми лямками;
- не рекомендуется использование майки без рукавов из-за возможного натирания.

### **3.3. Правила техники безопасности при работе с роботизированным комплексом ExoAtlet Bambini**

- Пациент должен быть ознакомлен с правилами техники безопасности.
- Перед и после каждой тренировки необходим визуальный осмотр кожных покровов, конечностей пациента с целью раннего выявления дефектов кожных покровов и других нежелательных явлений. В случае их обнаружения немедленно информировать лечащего врача для своевременного обследования и лечения.
- Обязателен контроль артериального давления, сатурации и частоты сердечных сокращений до начала тренировки, в процессе и сразу после завершения.
- При возникновении изменений АД и ЧСС, вызывающих опасения, тренировка в экзоскелете должна быть остановлена.
- Экзоскелет можно использовать только с локтевыми костылями из комплекта поставки или одобренными производителем.
- Экзоскелет можно использовать на твердых сухих ровных гладких или шероховатых поверхностях. Использование экзоскелета на неровных поверхностях может привести к потере равновесия и получению травм.
- Перенастройка длины голени экзоскелета должна производиться по очереди во избежание опрокидывания экзоскелета.
- Экзоскелет в позиции сидя должен находиться в устойчивом положении.
- Перенастройка экзоскелета должна производиться при выключенном питании.
- Использовать экзоскелет необходимо поверх одежды, чтобы предотвратить натирание кожи в местах контакта с экзоскелетом.
- Пересадка в экзоскелет и пересадка из экзоскелета должна осуществляться только при включенном экзоскелете.
- Перед переходом из положения сидя в положение стоя необходимо убедиться, что пациент зафиксирован в экзоскелете, все ремни застегнуты, шнурки завязаны.
- Необходимо убедиться, что перед переходом из положения сидя в положение стоя с пациентом установлен контакт, он реагирует на команды.
- Дополнительное оборудование для поддержания равновесия пациента, находящегося в экзоскелете не заменяет ассистента, выполняющего функцию страховки.
- При выборе сиденья для конкретного пациента необходимо избегать низких сидений, когда коленный сустав находится выше тазобедренного сустава.
- Ассистент, выполняющий функцию страховки пациента, должен постоянно держать руки на страховочных рукоятках экзоскелета.



- Необходимо выполнять оценку правильности позиционирования пациента в экзоскелете в положении сидя после фиксации пациента в экзоскелете.
- Необходимо выполнять оценку правильности позиционирования пациента в экзоскелете после каждого перехода из положения сидя в положение стоя.
- При оценке позиционирования пациента в экзоскелете после вертикализации в экзоскелете и необходимости корректировки положения пациента в экзоскелете обязателен второй ассистент. Первый ассистент выполняет функцию страховки, второй выполняет оценку позиционирования и корректировку положения пациента в экзоскелете.
- Ассистенты, участвующие в процессе тренировки, должны давать четкие вербальные инструкции пациенту в течение тренировки. Особое внимание должно уделяться в начале действий, при смене действий, в процессе разворота и изменения направления движения.
- Перед выполнением любого действия экзоскелет издает три длинных звуковых сигнала, во время которых пациенту и ассистенту необходимо подготовиться к началу действия.
- Все специалисты должны пройти обучение и иметь соответствующий сертификат, изучить руководство по эксплуатации, должны быть ознакомлены с методическими рекомендациями.
- Физическая форма ассистента, выполняющего функцию страховки, должна позволять удерживать пациента, переносить вес тела, поддерживать в процессе вставания и посадки, обеспечивать безопасность при возникновении нештатной ситуации.
- Пациент перемещается в экзоскелет, настроенный для данного пациента самостоятельно, с помощью специальных приспособлений для пересадки или с помощью ассистентов.
- Неправильная настройка параметров экзоскелета может привести к риску получения травмы пациента.
- Антропометрические параметры пациента должны соответствовать параметрам, которые указываются пользователем в ПО на планшете.
- Пациент фиксируется в экзоскелете при помощи корсета, креплений коленных и бедренных, страховочного сидельного ремня и плечевых лямок самостоятельно или при помощи ассистентов. Ассистент проверяет правильность и надежность фиксации.
- Запрещено проводить тренировки в экзоскелете специалистам без соответствующей подготовки.

### 3.4. Безопасность оборудования и неблагоприятные события

Неблагоприятное событие (инцидент) – любые побочные действия, не указанные в инструкции по применению или руководстве по эксплуатации медицинского изделия, нежелательные реакции при его применении, особенности взаимодействия медицинских изделий между собой, факты и обстоятельства, создающие угрозу жизни и здоровью граждан и медицинских работников при применении и эксплуатации медицинских изделий.

Производитель постоянно совершенствует Экзоскелет ExoAtlet® Bambini и контролирует все нежелательные события, которые могут возникнуть при использовании медицинского изделия. Производителем создан экспертный совет, который контролирует все неблагоприятные события.

Производитель предупреждает о нежелательных событиях, которые могут наступить:

- при несоблюдении специалистами и пациентами руководства по эксплуатации;
- при несоблюдении правил и требований техники безопасности;
- при отсутствии заключения врача-специалиста, обученного методу, о возможности применения Экзоскелета ExoAtlet® Bambini у каждого пациента;
- при несоблюдении плана тренировок специалистом-инструктором ЛФК, который обучен методу;
- при несвоевременном выявлении специалистом нежелательных событий (отсутствие осмотров до и после тренировок);
- при отсутствии своевременных обследований, предупреждающих нежелательные события, и неправильном отборе пациентов;
- при отсутствии своевременного информирования врача-специалиста о нежелательном событии;
- запрещено использовать экзоскелет при несоблюдении руководства и нормативно-правовых документов.

При наступлении неблагоприятного события пациент должен немедленно информировать врача.

*Производитель просит представителя ЛПУ направить оригинальный экземпляр извещения о неблагоприятном событии для расследования и разработки комплекса мер по устранению причин и последствий нежелательного события по адресу: 119121, г. Москва, 1-й Тружеников пер., д. 15, офис 1, и копию по электронной почте на адрес: [info@exoatlet.ru](mailto:info@exoatlet.ru).*

*Информировать службу технической поддержки по телефону:*

*+7 (495) 374-85-30 и в тональном режиме набрать 2.*

*Производитель просит информировать обо всех неблагоприятных событиях всех руководителей медицинских организаций, в которых применяется экзоскелет, или уполномоченных лиц по безопасности медицинских изделий для расследования и разработки комплекса мер по устранению причин и последствий нежелательного события.*

*Сообщение о неблагоприятном событии не является признанием производителем, пользователем или пациентом ответственности за данный инцидент и его возможные последствия.*

Производитель медицинских изделий в целях защиты жизни и здоровья граждан может информировать медицинские организации о новых данных и дополнительных мерах по безопасности медицинского изделия, в том числе – о действиях производителя по обеспечению безопасности медицинского изделия.

Для этих целей производителем могут рассылаться уведомления по безопасности использования медицинских изделий (далее – уведомление).

Уведомление может быть выпущено не только в связи с вопросами по обеспечению безопасности при использовании медицинского изделия, но также при следующих фактах и обстоятельствах:

- изменение модификации изделия (включая программное обеспечение, документацию);
- обмен изделия;
- дополнительные рекомендации производителя в отношении использования изделия.

### **3.5. Технические предупреждения**

- Перед проведением тренировки необходимо убедиться в работоспособности экзоскелета.
- Зарядку экзоскелета разрешено производить только на выключенном экзоскелете. Сначала зарядное устройство подключается к экзоскелету, а потом к сети, отключение производится в обратном порядке.
- До пересадки пациента в экзоскелет необходимо проверить, что он заряжен и заряда хватит на проведение тренировки.
- Необходимо использовать только оригинальные комплектующие, поставляемые в комплекте с экзоскелетом.
- Запрещено ходить по рыхлым, неустойчивым поверхностям и поверхностям с недостаточной прочностью, при наличии препятствий в виде проводов и кабелей, не помещенных в кабель-каналы.
- Запрещено использование не оригинальных зарядных устройств для зарядки экзоскелета. Использование зарядного устройства, отличного от поставляемого, может повредить экзоскелет.
- Запрещено располагать пальцы или другие предметы в области движущихся элементов экзоскелета. Попытка осуществить это действие приведет к серьезной травме либо поломке экзоскелета. Обратите внимание, что такие зоны обозначены предупреждающими знаками.

### 3.6. Правила поведения при внештатных ситуациях при работе с ExoAtlet Bambini

Если экзоскелет выдал ошибку при работе (завис и издаёт непрерывные сигналы), то на экране планшетного компьютера появится соответствующее уведомление.

В этом случае необходимо сделать следующее.

1. Нажать на кнопку сброса позы стоя «встать» или сброса позы сидя «сесть» в зависимости от того, в какой позиции экзоскелет выдал ошибку. Если ошибка была связана с превышением момента в каком-то узле (например, по причине неправильной ходьбы), то экзоскелет после трёх звуковых сигналов совершит выбранное движение.

После этого можно продолжать работу.

2. Если после нажатия на кнопку сброса экзоскелет не перестаёт издавать непрерывные сигналы и окно ошибки не пропадает, необходимо запомнить код ошибки, указанный в сообщении об ошибке, и нажать на кнопку аварийной остановки экзоскелета.

3. Высадить пациента из экзоскелета, отжать кнопку аварийной остановки и завершить тренировку до выяснения причин неисправности.

4. Связаться с отделом технической поддержки двумя возможными способами:

написать письмо на электронную почту технической поддержки [support@exoatlet.ru](mailto:support@exoatlet.ru) с обязательным указанием в письме:

- наименования клиники;
- серийного номера экзоскелета;
- даты и времени, когда произошла ошибка (можно посмотреть в планшетном компьютере);
- сути ошибки и события, которые ей предшествовали;  
или позвонить в отдел технической поддержки по номеру: +7 (495) 374-85-30 и в тональном режиме набрать 2. С вами свяжется оператор, которому необходимо будет сообщить вышеназванную информацию.

#### 4. План тренировок с использованием экзоскелета

Экзоскелет EchoAtlet Bambini имеет следующие режимы работы:

- режим стояния на месте;
- режим ходьбы по ровной поверхности;
- режим подъема/спуска по лестнице;
- режим приседания/вставания.

Изделие обеспечивает:

- возможность управления с планшетного компьютера;
- возможность управления с беспроводного пульта управления;
- возможность ходьбы с включенной миостимуляцией (при наличии);
- возможность управления электромиостимуляцией с планшетного компьютера;
- возможность выбора паттерна ходьбы (длина шага, высота шага, время шага) для режима ходьбы по ровной поверхности;
- выдачу команды на аварийную остановку изделия при превышении пограничных параметров движения (например, жесткая постановка стопы на поверхность, зацепление стопы на неровной поверхности).

Пользовательский интерфейс изделия обеспечивает:

- подачу команд управления и аварийной остановки;
- индикацию состояния питания экзоскелета;
- индикацию выбранного режима работы;
- отображение медико-биологической информации: числа шагов, времени тренировки, пройденного расстояния, времени вертикализации.

Настраиваемый паттерн ходьбы с возможностью регулировки длины шага, высоты шага, паузы между шагами и скорости шага.

Программное обеспечение обеспечивает наличие следующих функций:

- чтение тренировочных данных с сервера тренировок (при наличии);
- сохранение персональных настроек тренировки на сервер тренировок (при наличии);
- сохранение тренировочных данных на планшете;
- анализ тренировочных данных;
- демонстрацию на графиках динамики параметров тренировки;
- печать тренировочных данных;
- индикацию версии программы;
- индикацию справочной информации об изделии.

После заключительной тренировки целесообразно оформить результаты ходьбы в экзоскелете в виде сводной таблицы, например, как представлено на рисунке 19.

Пилот	№ тренировки	Начало тренировки	Общая длительность ходьбы (ММ:СС)	Количество шагов			Общее количество шагов	Время ходьбы вбок (ММ:СС)	Количество спастичных остановок	Пройденное расстояние, м	Средняя скорость, м/с	Длина шага, см
				Вперёд	На месте	Вбок						
7190-2626, Дамир												
	1	13 янв, 12:43	8:32	325	12	0	337	0:00	3	48.75	0.1	15
	2	14 янв, 05:18	29:25	515	34	619	1168	15:29	5	77.25		
	3	14 янв, 14:29	23:55	355	0	597	952	14:56	1	53.25		
	4	15 янв, 05:08	25:07	991	5	0	996	0:00		148.65		
	5	15 янв, 11:41	16:51	546	0	121	667	3:01		81.9		
	6	16 янв, 05:09	33:50	1327	14	0	1341	0:00		199.05		
	7	17 янв, 05:06	30:33	1196	13	0	1209	0:00		179.4		
	8	18 янв, 05:09	0:00	1089	0	241	1330	6:02		163.35	0.11	
	9	19 янв, 05:12	23:45	1093	0	0	1093	0:00		174.88	0.12	16
Итого			191:58				9094	15:28		1126.48		

Рисунок 19. Сводная таблица режимов тренировок

В зависимости от выбранных целей реабилитации, для конкретного пациента разрабатывается индивидуальный план экзотренировок. В качестве примера приведем возможный подход для формирования индивидуальной реабилитационной траектории.

### Первая тренировка (подготовительная)

1. Проверить заряд экзоскелета и пульта управления.
2. Настроить экзоскелет под антропометрические параметры пациента:
  - 2.1. размер стопы; в зависимости от длины обуви, в которой пациент планирует ходить в экзоскелете, подобрать стельки, устанавливаемые на экзоскелет;
  - 2.2. длина голени; измерение следует проводить сантиметром между серединой суставной щели коленного сустава и подошвой стопы; угол между стопой и голенью должен составлять 90 градусов во время измерения;
  - 2.3. длина бедра; измерение следует проводить сантиметром от большого вертела до суставной щели коленного сустава;
  - 2.4. обхват бедра; измерить обхват бедра пациента сантиметром, подобрать подходящее крепление бедра, предварительно примерив его на пациента;
  - 2.5. ширина таза; измерение следует проводить в вертикальном положении сантиметром, измерив расстояние между большими вертелами.

Записать все показатели на бумажном носителе для последующих тренировок.
3. Выполнить сброс позы в положении «сидя», придерживая экзоскелет.
4. Помочь пациенту переместиться в экзоскелет.
5. Начать фиксацию пациента снизу вверх:
  - 5.1. установить стопы пациента во внешнее крепление стопы экзоскелета, поправить брюки, завязать шнурки;
  - 5.2. проверить, чтобы крестец пациента был плотно прижат к мягкой спинке экзоскелета; пациенту необходимо наклониться вперед и проверить прижатие крестца;
  - 5.3. придвинуть лангет голени экзоскелета к голени пациента (не должно быть свободного пространства между лангетом голени и голенью пациента); зафиксировать голени пациента, используя 1–2 вкладыша под ремни креплений;
  - 5.4.** предварительно оценить положение ног пациента и экзоскелета (ориентиры – латеральный мыщелок большеберцовой кости и ось вращения коленного шарнира экзоскелета); *при отклонении более 1–2 см проверить прижатие крестца или*

*провести поправку выставленных размеров, предварительно высадив пациента из экзоскелета.*

**Внимание!** Длина каждого звена экзоскелета должна быть чуть больше, чем длина соответствующих антропометрических параметров пациента.

- зафиксировать корпус пациента; при необходимости установить поясной ремень другого размера;
  - надеть лямки и проверить, что они не цепляются за рукоятки экзоскелета;
  - убедиться, что экзоскелет настроен симметрично, не давит ни на какие выступающие части тела, кости; обувь не пережимает пальцы, лямки не врезаются в тело; поинтересоваться о самочувствии и комфорте пациента.
- 6. Проинформировать пациента, что перед выполнением любого действия экзоскелет издаёт три длинных звуковых сигнала, во время которых пилоту необходимо подготовиться к действию.
- 7. Измерить пульс и артериальное давление, провести визуальную оценку.
- 8. Выбрать подходящую модель вставания (в зависимости от высоты стула и длины ног пациента) и осуществить вставание (желательно перед зеркалом). Запрещается вставание в экзоскелете с неудобного сиденья, не соответствующего рекомендациям.
- 9. Оценить состояние пациента в вертикальном положении, симметричность креплений с двух сторон. Поинтересоваться о самочувствии и комфорте пациента. При необходимости провести корректировку. При появлении жалоб после вертикализации посадить пациента, снять экзоскелет, прекратить тренировку. Оценить угол сгибания в коленных суставах обеих ног по подколенной ямке. Угол сгибания должен быть минимальным и не должно быть рекурвации коленного сустава.
- 10. Измерить пульс и артериальное давление, провести визуальную оценку.
- 11. Стоя на месте, инструктор выполняет поочередно перенос тела пациента на правую ногу, затем на левую.
- 12. Перенос веса на руки в соответствии с этапом движения при ходьбе (базовое движение).
- 13. Ходьба на месте на низкой скорости.

Убедиться, что при поддержке инструктора пациент удерживает вертикальную позу с небольшим наклоном вперёд (порядка 4 градусов).

Пока звучат три длинных звуковых сигнала, пациенту и инструктору нужно подготовиться к движению, перенести массу тела на правую ногу. Экзоскелет всегда начинает движение с левой ноги. Как только экзоскелет поставит левую ногу на землю, необходимо перенести массу тела на неё (вперёд и влево), чтобы экзоскелет мог начать движение правой ногой. После этого происходит шаг правой ногой. Как только экзоскелет поставит правую ногу на землю, необходимо перенести массу тела на неё (вперёд и вправо), чтобы экзоскелет мог начать движение левой ногой.
- 14. Ходьба вперед на низкой скорости (по аналогии с пунктом 11: пока звучат три длинных звуковых сигнала, пациенту и инструктору нужно подготовиться к движению, перенести массу тела на правую ногу; экзоскелет всегда начинает движение с левой ноги); повороты на месте (поворот совершается круговым движением за счет переноса веса на одну ногу). При ходьбе смотреть не под ноги, а вперёд. Это позволяет быстрее научиться ходить с минимальной опорой на руки. В тренировке этого навыка поможет использование зеркала.

15. Для остановки ходьбы необходимо нажать кнопку «остановка» на планшете. Необходимо учитывать, что остановка происходит не сразу: экзоскелет завершает последний шаг, после этого приставляет противоположную ногу. Необходимо начинать освоение навыка ходьбы в экзоскелете с использованием максимальных пауз между шагами для освоения навыка переноса массы тела. Далее пауза сокращается. Также рекомендуется первоначально освоить режим ходьбы на месте в экзоскелете, а затем режим ходьбы вперед.
16. Приседание на стул при поддержке инструктора:
  - пациент должен встать спиной к сиденью на расстоянии примерно 15 см до него; инструктор становится позади сиденья;
  - после этого инструктору необходимо выбрать команду приседания на планшете; когда прозвучат три долгих звуковых сигнала, нужно подготовиться сесть на сиденье;
  - экзоскелет садится на сиденье.
17. Снять экзоскелет.
18. Проверить кожу пилота в местах крепления к экзоскелету. В случае обнаружения повреждений необходимо обратиться к лечащему врачу.
19. Измерить пульс и артериальное давление, провести визуальную оценку. Первая тренировка по продолжительности должна составлять не более 30 мин с перерывом через 15 мин после вертикализации. Возможно большее количество перерывов на отдых в зависимости от индивидуальных особенностей пациента. Техническая настройка экзоскелета и измерение антропометрических данных не входят в указанные 30 минут.

### **Вторая тренировка**

1. Проверить заряд экзоскелета и пульта управления.
2. Настроить экзоскелет под антропометрические параметры пациента согласно измерениям, проведенным во время первой тренировки.
3. Выполнить сброс позы в положении «сидя», придерживая экзоскелет.
4. Помочь пациенту переместиться в экзоскелет.
5. Начать фиксацию пациента снизу вверх (подробную инструкцию см. в разделе «первая тренировка»).
6. Измерить пульс и артериальное давление, провести визуальную оценку.
7. Выбрать подходящую модель вставания (в зависимости от высоты стула и длины ног пациента) и осуществить вставание (желательно перед зеркалом).
8. Оценить состояние пациента в вертикальном положении, симметричность креплений с двух сторон. Поинтересоваться самочувствием и комфортом пациента. При необходимости провести корректировку.
9. Измерить пульс и артериальное давление, провести визуальную оценку.
10. Стоя на месте, инструктор выполняет поочередно перенос тела пациента на правую ногу, затем на левую.
11. Ходьба на месте на низкой скорости.
12. Обучение репозиционированию руки и костыля в соответствии с фазой.
13. Ходьба вперед, повороты на месте.
14. Перестановка рук и костылей в соответствии с фазой движения при ходьбе.
15. Приседание на стул при поддержке инструктора.



16. Снять экзоскелет.
17. Проверить кожу пилота в местах крепления к экзоскелету.
18. Измерить пульс и артериальное давление, провести визуальную оценку.

По временной продолжительности вторая тренировка должна составлять не более 30 мин без перерывов при нормальной переносимости нагрузки пациентом или с перерывами, в зависимости от индивидуальных потребностей.

### **Третья тренировка**

1. Проверить заряд экзоскелета и пульта управления.
2. Настроить экзоскелет под антропометрические параметры пациента согласно измерениям, проведенным во время первой тренировки.
3. Выполнить сброс позы в положении «сидя», придерживая экзоскелет.
4. Помочь пациенту переместиться в экзоскелет.
5. Начать фиксацию пациента снизу вверх (подробную инструкцию см. в разделе «первая тренировка»).
6. Измерить пульс и артериальное давление, провести визуальную оценку.
7. Выбрать подходящую модель вставания (в зависимости от высоты стула и длины ног пациента) и осуществить вставание (желательно перед зеркалом).
8. Оценить состояние пациента в вертикальном положении, симметричность креплений с двух сторон. Поинтересоваться самочувствием и комфортом пациента. При необходимости провести корректировку.
9. Измерить пульс и артериальное давление, провести визуальную оценку.
10. Стоя на месте, инструктор выполняет поочередно перенос тела пациента на правую ногу, затем на левую.
11. Ходьба на месте с возможным ускорением скорости.
12. Репозиционирование рук и костылей в соответствии с фазой.
13. Ходьба вперед, постепенно увеличивая скорость, скорость обязательно должна быть комфортна для пациента, повороты на месте.
14. Перестановка рук и костылей в соответствии с фазой движения при ходьбе.
15. Приседание на стул при поддержке инструктора.
16. Снять экзоскелет.
17. Проверить кожу пилота в местах крепления к экзоскелету.
18. Измерить пульс и артериальное давление, провести визуальную оценку.

При нормальной переносимости нагрузки пациентом время продолжительности тренировки может быть увеличено до 45 минут без перерывов, перерыв осуществляется по просьбе пациента.

### **Четвертая и последующие тренировки**

1. Проверить заряд экзоскелета и пульта управления.
2. Настроить экзоскелет под антропометрические параметры пациента согласно измерениям, проведенным во время первой тренировки.
3. Выполнить сброс позы в положении «сидя», придерживая экзоскелет.
4. Помочь пациенту переместиться в экзоскелет.
5. Начать фиксацию пациента снизу вверх (подробную инструкцию см. в разделе «первая тренировка»).

6. Измерить пульс и артериальное давление, провести визуальную оценку.
7. Выбрать подходящую модель вставания (в зависимости от высоты стула и длины ног пациента) и осуществить вставание (желательно перед зеркалом).
8. Оценить состояние пациента в вертикальном положении, симметричность креплений с двух сторон. Поинтересоваться самочувствием и комфортом пациента. При необходимости провести корректировку.
9. Измерить пульс и артериальное давление, провести визуальную оценку.
10. Стоя на месте, инструктор выполняет поочередно перенос тела пациента на правую ногу, затем на левую.
11. Ходьба на месте с постепенным увеличением скорости.
12. Репозиционирование рук и костылей в соответствии с фазой.
13. Ходьба вперед с постепенным увеличением скорости, непрерывная ходьба на высоких скоростях.
14. Перестановка рук и костылей в соответствии с фазой движения при ходьбе.
15. Практика изменения траектории движения.
16. Повороты без остановки во время ходьбы.
17. Высокоскоростная ходьба.
18. Приседание на стул при поддержке инструктора.
19. Снять экзоскелет.
20. Проверить кожу пилота в местах крепления к экзоскелету.
21. Измерить пульс и артериальное давление, провести визуальную оценку.

С каждой последующей тренировкой возможно увеличение продолжительности тренировки, но не более одного часа. Также с каждой последующей тренировкой возможно увеличение проходимого расстояния за время занятия. Главный ориентир – пациент, увеличение нагрузки должно происходить только при нормальной переносимости тренировки пациентом. С пациентом необходимо поддерживать контакт и интересоваться его самочувствием на протяжении всей тренировки, после начала и окончания каждого упражнения. А также ориентироваться на изменения показателей АД, ЧСС и сатурации. Между тренировками возможен перерыв в течение двух дней, но не более, курс составляет минимум 10 занятий.

## Заключение

Модернизация медицины тесно связана с технологическим прогрессом. Доступ к современным технологиям позволяет врачам значительно упростить ход лечения и реабилитации пациентов.

Роботизированные технологии уже вошли в ежедневную практику врачей-реабилитологов, однако число исследований, направленных на повышение эффективности применения роботизированных тренажеров, в настоящее время только увеличивается.

Первые опыты показывают, что внедрение роботизированных экзоскелетов в реабилитацию детей с двигательными нарушениями позволяет улучшить двигательные функции конечностей за более короткий срок лечения и выполнить интеграцию пациента в социум.

Следует отметить, что описываемое оборудование является инновационным и исследования, доказывающие эффективность реабилитационного робота у детей, все еще немногочисленны, так как собранная доказательная база невелика. Для расширения доказательной базы информацию, полученную в результате таких исследований, следует тщательно интерпретировать и публиковать, поскольку рандомизированных контролируемых испытаний очень мало, они имеют малый размер выборок и большой разброс возможностей детей, а также критериев эффективности, протоколов лечения и используемых изделий. Таким образом, чтобы лучше понять, удовлетворяют ли должным образом спроектированные роботы потребностям педиатрии, улучшая качество жизни и физические возможности детей, необходимы исследования по предложенному выше плану оценки эффективности результатов экзотренировок.

В данной работе представлен опыт внедрения детского экзоскелета ExoAtlet® Bambini в клиническую практику на базе ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии ДЗМ» (рис. 20, 21), а также данные выполненных исследований по реабилитации пациентов с диагнозом ДЦП, сочетающих тренировки ходьбы в ExoAtlet® Bambini в ГБУЗ Ярославской области «ОДКБ» (отделение патологии речи и нейрореабилитации) (рис. 22).



Рисунок 20. Опыт внедрения детского экзоскелета ExoAtlet® Bambini в клиническую практику



Рисунок 21. Опыт внедрения детского экзоскелета ExoAtlet® Bambini в клиническую практику



Рисунок 22. Опыт внедрения детского экзоскелета ExoAtlet® Bambini в клиническую практику

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gozali E., Safdari R., Ghazisaeedi M., Rahimi B., Eslamlou H.F., Mehraeen E. Identification and Validation of Requirements for a Registry System of Children's Developmental Motor Disorders in Iran // *Methods of information in medicine*. Germany, 2019. V. 58, N. 4–05. P. 124–130.
2. He P., Chen G., Wang Z., Guo C., Zheng X. Children with motor impairment related to cerebral palsy: Prevalence, severity and concurrent impairments in China // *Journal of paediatrics and child health*. Australia, 2017. V. 53, N. 5. P. 480–484.
3. Oskoui M., Coutinho F., Dykeman J., Jetté N., Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis // *Developmental medicine and child neurology*. England, 2013. V. 55, N. 6. P. 509–519.
4. van Schie P.E.M., Schijns J., Becher J.G., Barkhof F., van Weissenbruch M.M., Vermeulen R.J. Long-term motor and behavioral outcome after perinatal hypoxic-ischemic encephalopathy // *European journal of paediatric neurology: EJPN: official journal of the European Paediatric Neurology Society*. England, 2015. V. 19, N. 3. P. 354–359.
5. Alemdaroğlu-Gürbüz İ., Karakuş A.B. Examining mobility, independence, motor function, participation, and parental stress in a school-aged Turkish cerebral palsy population: a cross-sectional study // *Neurological sciences: official journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*. Italy, 2019. V. 40, N. 12. P. 2493–2500.
6. Tieman B.L., Palisano R.J., Gracely E.J., Rosenbaum P.L. Gross motor capability and performance of mobility in children with cerebral palsy: a comparison across home, school, and outdoors/community settings // *Physical therapy*. United States, 2004. V. 84, N. 5. P. 419–429.
7. Петрухин А.С. Детская неврология: учебник: в двух томах. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 272 с.
8. Артемьева С.Б., Лапочкин О.Л., Лобов М.А. Детский церебральный паралич: подходы к реабилитации и лечению // *Педиатрия*. 2009. № 4. С. 8–12.
9. Клинические рекомендации. Детский церебральный паралич у детей. Утверждены: Союз педиатров России. Согласованы: Научный совет Министерства здравоохранения Российской Федерации. 2016. 36 с.
10. Даминов В.Д., Ткаченко П.В. Экзоскелеты в медицине: мировой опыт и клиническая практика Пироговского центра // *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2017. Т. 12, № 4. С. 17–22.
11. Case L.E., Arkon S.D., Eagle M., Gulyas A., Juel L., Matthews D. et al. Rehabilitation management of the patient with Duchenne muscular dystrophy (Реабилитационное ведение больного с мышечной дистрофией Дюшенна). *Pediatrics*. 2018;142 (Supplement 2):S17–33.
12. Falzarano V., Marini F., Morasso P., Zenzeri J. Devices and protocols for upper limb robot-assisted rehabilitation of children with neuromotor disorders (Изделия и протоколы роботизированной реабилитации верхних конечностей детей с нейромоторными нарушениями). *Appl Sci*. 2019;9(13):2689.
13. Beretta E., Storm F.A., Strazzer S., Frascarelli F., Petrarca M., Colazza A. et al. Effect of robot-assisted gait training in a large population of children with motor impairment due to cerebral palsy or acquired brain injury (Эффект роботизированной тренировки ходьбы в крупной популяции детей с двигательными нарушениями вследствие ДЦП или приобретенной черепно-мозговой травмы) *Arch Phys Med Rehabil*. 2020;101(1):106–12.
14. Roberts G., Howard K., Spittle A.J., Brown N.C., Anderson P.J., Doyle L.W. Rates

of early intervention services in very preterm children with developmental disabilities at age 2 years (Показатели частоты ранних вмешательств у значительно недоношенных детей в возрасте 2 лет с инвалидностью вследствие патологии развития). *J Paediatr Child Health*. 2008;44(5):276–80.

15. MEDICINE COPE. Management of pediatric trauma (Лечение детской травмы). *Pediatrics*. 2016;138(2):e20161569.

16. McDonald C.M., Mercuri E. Evidence-based care in Duchenne muscular dystrophy (Доказательная медицина при мышечной дистрофии Дюшенна). *Lancet Neurol*. 2018;17(5):389–91.

17. Lerner Z.F., Harvey T.A., Lawson J.L. A battery-powered ankle exoskeleton improves gait mechanics in a feasibility study of individuals with cerebral palsy (Экзоскелет для голеностопного сустава с питанием от аккумулятора улучшает механику походки в исследовании, проведенном с участием лиц с ДЦП). *Ann Biomed Eng*. 2019;47(6):1345–56.

18. Abresch R.T., Han J.J., Carter G.T. Rehabilitation management of neuromuscular disease: the role of exercise training (Реабилитация при нервно-мышечных заболеваниях: роль тренировок с использованием физических упражнений). *J Clin Neuromuscul Dis*. 2009;11(1):7–21.

19. Graham H.K., Rosenbaum P., Paneth N., Dan B., Lin J.P., Damiano D.L. et al. Cerebral palsy (Детский церебральный паралич). *Nat Rev Dis Primers*. 2016;2:15082.

20. Patane F., Rossi S., Del Sette F., Taborri J., Cappa P. WAKE-Up exoskeleton to assist children with cerebral palsy: design and preliminary evaluation in level walking (Экзоскелет WAKE-Up для помощи детям с детским церебральным параличом: разработка и предварительная оценка при ходьбе по ровной поверхности). *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2017;25(7):906–16.

21. Shi B., Chen X., Yue Z., Yin S., Weng Q., Zhang X. et al. Wearable ankle robots in post-stroke rehabilitation of gait: a systematic review (Носимые роботы для голеностопного сустава в постинсультной реабилитации ходьбы: систематический обзор). *Front Neurobot*. 2019;13:63.

22. Low K. Robot-assisted gait rehabilitation: from exoskeletons to gait systems. 2011 Defense Science Research Conference and Expo (DSR); 2011: IEEE (Роботизированная реабилитация ходьбы: от экзоскелетов к системам ходьбы. Конференция и выставка оборонных научных исследований 2011 г. (DSR); 2011: IEEE).

23. Shishehgar M., Kerr D., Blake J. A systematic review of research into how robotic technology can help older people (Систематический обзор исследований по возможностям робототехники в помощи пожилым людям). *Smart Health*. 2018;7:1–18.

24. Khan A, Anwar Y. Robots in healthcare: a survey. Science and information conference (Роботы в здравоохранении: опрос. Конференция по науке и информации). Springer; 2019.

25. Martinez-Martin E., Costa A., Cazorla M. PHAROS 2.0—A PHysical assistant ROBot system improved (PHAROS 2.0 – улучшенная система роботов – физических помощников). *Sensors*. 2019;19(20):4531.

26. Lippross S., Jünemann K.-P., Osmonov D., Peh S., Alkatout I., Finn J. et al. Robot assisted spinal surgery—a technical report on the use of DaVinci in orthopaedics (Роботизированная хирургия позвоночника – технический отчет об использовании DaVinci в ортопедии). *J Orthop*. 2020;19:50–3.

27. Beretta E., Storm F.A., Strazzer S., Frascarelli F., Petrarca M., Colazza A., Cordone G., Biffi E., Morganti R., Maghini C., Piccinini L., Reni G., Castelli E. Effect of Robot-Assisted Gait Training in a Large Population of Children With Motor Impairment Due to Cerebral Palsy or Acquired Brain Injury // *Archives of physical medicine and rehabilitation*. United States, 2020. V. 101, N. 1. P. 106–112.

28. Bayón C., Lerma S., Ramírez O., Serrano J.I., Del Castillo M.D., Raya R., Belda-Lois J.M., Martínez I., Rocon E. Locomotor training through a novel robotic platform for gait rehabilitation in pediatric population: short report // *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2016. V. 13, N. 1. P. 98.
29. Bayón C., Martín-Lorenzo T., Moral-Saiz B., Ramírez Ó., Pérez-Somarriba Á., Lerma-Lara S., Martínez I., Rocon E. A robot-based gait training therapy for pediatric population with cerebral palsy: goal setting, proposal and preliminary clinical implementation // *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2018. V. 15, N. 1. P. 69.
30. Jin L.H., Yang S.S., Choi J.Y., Sohn M.K. The Effect of Robot-Assisted Gait Training on Locomotor Function and Functional Capability for Daily Activities in Children with Cerebral Palsy: A Single-Blinded, Randomized Cross-Over Trial // *Brain sciences*. 2020. V. 10, N. 11. P. 801.
31. Янушевич О.О., Подураев Ю.В., Панченков Д.Н. Медицинская робототехника. Геотар-Медиа, 2023 г., 384 с.
32. Nakagawa S., Mutsuzaki H., Matakai Y., Endo Y., Matsuda M., Yoshikawa K., Kamada H., Iwasaki N., Yamazaki M. Safety and immediate effects of Hybrid Assistive Limb in children with cerebral palsy: A pilot study // *Brain & development*. Netherlands, 2020. V. 42, № 2. P. 140–147.
33. Sucuoglu H. Effects of robot-assisted gait training alongside conventional therapy on the development of walking in children with cerebral palsy // *Journal of pediatric rehabilitation medicine*. Netherlands, 2020. V. 13, N. 2. P. 127–135.
34. Abdelkarim E., Brahim S.M. Development and control of a low cost Exoskeleton system with an interactive HMI designed for paraplegic children // *International Journal of Scientific and Engineering Research*. 2019. V. 10, N. 1. P. 1–6.
35. Pediatric Gait Exoskeleton [Электронный ресурс]. Available at: <https://www.marsibionics.com/en/atlas-pediatric-exo-clinicians>
36. Запущены исследования ExoAtlet Bambini со встроенным модулем миостимуляции в клинической практике [Электронный ресурс]. 2021. Режим доступа: <https://exoatlet.ru/novosti/zapushheny-issledovaniya-exoatlet-bambini-so-vstroennym-modulem-miostimulyaczii-v-klinicheskoy-praktike>
37. ExoAtlet Bambini [Электронный ресурс]. 2021. Available at: <https://exoatlet.ru/bambini>
38. Клинические рекомендации. Детский церебральный паралич у детей. МКБ 10: G80 2016.
39. Семёнова Е. В., Ключкова Е. В., Коршикова-Морозова А. Е., Трухачёва А. В., Заблоцкис Е. Ю. Реабилитация детей с ДЦП. Москва 2018. 584 с.
40. Winters T.F. Jr., Gage J.R., Hicks R. Gait patterns in spastic hemiplegia in children and young adults. *J Bone Joint Surg Am*. 1987 Mar;69(3):437-41.
41. J. M. Rodda, H. K. Graham, L. Carson, M. P. Galea, R. Wolfe. Sagittal gait patterns in spastic diplegia. *J Bone Joint Surg [Br]* 2004; 86-B:251-8.
42. Департамент здравоохранения города Москвы. Лечение и реабилитация детей со спастическими формами церебрального паралича. Методические рекомендации № 26. Москва, 2016 г.
43. Змановская В. А. Детский церебральный паралич – мультидисциплинарная проблема. DCP5. Нижневартовск 01.12.2018 г. (<http://odbhmao.ru/images/conf/DCP5.pdf>).
44. Kotov S. V., Petrushanskaya K.A., Lizhdvoy V. Ju., Pismennaya E.V., Sekirin I.A. Sutchonkov A.B. Clinico-physiological foundation of application of exoskeleton “exoatlet” during walking of patients with disseminated sclerosis. ISSN 1812-5123. *Russian Journal of Biomechanics*. 2020. Vol. 24, No. 2: 125-142
45. Elena Y. Shapkova, Elena V. Pismennaya, Dmitriy V. Emelyannikov and Yury Ivanenko. Exoskeleton Walk Training in Paralyzed Individuals Benefits From

Transcutaneous Lumbar Cord Tonic Electrical Stimulation. *Frontiers in Neuroscience*, May 2020, Volume 14 | Article 416 -432, doi: 10.3389/fnins.2020.00416  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2020.00416/full#VS1>

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1. КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

### **Пациент X. 7 лет**

Основной диагноз при поступлении: G80.1 Детский церебральный паралич, спастическая диплегия. GMFCS III. MACS I.

МКФ: b7303.2, b7603.3, d4508.3

### **При поступлении**

Мышечная сила нижних конечностей: S 4 б, D 3 б. Мышечный тонус в нижних конечностях повышен по спастическому типу D>S (3 б по шкале Эшворта). Хамстринг тест– S = 125°, D = 120°.

Трицепс тест – S=80° /85°, D= 85° / 85°.

Ходит с поддержкой за одну руку, при ходьбе ноги согнуты в коленных суставах, опора на полную стопу. Стоит без поддержки в течение 30 секунд, балансируя руками. В позе Ромберга не стоит.

Проведен курс восстановительного лечения: индивидуальные занятия ЛФК, занятия на тренажерах (беговая дорожка, велосипед), перемежающаяся пневмокомпрессия, воздействие синусоидальными модулированными токами, ботулинотерапия препаратом Ксеомин 200 ЕД, занятия на роботизированном тренажере экзоскелет **ExoAtlet Bambini**.

### **При выписке:**

Hamstring – S = 140°, D = 130°.

Трицепс тест – S=75° / 80°, D= 80° /85°.

Мышечная сила нижних конечностей: S 4 б, D 4 б. Мышечный тонус в нижних конечностях повышен по спастическому типу D>S (2б по шкале Эшворта).

Ходит самостоятельно до 10 шагов, при ходьбе ноги согнуты в коленных суставах, опора на полную стопу. Стоит без поддержки, балансируя руками. Стоит в позе Ромберга неустойчиво в течение 3–5 секунд.

Основной диагноз при выписке: G80.1 Спастическая диплегия, акцент справа. GMFCS II-III. MACS I.

МКФ: b7303.1, b7603.2, d4508.2

При выписке отмечена положительная динамика в виде увеличения мышечной силы и уменьшения мышечного тонуса в нижних конечностях, появился навык самостоятельной ходьбы по ровной поверхности на короткое расстояние, также появился навык погружать в пол обе пятки при ходьбе, появился навык удерживать равновесие в позе Ромберга в течение 3–5 секунд.

### **Пациент K., 9 лет**

Основной диагноз при поступлении: G96.8 Резидуальная энцефалопатия. Нижний спастический парализ.

МКФ: b7303.2, b7603.3, d4508.3

### **При поступлении**

Мышечная сила нижних конечностей: S 3 б, D 3б. Мышечный тонус в нижних конечностях повышен по спастическому типу D=S (3б по шкале Эшворта).

Hamstring тест S= D =135°. Трицепс тест S=D= 70° / 80°.

Ходит с поддержкой за руку спастико-паретической походкой на согнутых в коленях ногах, пятки в пол не погружает, соприкосновение коленей, стопы ротированы внутрь. Самостоятельно не стоит, в положении стоя опора на полную стопу.



Проведен курс восстановительного лечения: массаж, индивидуальные занятия ЛФК, занятия на тренажерах, электрофорез, перемежающаяся пневмокомпрессия, воздействие синусоидальными модулированными токами, ботулинотерапия препаратом Диспорт 600 ЕД, занятия на роботизированном тренажере экзоскелет ExoAtlet Bambini.

При выписке

Мышечная сила нижних конечностей: S 4 б, D 4 б. Мышечный тонус в нижних конечностях повышен по спастическому типу D<S (S-2б по шкале Эшворта, D-2 б).

Hamstring тест S= 145°, D= 150°. Трицепс тест S=D= 70°/ 80°.

Ходит с поддержкой за руку спастико-паретической походкой на согнутых в коленях ногах, пятки в пол не погружает, соприкосновение коленей, стопы ротированы внутрь. При ходьбе в медленном темпе выпрямляет полностью ноги в коленях и погружает пятки в пол. Самостоятельно стоит в течение 10–15 секунд.

Проведен курс восстановительного лечения: массаж, индивидуальные занятия ЛФК, занятия на тренажерах, электрофорез, перемежающаяся пневмокомпрессия, занятия по эрготерапии, воздействие синусоидальными модулированными токами, ботулинотерапия препаратом Диспорт 600 ЕД, **занятия на роботизированном тренажере экзоскелет ExoAtlet Bambini.**

Основной диагноз при выписке: G96.8 Резидуальная энцефалопатия. Нижний спастический парализ.

МКФ: b7303.1, b7603.2, d4508.3

При выписке отмечена положительная динамика в виде увеличения мышечной силы и увеличения объема движений в нижних конечностях, научился самостоятельно стоять в течение 10–15 секунд, улучшился рисунок ходьбы: при шаге в медленном темпе полностью разгибает колени и погружает пятки в пол.

**Пациент В., 10 лет**

Основной диагноз при поступлении: G80.1 Детский церебральный паралич: спастическая диплегия. GMFCS 2. MACS 1. Состояние после оперативного лечения (28.05.19 – Z-образное апоневротическое удлинение икроножных мышц с двух сторон).

МКФ: b7303.1, b7603.2, d4508.2

**При поступлении**

Мышечная сила нижних конечностей: S 4 б, D 4 б. Мышечный тонус в нижних конечностях повышен по спастическому типу D>S (2б по шкале Эшворта).

Hamstring тест S= 140, D= 135. Трицепс тест S = 70°/ 80°, D= 70/ 75°.

Самостоятельно встает, стоит без опоры: плоско-вальгусные стопы. На одной ноге не стоит, есть попытки. Ходит самостоятельно, с опорой преимущественно на передние отделы стоп, с приведением бедер внутрь, в ходьбе не полностью разгибает коленные суставы. Внутренняя ротация передних отделов стоп, S>D. Фронтальные колебания туловища. Демонстрирует попытки прыжка на двух ногах с низкой амплитудой, элементы ходьбы на мысках – с низким подъёмом, на пятках – нет.

Проведен курс восстановительного лечения: массаж, индивидуальные занятия ЛФК, занятия на тренажерах, перемежающаяся пневмокомпрессия, воздействие синусоидальными модулированными токами, **занятия на роботизированном тренажере экзоскелет ExoAtlet Bambini.**

**При выписке**

Мышечная сила нижних конечностей: S 5 б, D 4 б. Мышечный тонус в нижних конечностях повышен по спастическому типу D>S (2б по шкале Эшворта).

Hamstring тест S= 160, D= 150. Трицепс тест S = 70°/ 75°, D= 70/ 70°.

Самостоятельно встает, стоит без опоры: плоско-вальгусные стопы. На одной ноге: S стоит в течение 5 секунд, D – есть попытки. Ходит самостоятельно, полностью разгибая колени, при медленном темпе появился перекал с пятки на носок. Внутренняя ротация передних отделов стоп, S>D. Фронтальные колебания туловища уменьшились в динамике, отсутствуют при медленном темпе. Может сделать 1 прыжок на двух ногах с пониженной амплитудой, элементы ходьбы на мысках – с низким подъёмом, на пятках стоит, есть попытки сделать шаг.

**Основной диагноз при выписке:** G80.1 Детский церебральный паралич: спастическая диплегия. GMFCS 2. MACS 1. Состояние после оперативного лечения (28.05.19 – Z-образное апоневротическое удлинение икроножных мышц с двух сторон). МКФ: b7303.1, b7603.1, d4508.1

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПРОЦЕДУРА СКРИНИНГА

дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_

ФИО \_\_\_\_\_

Дата рождения \_\_\_\_\_ полных лет

пол \_\_\_\_\_ №

ИБ \_\_\_\_\_

Жалобы на момент осмотра (длительность заболевания, эффект от ранее получаемой терапии, а также данные о сопутствующей терапии):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Сопутствующие заболевания (степень тяжести, получаемая терапия):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Проведен общий осмотр:** рост \_\_\_\_\_ см, вес \_\_\_\_\_ кг, ИМТ \_\_\_\_\_ кг/м<sup>2</sup>

Длина голени от пола до середины колена \_\_\_\_\_ см

Длина бедра \_\_\_\_\_ см

**Общее состояние:** удовлетворительное, средней тяжести, тяжелое за счет двигательных речевых и психических нарушений.

**Соматический статус:** Температура \_\_\_\_\_ °; Кожные покровы и видимые слизистые: чистые, бледно-розовые \_\_\_\_\_ . Подкожно-жировой слой развит:

удовлетворительно/избыточно. Зев розовый \_\_\_\_\_ . Миндалины \_\_\_\_\_ .

Катаральная симптоматика \_\_\_\_\_ . В легких дыхание:

\_\_\_\_\_, хрипы \_\_\_\_\_ ; ЧД \_\_\_\_\_ в минуту. Сердечные тоны:

\_\_\_\_\_ шумы \_\_\_\_\_ ; Артериальное давление \_\_\_\_\_ мм рт.ст.; ЧСС \_\_\_\_\_ в

минуту. Живот: мягкий, безболезненный. Мочеиспускание: свободное, безболезненное.

Стул: регулярный, оформленный, с запорами до \_\_\_\_\_ дней

**Неврологический статус:** ЧН – без особенностей,

особенности \_\_\_\_\_

Мышечный тонус повышен по спастическому типу с акцентом в

\_\_\_\_\_ оценка мышечного тонуса в баллах по шкале MAS

\_\_\_\_\_ ; Тардые \_\_\_\_\_

Мышечная сила:

Сухожильные рефлексы: \_\_\_\_\_ с расширенной зоной, с акцентом

в \_\_\_\_\_. Брюшные рефлексы \_\_\_\_\_ . Рефлекс

Бабинского \_\_\_\_\_ . Активные движения в плечевых, локтевых, лучезапястных, тазобедренных, коленных и голеностопных суставах

\_\_\_\_\_

задержка редукции врожденных рефлексов \_\_\_\_\_

задержка редукции тонических рефлексов (ЛТР, АШТР, СШТР);  
\_\_\_\_\_

задержка развития установочных рефлексов (лабиринтный установочный, цепные шейные установочные и др.)  
\_\_\_\_\_

появление патологических синкинезий  
\_\_\_\_\_

формирование патологических установок (сгибательно-пронаторная установка рук, локтевая девиация кисти, 1 палец в ладони, сгибание пальцев кисти, свисающая кисть, сгибательно-приводящая установка бедра, внутренняя ротация бедра, сгибательная установка коленных суставов)

Положительные диагностические тесты: аддукторный, внутренний ротационный, Хамстринг, ректус, трицепс.

Сидит  
\_\_\_\_\_

Позу на четвереньках удерживает/не удерживает, ползает реципрочно \_\_\_\_\_

Позу на коленях удерживает/не удерживает, передвигается \_\_\_\_\_

Стоит \_\_\_\_\_

–  
Ходит (определить тип походки)  
\_\_\_\_\_

Стопы (эквинус, вальгус, варус), фазы опорного периода не дифференцируют.

В позе Ромберга устойчив/атаксия. Пальце-носовую пробу выполняет \_\_\_\_\_

Адиадохокинез \_\_\_\_\_

–  
Контакт \_\_\_\_\_. Ориентирован во времени и пространстве \_\_\_\_\_

Психический статус:  
\_\_\_\_\_

Функции тазовых органов  
\_\_\_\_\_

### Оценка функциональных возможностей пациента с ДЦП

#### Гониометрия:

Показатель			Зеленая зона	
	справа	слева	I-III	IV-V
Отведение в тазобедренном суставе при разогнутых ногах			≥40	≥30



### ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ТАБЛИЦЫ ОЦЕНКИ

**Таблица 4. Оценка мышечного тонуса мышц, спастичности, силы мышц по шкалам Эшворта, Тардье, MRS**

Справа					Слева			
Группы мышц		Шкала мышечного тонуса Эшфорда (0,1,+1, 2,3,4),	Шкала спастичности Тардье (0,1.2.3. 4.5)	Оценка мышечной силы MRS (0,1.2. 3.4,5)	Группы мышц	Шкала мышечного тонуса Эшфорда	Шкала спастичности Тардье	Оценка мышечной силы MRS
Т/бедренный сустав	сгибание				сгибание			
	разгибание				разгибание			
	приведение				приведение			
	отведение				отведение			
Коленный сустав	сгибание				сгибание			
	разгибание				разгибание			
Г/стопный сустав	сгибание				сгибание			
	разгибание				разгибание			

**Таблица 5. Функциональная гониометрия.** (Для оценки амплитуды движений в суставах) [43]

Показатель			Зеленая зона	
	справа	слева	I-III	IV-V
Отведение в тазобедренном суставе при разогнутых ногах			≥40	≥30
Отведение в тазобедренном суставе при согнутых ногах			≥60	≥50
Внутренняя ротация бедра			≥40	≥40
Наружная ротация бедра			≥40	≥40
Сгибание тазобедренного сустава			≥110	≥100

Разгибание тазобедренного сустава			≥0	≥0
Hamstring тест			≥140	≥130
Сгибание колена			≥120	≥100
Разгибание колена			≥0	≥-10
Дорсифлексия стопы при согнутом колене			≥20	≥10
Дорсифлексия стопы при разогнутом колене			≥0	≥0

Таблица 6. **Функциональная шкала двигательной активности (FMS)**

<p>Наиболее распространенные функциональные движения ребенка на трех дистанциях (5 метров, 50 метров, 500 метров, время движения)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N = не применимо, С = человек ползет по комнате (5 м)</li> <li>• Проходит 10 метров за время= с</li> <li>• 1 = Использует инвалидную коляску, может сделать несколько шагов с помощью другого лица</li> <li>• 2 = Использование ходунков или поддержки без помощи другого человека</li> <li>• 3 = Использование костылей без помощи другого человека</li> <li>• 4 = Использование палочек (одной или двух), без помощи другого человека.</li> <li>• 5 = Независимая ходьба на ровных поверхностях без использования костылей или помощи другого человека (если мебель, стены, заборы, окна используются в качестве поддержки).</li> <li>• 6 = Независимая ходьба по любой поверхности без использования костылей или помощи другого лица, включая ходьбу по бордюрам и в толпе.</li> </ul>
---

Таблица 7. **Шкала клинического наблюдения ходьбы (Observational Gait Scale)**

Параметр оценки ходьбы	Определение	Оценка	Правая нога	Левая нога
Положение колена в фазу опоры	“Crouch” ( колено согнуто)	Тяжело:>15	0	0
		Выраженно:10-15	1	1
	Рекурвация колена	Умеренно:<10	2	2
		Нейтральная позиция:	3	3
		Умеренно:<5	2	2
		Выраженно:5-	1	1

		10 Тяжело:>10	0	0
Начальный контакт стопы с опорой	Пальцами стопы		0	0
	Передним отделом стопы		1	1
	Полной стопой		2	2
	Пяткой		3	3
Очередность контакта отделов стопы с опорой в фазу опоры	Пальцы стопы/пальцы стопы (эквинус)		-1	-1
	Полная стопа/ ранний отрыв пятки		0	0
	Полная стопа/ нет раннего отрыва пятки		1	1
			2	2
	Периодически: опора на пятку/полную стопу		3	3
Время отрыва пятки от опоры	Пятка/ передний отдел стопы (нормальный «перекат»)			
	Контакт пятки с опорой отсутствует (фиксированный эквинус)		0	0
	Ранее 25% времени опоры (очень рано)		1	1
			2	2
	Между 25-50 % времени опоры (несколько раньше нормы)		3	3
		В конце фазы опоры		0
Нет отрыва пятки (плоская стопа, «srouch»-походка.				
Положение стопы в фазу опоры	Варусное		0	0
	Вальгусное		1	1
	Нейтральное		2	2
Площадь опоры	Отчетливый перекрест ног		0	0
	Узкая площадь опоры (минимальное расстояние между коленями)		1	1
	Увеличенная площадь опоры		2	2
	Нормальная площадь опоры (на			



	ширине плеч)	3	3
Использование вспомогательных средств для ходьбы	Ходунки (задние/передние), с посторонней помощью	0	0
	Ходунки, без посторонней помощи	1	1
	Костыли, трости	2	2
	Без вспомогательных средств на расстояние 10 м	3	3
Изменения, достигаемые с использованием вспомогательных средств для ходьбы	Становится хуже	-1	-1
	Без изменений	1	1
	Становится лучше	2	2

**Таблица 8. FIM – шкала функциональной независимости**

<b>Навыки</b>
<p><b>Самообслуживание</b></p> <p>1. Прием пищи (пользование столовыми приборами, поднесение пищи ко рту, жевание, глотание)</p> <p>2. Личная гигиена (чистка зубов, причесывание, умывание лица и рук, бритье либо макияж)</p> <p>3. Принятие ванны / душа (мытьё и вытирание тела, за исключением области спины)</p> <p>4. Одевание (включая надевание протезов / ортезов), верхняя часть тела (выше пояса)</p> <p>5. Одевание (включая надевание протезов / ортезов), нижняя часть тела (ниже пояса)</p> <p>6. Туалет (использование туалетной бумаги после посещения туалета, гигиенических пакетов)</p>
<p><b>Контроль функции тазовых органов</b></p> <p>7. Мочевой пузырь (контроль мочеиспускания и, при необходимости, использование приспособлений для мочеиспускания, например, катетера)</p> <p>8. Прямая кишка (контроль акта дефекации и, при необходимости, использование специальных приспособлений, например, клизмы, калоприемника)</p>
<p><b>Перемещение</b></p> <p>9. Кровать, стул, инвалидное кресло (способность вставать с кровати и лечь на кровать, садиться на стул или инвалидное кресло и вставать с них)</p> <p>10. Туалет (способность пользоваться унитазом – садиться, вставать)</p> <p>11. Ванна, душ (способность пользоваться кабиной для душа либо ванной)</p>
<p><b>Подвижность</b></p> <p>12. Ходьба / передвижение с помощью инвалидного кресла:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 баллов – возможность ходьбы без посторонней помощи на расстояние не менее 50 м</li> <li>• 1 балл – невозможность преодолеть расстояние более 17 м</li> </ul> <p>13. Подъем по лестнице:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 баллов – возможность подъема без посторонней помощи на 12–14 ступеней</li> <li>• 1 балл – невозможность преодолеть высоту более 4 ступеней</li> </ul>
<i>Двигательные функции: суммарный балл</i>

<b>Общение</b>
14. Восприятие внешней информации (понимание речи и/или письма)
15. Изложение собственных желаний и мыслей (устным или письменным способом)
<b>Социальная активность</b>
16. Социальная интеграция (взаимодействие с членами семьи, медперсоналом и прочими окружающими)
17. Принятие решений (умение решать проблемы, связанные с финансами, социальными и личными потребностями)
18. Память (способность запоминать и воспроизводить полученную зрительную и слуховую информацию, обучаться, узнавать окружающих)
<b>Интеллект: суммарный балл</b>
<i>Суммарный балл</i>

**Таблица 9. Классификация нарушений функции руки MACS Manual Ability Classification System for children with Cerebral Palsy 4-18 years**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• MACS I: Верхние конечности используются легко и успешно</li> <li>• MACS II: Ребенок имеет возможность справляться с большинством объектов, однако некоторые действия менее качественны и/или выполняются медленнее</li> <li>• MACS III: Функциональные возможности затруднены, пациент нуждается в подготовке к действию и/или вынужден модифицировать действие</li> <li>• MACS IV: Ограниченная функция, возможно удовлетворительное использование конечности в адаптированной ситуации</li> <li>• MACS V: Практически не функциональная конечность, существенно ограничены даже простые действия</li> </ul>
--

**Таблица 10. Система классификации нарушений коммуникационных функций (CFCS)**

CFSCI – эффективно обменивается информацией как с членами семьи, так и с посторонними людьми
CFSCII – эффективно, но замедленно обменивается информацией как с членами семьи, так и с посторонними людьми
CFSCIII – эффективно обменивается информацией, но только с членами семьи
CFSCIV – периодически эффективен в обмене информацией только с членами семьи
CFSCV – невозможен обмен информацией как с членами семьи, так и с посторонними людьми

**Таблица 11 Картотека**

ФИО	Диагноз	Тестирование до		Тестирование после		Шаги на курсе	Проблемы во время сеанса	Эффективность
		D	S	D	S			
	ДЦП:	D	S	D	S			

*MRC- *Ashworth - *Tardieu- *GMFCS *GMFM *FMS *OGS *FIM							
<b>Исследование биомеханических параметров ходьбы:</b>							
*Отведение в тазобедренном суставе при разогнутых ногах							
*Отведение в тазобедренном суставе при согнутых ногах							
*Внутренняя ротация бедра							
*Наружная ротация бедра							
*Сгибание тазобедренного сустава							
*Разгибание тазобедренного сустава							
*Hamstring тест							
*Сгибание колена							
*Разгибание колена							
*Дорсифлексия стопы при согнутом колене							
*Дорсифлексия стопы при разогнутом колене							

<b>Исследование временных параметров ходьбы:</b>							
*Длительность опорной фазы, переносной							
*Двуопорной фазы							
*Интервала Т							
*Коэффициент ритмичности							
<b>Исследование основных параметров ходьбы:</b>							
*Длина двойного шага							
*Темп							
*Скорость ходьбы							
*Длительность локомоторного цикла							
<b>Исследование динамических параметров ходьбы:</b>							
*Вертикальная составляющая реакции опоры							
*Распределение давления под стопой							
*Наличие переката стопы							
<b>Исследование ЭМГ профиля мышц при ходьбе:</b> Исследование ЭМГ профиля 4 мышц на обеих ногах							

*m. tibialis anterior							
*m.gastrocnemius medialis							
*m.rectus femoris							
*m.biceps femoris							
ЭЭГ							
ЭММГ							
Стабилограмма							

## ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МЫШЦ И СУСТАВОВ

### Паттерны спастичности верхних конечностей

#### 1. Мышечная кривошея

Сгибательно-пронаторная установка верхних конечностей. Паттерн может быть представлен одной или несколькими патологическими установками (в скобках перечислены мышцы, которые участвуют в формировании паттерна).

2. Приведение и внутренняя ротация плеча (большая грудная мышца, подлопаточная мышца, широчайшая мышца спины).

3. Сгибание в локтевом суставе (плечевая, двуглавая, плечелучевая мышцы).

4. Пронация предплечья (круглый и квадратный пронаторы).

5. Сгибание в лучезапястном суставе и локтевая девиация кисти (локтевой и лучевой сгибатели запястья, длинная ладонная мышца).

6. Сгибание пальцев кисти (глубокий и поверхностный сгибатели пальцев).

7. Приведение и сгибание первого пальца (короткая мышца, приводящая большой палец, короткий и длинный сгибатели большого пальца, межкостные мышцы).

### Паттерны спастичности нижних конечностей

8. Сгибательная установка бедра в тазобедренном суставе (подвздошно-поясничная мышца, прямая головка четырехглавой мышцы бедра).

9. Аддукторный синдром: приводящая установка бедра (большие, короткие и длинные приводящие мышцы бедра).

10. Грацилис-синдром: приведение и внутренняя ротация бедер (нежная мышца).

11. Хамстринг-синдром: сгибательная установка коленных суставов (полусухожильные и полуперепончатые мышцы).

12. Эквинусная установка стоп (трехглавая мышца голени – икроножная и камбаловидная мышцы).

13. Эквиноварусная установка стоп (икроножная и задняя большеберцовая мышца).

## БАЛЛЬНАЯ ТАБЛИЦА (КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПО GMFM-88 И GMFM-66)

Версия 1.0

Имя ребенка \_\_\_\_\_ Идентификационный номер \_\_\_\_\_

Дата обследования _____ год/месяц/день	Уровень Количественной оценки (GMFCS)   
Дата рождения _____ год/месяц/день	□ □ □ □ □ I II III IV V
Хронологический возраст _____ годы/месяцы	Условия обследования (напр., помещение, одежда, время, присутствующие)
Имя проводившего обследование: _____	_____

GMFM – это стандартный инструмент наблюдения, разработанный и утвержденный для оценки изменений общей двигательной функции с течением времени у детей, страдающих корковым параличом. Следует иметь в виду, что для большинства позиций есть специальные описания для каждого балла. Важно, чтобы положения, содержащиеся в руководстве, использовались для балльной оценки каждой позиции.

**КЛЮЧ К ПОСТАНОВКЕ БАЛЛОВ 0** = стимулы отсутствуют

1 = стимулы присутствуют

2 = частично завершает

3 = завершает

NT = не проверяется (используется для количественной оценки\* GMAE)

**Сейчас важно установить разницу между истинным значением «0» (у ребенка отсутствуют стимулы) и позицией, которая не проверяется (NT), если вы хотите использовать программное обеспечение для оценки способностей GMFM-66**

Характеристики Блока оценки общей двигательной функции (GMAE) программного обеспечения приведены в Руководстве GMFM (2002). Достоинство программного обеспечения в том, что оно позволяет преобразовать порядковую шкалу в периодическую шкалу. Это позволяет более точно оценить способности ребенка и получить значение, которое в равной мере реагирует на изменения во всем диапазоне уровней способностей. Позиции, которые используются в количественных расчетах GMFM-66, заретушированы и помечены знаком (\*). GMFM-66 используется только для детей, страдающих корковым параличом.

**Рисунок 23. Балльная таблица GMFM-88. Секция 1**

Уровень GMFCS – это рейтинг серьезности состояния двигательной функции. Определения приведены в Приложении I Руководства GMFM.

Отметьте (✓) подходящее количество баллов: если позиция не проверяется (NT), обведите кружком цифру в правой колонке

Позиция А: ПОЛОЖЕНИЕ ЛЕЖА И ПЕРЕВОРАЧИВАНИЕ	КОЛ-ВО БАЛЛОВ	NT				
		1	2	3	4	
1. Лежа на спине, голова по средней линии: поворачивает голову симметрично конечностям	0	1	2	3	4	1.
2. Лежа на спине: подносит руки до срединной линии, пальцы вместе	0	1	2	3	4	2.
3. Лежа на спине: поднимает голову	0	1	2	3	4	3.
4. Лежа на спине: двигает правым бедром и полностью сгибает правое колено	0	1	2	3	4	4.
5. Лежа на спине: двигает левым бедром и полностью сгибает левое колено	0	1	2	3	4	5.
6. Лежа на спине: выдвигает вперед правую руку, по направлению к игрушке кисть пересекает срединную линию	0	1	2	3	4	6.
7. Лежа на спине: выдвигает вперед левую руку, по направлению к игрушке кисть пересекает срединную линию	0	1	2	3	4	7.
8. Лежа на спине: Переворачивается, главным образом, через правый бок	0	1	2	3	4	8.
9. Лежа на спине: Переворачивается, главным образом, через левый бок	0	1	2	3	4	9.
10. Положение лежа на животе: поднимает голову вверх	0	1	2	3	4	10.
11. Положение лежа на животе с опорой на предплечья: поднимает голову вверх, локти разведены, грудь приподнята	0	1	2	3	4	11.
12. . Положение лежа на животе с опорой на предплечья: вес на правом предплечье, противоположная рука полностью вытянута вперед	0	1	2	3	4	12.
13: . Положение лежа на животе с опорой на предплечья: вес на левом предплечье, противоположная рука полностью вытянута вперед	0	1	2	3	4	13.
14. Положение лежа на животе: переворачивается для поддержки через правый бок	0	1	2	3	4	14.
15. Положение лежа на животе: переворачивается для поддержки через левый бок	0	1	2	3	4	15.
16. Положение лежа на животе: поворачивается вправо на 90°, используя конечности	0	1	2	3	4	16.
17. Положение лежа на животе: поворачивается влево на 90°, используя конечности	0	1	2	3	4	17.
<b>ИТОГО ПАРАМЕТРЫ «А»</b>						

Рисунок 24. Балльная таблица GMFM-88. Секция 2

Позиция В: ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ	КОЛ-ВО БАЛЛОВ	NT			
18. Положение лежа на спине (ПРОВОДЯЩИЙ ОБСЛЕДОВАНИЕ ДЕРЖИТ КИСТИ) самостоятельно занимает положение сидя, контролируя положение головы	0□	1□	2□	3□	18.
19. Положение лежа на спине: перекачивается на правую сторону, принимает положение сидя	0□	1□	2□	3□	19.
20. Положение лежа на спине перекачивается на левую сторону, принимает положение сидя	0□	1□	2□	3□	20.
21. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА МАТЕ; терапевт ПОДДЕРЖИВАЕТ ЗА ГРУДНУЮ КЛЕТКУ: поднимает голову вверх, держит ее в течение 3-х сек.	0□	1□	2□	3□	21.
22. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА МАТЕ; терапевт ПОДДЕРЖИВАЕТ ЗА ГРУДНУЮ КЛЕТКУ: поднимает голову до срединной линии, держит ее в течение 10 сек.	0□	1□	2□	3□	22.
23. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА МАТЕ, ОПИРАЯСЬ НА РУКУ(РУКИ):сохраняет положение в течение 5 сек.	0□	1□	2□	3□	23.
24. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА МАТЕ, сохраняет положение, не опираясь на руки в течение 3-х сек.	0□	1□	2□	3□	24.
25. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА МАТЕ С МАЛЕНЬКОЙ ИГРУШКОЙ ВПЕРЕДИ: наклоняется вперед, берет игрушку, возвращается в исходное положение, не опираясь на руки	0□	1□	2□	3□	25.
26. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА МАТЕ: берет игрушку, положенную чуть сзади справа от ребенка, возвращается в исходное положение	0□	1□	2□	3□	26.
27. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА МАТЕ:: берет игрушку, положенную чуть сзади слева от ребенка, возвращается в исходное положение	0□	1□	2□	3□	27.
28. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ С ПОВОРОТОМ В ПРАВУЮ СТОРОНУ: сохраняет положение, не опираясь на руки, в течение сек.	0□	1□	2□	3□	28.
29. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ С ПОВОРОТОМ В ЛЕВУЮ СТОРОНУ: сохраняет положение, не опираясь на руки, в течение сек.	0□	1□	2□	3□	29.
30. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА МАТЕ: наклоняется, сохраняя контроль	0□	1□	2□	3□	30.
31. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА МАТЕ, НОГИ ПЕРЕД СОБОЙ: добивается равновесия через правую сторону	0□	1□	2□	3□	31.
32. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА МАТЕ, НОГИ ПЕРЕД СОБОЙ: добивается равновесия через левую сторону	0□	1□	2□	3□	32.
33. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА МАТЕ; проворачивается на 90° без помощи рук	0□	1□	2□	3□	33.
34. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА СКАМЕЙКЕ: сохраняет положение, руки и ноги свободны, в течение 10 сек.	0□	1□	2□	3□	34.
35. ПОЛОЖЕНИЕ СТОЯ: садится на маленькую скамеечку	0□	1□	2□	3□	35.
36. ПОЛОЖЕНИЕ НА ПОЛУ: садится на маленькую скамеечку	0□	1□	2□	3□	36.
37. ПОЛОЖЕНИЕ НА ПОЛУ: садится на большую скамейку	0□	1□	2□	3□	37.
<b>ИТОГО ПАРАМЕТРЫ «В»</b>					

Рисунок 25. Балльная таблица GMFM-88. Секция 3



<b>Позиция С: ПОЛЗАНИЕ И ПОЛОЖЕНИЕ НА КОЛЕНЯХ</b>	<b>КОЛ-ВО БАЛЛОВ</b>	<b>NT</b>			
38. Положение лежа на животе: переползает по-пластунски вперед на расстояние 1,8 м (6 футов)	0□	1□	2□	3□	38.
39. НА 4 ТОЧКАХ: удерживает вес на кистях и коленях в течение 10 сек.	0□	1□	2□	3□	39.
40. НА 4 ТОЧКАХ: принимает сидячее положение без помощи рук	0□	1□	2□	3□	40.
41. ГЛ. ОБР.: становится на четвереньки, удерживает вес на кистях и коленях	0□	1□	2□	3□	41.
42. НА 4 ТОЧКАХ: протягивает вперед правую руку, кисть находится выше уровня плеча	0□	1□	2□	3□	42.
43. НА 4 ТОЧКАХ: протягивает вперед левую руку, кисть находится выше уровня плеча	0□	1□	2□	3□	43.
44. НА 4 ТОЧКАХ: ползет или ерзает вперед на 1,8 м (8')	0□	1□	2□	3□	44.
45. НА 4 ТОЧКАХ: реципрочно ползет вперед на 1,8 м (8')	0□	1□	2□	3□	45.
46. НА 4 ТОЧКАХ: проползает вперед 4 шага на кистях и коленях (ступнях)	0□	1□	2□	3□	46.
47. НА 4 ТОЧКАХ: проползает назад 4 шага на кистях и коленях (ступнях)	0□	1□	2□	3□	47.
48. ПОЛОЖЕНИЕ СИДЯ НА МАТЕ: принимает высокое положение на коленях, держит руки свободно в течение 10 сек.	0□	1□	2□	3□	48.
49. ВЫС. ПОЛ. НА КОЛЕНЯХ: принимает среднее положение на коленях на правом колене с помощью рук, сохраняет его без помощи рук в течение 10 сек.	0□	1□	2□	3□	49.
50. ВЫС. ПОЛ. НА КОЛЕНЯХ: принимает среднее положение на коленях на левом колене с помощью рук, сохраняет его без помощи рук в течение 10 сек.	0□	1□	2□	3□	50.
51. ВЫС. ПОЛ. НА КОЛЕНЯХ: проходит на коленях 10 шагов без помощи рук	0□	1□	2□	3□	51.
<b>ИТОГО ПАРАМЕТРЫ «С»</b>					

Рисунок 26. Балльная таблица GMFM-88. Секция 4

<b>Позиция D. ПОЛОЖЕНИЕ СТОЯ</b>	<b>КОЛ-ВО БАЛЛОВ</b>	<b>NT</b>				
52. НА ПОЛУ: Держась за большую скамейку, встает рывком	0□	1□	2□	3□	52.	
53. СТОЯ: Держит руки в свободном положении – 3 сек.	0□	1□	2□	3□	53.	
54. СТОЯ: держась за большую скамейку одной рукой, поднимает правую ногу – 3 сек.	0□	1□	2□	3□	54.	
55. СТОЯ: держась за большую скамейку одной рукой, поднимает левую ногу – 3 сек.	0□	1□	2□	3□	55.	
56. СТОЯ: Держит руки в свободном положении – 20 сек.	0□	1□	2□	3□	56.	
57. СТОЯ: Отрывает от пола левую ногу, не опираясь ни на что руками, 10 сек.	0□	1□	2□	3□	57.	
58. СТОЯ: Отрывает от пола правую ногу, не опираясь ни на что руками, 10 сек.	0□	1□	2□	3□	58.	
59. СИДЯ НА МАЛЕНЬКОЙ СКАМЕЙКЕ: встает без помощи рук	0□	1□	2□	3□	59.	
60. ВЫСОКО СТОЯ НА КОЛЕНЯХ: принимает положение стоя через разгиб правого колена, не прибегая к помощи рук	0□	1□	2□	3□	60.	
61. ВЫСОКО СТОЯ НА КОЛЕНЯХ: принимает положение стоя через разгиб левого колена, не прибегая к помощи рук	0□	1□	2□	3□	61.	
62. СТОЯ: Приседает, чтобы сесть на пол, не прибегая к помощи рук	0□	1□	2□	3□	62.	
63. СТОЯ: Приседает на корточки, не прибегая к помощи рук	0□	1□	2□	3□	63.	
64. СТОЯ: Поднимает предмет с пола, руки в свободном положении, возвращается в положение стоя	0□	1□	2□	3□	64.	
<b>ИТОГО ПАРАМЕТРЫ «D»</b>						
<b>Позиция E. ХОДЬБА, БЕГ И ПРЫЖКИ</b>	<b>КОЛ-ВО БАЛЛОВ</b>	<b>NT</b>				
65. СТОЯ: 2 РУКИ НА БОЛЬШОЙ СКАМЕЙКЕ: проходит 5 шагов вправо	0□	1□	2□	3□	65.	
66. СТОЯ: 2 РУКИ НА БОЛЬШОЙ СКАМЕЙКЕ: проходит 5 шагов влево	0□	1□	2□	3□	66.	
67. СТОЯ: ДЕРЖАСЬ ЗА 2 РУКИ: проходит вперед 10 шагов	0□	1□	2□	3□	67.	
68. СТОЯ: ДЕРЖАСЬ ЗА 1 РУКУ: проходит вперед 10 шагов	0□	1□	2□	3□	68.	
69. СТОЯ: делает вперед 10 шагов	0□	1□	2□	3□	69.	

Рисунок 27. Балльная таблица GMFM-88. Секция 5

69. СТОЯ: делает вперед 10 шагов	0▢	1▢	2▢	3▢	69.
70. СТОЯ: делает вперед 10 шагов, поворачивается на 180 гр., возвращается	0▢	1▢	2▢	3▢	70.
71. СТОЯ: делает назад 10 шагов	0▢	1▢	2▢	3▢	71.
72. СТОЯ: делает вперед 10 шагов, держа двумя руками крупный предмет	0▢	1▢	2▢	3▢	72.
73. СТОЯ: делает вперед 10 последовательных шагов между параллельными линиями, удаленными друг от друга на 20 см (8")	0▢	1▢	2▢	3▢	73.
74. СТОЯ: делает вперед 10 последовательных шагов по прямой линии шириной 2 см (3/4")	0▢	1▢	2▢	3▢	74.
75. СТОЯ: перешагивает через палку на уровне колена правой ногой вперед	0▢	1▢	2▢	3▢	75.
76. СТОЯ: перешагивает через палку на уровне колена левой ногой вперед	0▢	1▢	2▢	3▢	76.
77. СТОЯ: пробегает 4,5 м (15"), останавливается и возвращается	0▢	1▢	2▢	3▢	77.
78. СТОЯ: бьет по мячу правой ногой	0▢	1▢	2▢	3▢	78.
79. СТОЯ: бьет по мячу левой ногой	0▢	1▢	2▢	3▢	79.
80. СТОЯ: подпрыгивает с обеих ног вверх на 30 см (12"),	0▢	1▢	2▢	3▢	80.
81. СТОЯ: прыгает с обеих ног вперед на 30 см (12"),	0▢	1▢	2▢	3▢	81.
82. СТОЯ НА ПРАВОЙ НОГЕ: подпрыгивает на правой ноге 10 раз в круге диаметром 80 см (24")	0▢	1▢	2▢	3▢	82.
83. СТОЯ НА ЛЕВОЙ НОГЕ: подпрыгивает на левой ноге 10 раз в круге диаметром 80 см (24")	0▢	1▢	2▢	3▢	83.
84. СТОЯ: ДЕРЖА 1 ПЛАНКУ: делает 4 шага вперед, держа 1 планку, со сменой ноги	0▢	1▢	2▢	3▢	84.
85. СТОЯ: ДЕРЖА 1 ПЛАНКУ: делает 4 шага назад, держа 1 планку, со сменой ноги	0▢	1▢	2▢	3▢	85.
86. СТОЯ: делает 4 шага вперед со сменой ноги	0▢	1▢	2▢	3▢	86.
87. СТОЯ: делает 4 шага назад со сменой ноги	0▢	1▢	2▢	3▢	87.
88. СТОЯ НА СТУПЕНЬКЕ ВЫСОТОЙ 15 СМ (6"): прыгает вниз на обе ноги	0▢	1▢	2▢	3▢	88.
<b>ИТОГО ПАРАМЕТРЫ «Е»</b>					

Рисунок 28. Балльная таблица GMFM-88. Секция 6

ПАРАМЕТРЫ	РАСЧЕТ БАЛЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПАРАМЕТРА %	ЦЕЛЕВАЯ ОБЛАСТЬ (отмечать ✓)
A. Положение лежа и переворачивание	<u>Итого параметры «А»</u> = _____ x 100 = _____ % 51 51	A. □
B. Положение сидя	<u>Итого параметры «В»</u> = _____ x 100 = _____ % 60 60	B. □
C. Положение ползком и на коленях	<u>Итого параметры «С»</u> = _____ x 100 = _____ % 42 42	C. □
D. Положение стоя	<u>Итого параметры «С»</u> = _____ x 100 = _____ % 39 39	D. □
E. Ходьба, бег и прыжки		E. □
ИТОГО КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ = _____ %A + %B + %C + %D + %E _____ Общее число параметров		
ИТОГО КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ ПО GCAL = <u>Сумма % баллов по каждому параметру, установленному в качестве целевой области</u> Число целевых областей = _____ = _____ %		
<b>Количество баллов при количественной оценке общей двигательной функции по GMFM-66 1</b>		
Количество баллов по GMFM-66 =	_____	_____ к _____ 95% интервалов уверенности
Предыдущее количество баллов по GMFM-66 =	_____	_____ к _____ 95% интервалов уверенности

Рисунок 29. Балльная таблица GMFM-88. Секция 7

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГОНИОМЕТРИЯ

## Формализованная карта

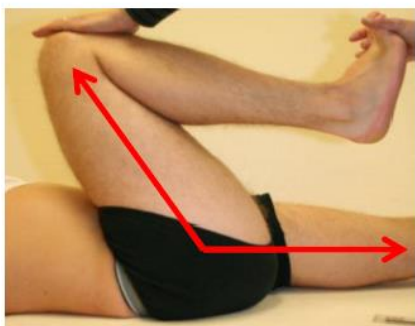
Показатель	Красная зона		Жёлтая зона		Зелёная зона	
	I-III	IV-V	I-III	IV-V	I-III	IV-V
Отведение в тазобедренном суставе при разогнутых ногах	$\leq 30^{\circ}$	$\leq 20^{\circ}$	$> 30^{\circ} < 40^{\circ}$	$> 20^{\circ} < 30^{\circ}$	$\geq 40^{\circ}$	$\geq 30^{\circ}$
Отведение в тазобедренном суставе при согнутых ногах	$\leq 40^{\circ}$	$\leq 30^{\circ}$	$> 40^{\circ} < 60^{\circ}$	$> 30^{\circ} < 50^{\circ}$	$\geq 60^{\circ}$	$\geq 50^{\circ}$
Внутренняя ротация бедра	$\leq 30^{\circ}$	$\leq 30^{\circ}$	$> 30^{\circ} < 40^{\circ}$	$> 30^{\circ} < 40^{\circ}$	$\geq 40^{\circ}$	$\geq 40^{\circ}$
Наружная ротация бедра	$\leq 30^{\circ}$	$\leq 30^{\circ}$	$> 30^{\circ} < 40^{\circ}$	$> 30^{\circ} < 40^{\circ}$	$\geq 40^{\circ}$	$\geq 40^{\circ}$
Сгибание тазобедренного сустава	$\leq 100^{\circ}$	$\leq 90^{\circ}$	$> 90^{\circ} < 110^{\circ}$	$> 90^{\circ} < 100^{\circ}$	$\geq 110^{\circ}$	$\geq 100^{\circ}$
Разгибание тазобедренного сустава	$\leq 0^{\circ}$	$\leq -10^{\circ}$	$> 0^{\circ}$	$> -10^{\circ} < 0^{\circ}$	$\geq 0^{\circ}$	$\geq 0^{\circ}$
Hamstring тест	$\leq 130^{\circ}$	$\leq 120^{\circ}$	$> 130^{\circ} < 140^{\circ}$	$> 120^{\circ} < 130^{\circ}$	$\geq 140^{\circ}$	$\geq 130^{\circ}$
Сгибание колена	$\leq 110^{\circ}$	$\leq 90^{\circ}$	$> 110^{\circ} < 120^{\circ}$	$> 90^{\circ} < 100^{\circ}$	$\geq 120^{\circ}$	$\geq 100^{\circ}$
Разгибание колена	$\leq -10^{\circ}$	$\leq -20^{\circ}$	$> -10^{\circ} < 0^{\circ}$	$> 20^{\circ} < -10^{\circ}$	$\geq 0^{\circ}$	$\geq -10^{\circ}$
Дорсифлексия стопы при согнутом колене	$\leq 10^{\circ}$	$\leq 0^{\circ}$	$> 10^{\circ} < 20^{\circ}$	$> 0^{\circ} < 10^{\circ}$	$\geq 20^{\circ}$	$\geq 10^{\circ}$
Дорсифлексия стопы при разогнутом колене	$\leq 0^{\circ}$	$\leq -10^{\circ}$	$> 0^{\circ} < 10^{\circ}$	$> -10^{\circ} < 0^{\circ}$	$\geq 10^{\circ}$	$\geq 0^{\circ}$

## Абдукция при разогнутом тазобедренном суставе



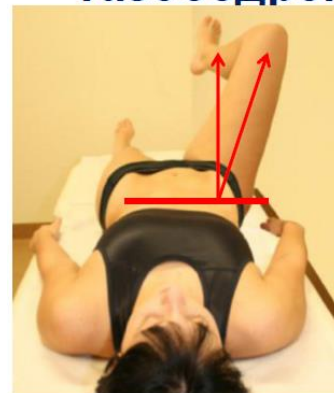
- GMFCS I-III
  - $\leq 30^\circ$
  - $>30^\circ <40^\circ$
  - $\geq 40^\circ$
- GMFCS IV-V
  - $\leq 20^\circ$
  - $>20^\circ <30^\circ$
  - $\geq 30^\circ$

## Сгибание тазобедренного сустава



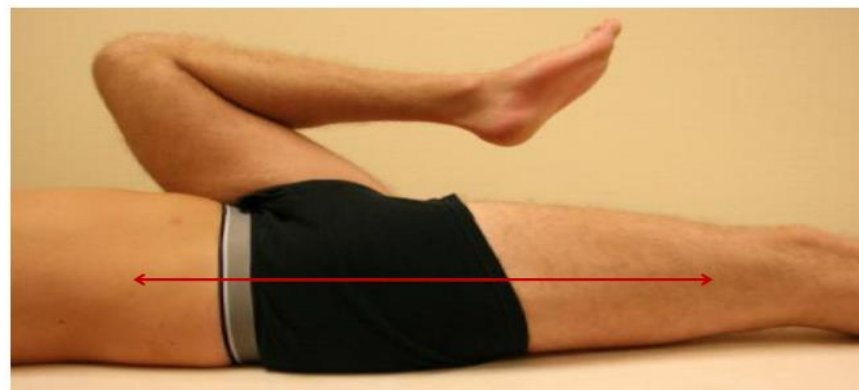
- GMFCS I-III
  - $\leq 100^\circ$
  - $>100^\circ <110^\circ$
  - $\geq 110^\circ$
- GMFCS IV-V
  - $\leq 90^\circ$
  - $>90^\circ <100^\circ$
  - $\geq 100^\circ$

## Абдукция при согнутом тазобедренном суставе



- GMFCS I-III
  - $\leq 30^\circ$
  - $>30^\circ <40^\circ$
  - $\geq 40^\circ$
- GMFCS IV-V
  - $\leq 20^\circ$
  - $>20^\circ <30^\circ$
  - $\geq 30^\circ$

## Нейтральная линия тазобедренного сустава



## Разгибание тазобедренного сустава

- GMFCS I-III

- $\leq 0^\circ$

- $-10^\circ$

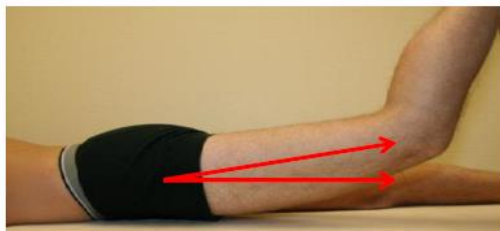
- $\geq 0^\circ$

- GMFCS IV-V

- $\leq -10^\circ$ ,

- $> -10^\circ < 0^\circ$

- $\geq 0^\circ$



## Сгибание коленного сустава



- GMFCS I-III

- $\leq 110^\circ$

- $> 110^\circ < 120^\circ$

- $\geq 120^\circ$

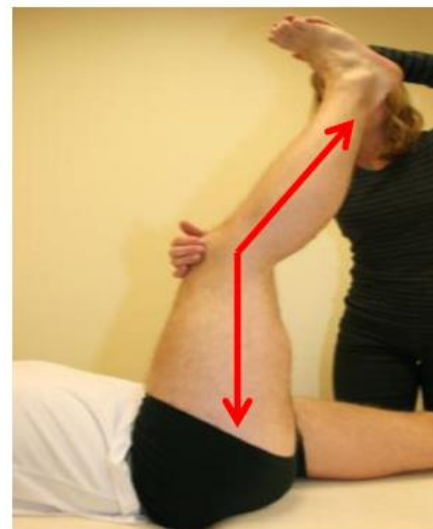
- GMFCS IV-V

- $\leq 90^\circ$ ,

- $> 90^\circ < 100^\circ$

- $\geq 100^\circ$

## Harmstring



- GMFCS I-III

- $\leq 130^\circ$

- $> 130^\circ < 140^\circ$

- $\geq 140^\circ$

- GMFCS IV-V

- $\leq 120^\circ$ ,

- $> 120^\circ < 130^\circ$

- $\geq 130^\circ$

## Разгибание коленного сустава

- GMFCS I-III

- $\leq -10^\circ$

- $-10^\circ - 0$

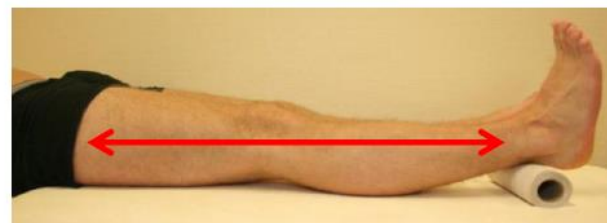
- $\geq 0^\circ$

- GMFCS IV-V

- $\leq -20^\circ$ ,

- $> -20^\circ < 10^\circ$

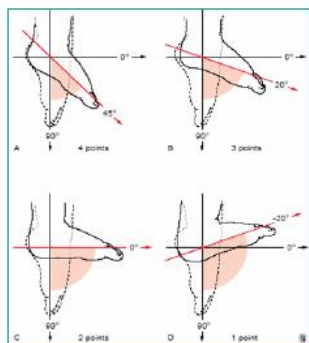
- $\geq 10^\circ$



## Дорсофлексия голеностопного сустава при согнутом коленном суставе



- GMFCS I-III
  - $\leq 10^\circ$
  - $>10^\circ <20^\circ$
  - $\geq 20^\circ$
- GMFCS IV-V
  - $\leq 0^\circ$ ,
  - $>0^\circ <10^\circ$
  - $\geq 10^\circ$



## Дорсофлексия голеностопного сустава при разогнутом коленном суставе



- GMFCS I-III
  - $\leq 0^\circ$
  - $0^\circ - 10^\circ$
  - $\geq 10^\circ$
- GMFCS IV-V
  - $\leq -10^\circ$ ,
  - $>-10^\circ <0^\circ$
  - $\geq 0^\circ$

## Внутренняя ротация бедра



- GMFCS I-III
  - $\leq 30^\circ$
  - $>30^\circ <40^\circ$
  - $\geq 40^\circ$
- GMFCS IV-V
  - $\leq 30^\circ$
  - $>30^\circ <40^\circ$
  - $\geq 40^\circ$

## Наружная ротация бедра



- GMFCS I-III
  - $\leq 30^\circ$
  - $>30^\circ <40^\circ$
  - $\geq 40^\circ$
- GMFCS IV-V
  - $\leq 30^\circ$
  - $>30^\circ <40^\circ$
  - $\geq 40^\circ$



## Нейтральная линия

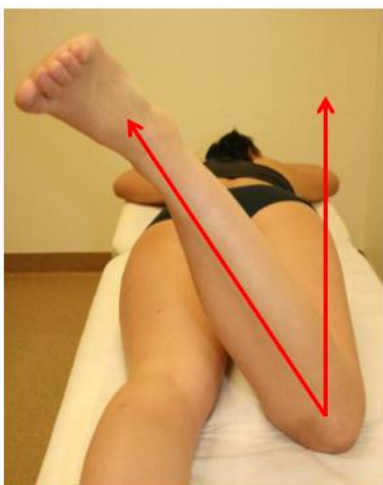


## Внутренняя ротация бедра



- GMFCS I-III
- $\leq 30^\circ$
- $>30^\circ <40^\circ$
- $\geq 40^\circ$
- GMFCS IV-V
- $\leq 30^\circ$
- $>30^\circ <40^\circ$
- $\geq 40^\circ$

## Наружная ротация бедра



- GMFCS I-III
- $\leq 30^\circ$
- $>30^\circ <40^\circ$
- $\geq 40^\circ$
- GMFCS IV-V
- $\leq 30^\circ$
- $>30^\circ <40^\circ$
- $\geq 40^\circ$