

# Методика проведения тренировок пациентов после острого нарушения мозгового кровообращения с использованием медицинского тренажера ExoAtlet

Учебное пособие

Инсульт  
Электростимуляция  
Тренировочный процесс  
Лечебная физическая культура  
Когнитивные нарушения  
**Экзоскелет**  
Антропометрические данные  
Неврологический статус  
Нейрореабилитация  
Динамометрия  
Гониометрия

Москва • 2020



МОНИКИ  
1775

ФАКУЛЬТЕТ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВРАЧЕЙ



Министерство здравоохранения Московской области  
Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области  
«Московский областной научно-исследовательский клинический институт  
им. М.Ф. Владимирского»  
**Факультет усовершенствования врачей**

«Утверждаю»  
Декан факультета усовершенствования врачей  
ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского  
д-р мед. наук, профессор О.Ю. Александрова  
Протокол заседания ученого совета № 3 от 25.09.2019

**Методика проведения тренировок  
пациентов после острого нарушения  
мозгового кровообращения  
с использованием медицинского  
тренажера EchoAtlet**

*Учебное пособие*

Москва  
2020

Учебное пособие посвящено применению в клинической практике нейро-реабилитационной методики восстановления ходьбы с использованием медицинского роботизированного тренажера EchoAtlet у пациентов, перенесших инсульт. Отражены индивидуальные особенности методики проведения тренировок пациентов после инсульта с использованием экзоскелета EchoAtlet на втором этапе реабилитации в медицинских организациях. Подробно описаны показания и противопоказания, требования по безопасности применения методики, а также порядок ее осуществления.

Пособие предназначено для неврологов, специалистов по медицинской реабилитации, врачей лечебной физкультуры, нейрохирургов, травматологов-ортопедов, терапевтов, а также врачей общей практики, участвующих в реабилитации больных после инсульта.

#### **Авторы:**

**С.В. Котов** – д-р мед. наук, профессор, руководитель неврологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского

**Е.В. Исакова** – д-р мед. наук, гл. науч. сотр. неврологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского

**Е.В. Письменная** – канд. техн. наук, доцент, ст. науч. сотр. Научно-исследовательского института механики ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»

**К.А. Петрушанская** – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. неврологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского

**В.Ю. Лиждвой** – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. неврологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского

**А.Б. Секирин** – канд. мед. наук, руководитель отделения физиотерапии и реабилитации ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского

#### **Рецензенты:**

**Л.В. Стаховская** – д-р мед. наук, профессор, директор Научно-исследовательского института цереброваскулярной патологии и инсульта, профессор кафедры фундаментальной и клинической неврологии и нейрохирургии медико-биологического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

**И.В. Дамулин** – д-р мед. наук, профессор кафедры нервных болезней и нейрохирургии Клиники нервных болезней им. А.Я. Кожевникова ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет)

## Введение

Инсульт – одно из наиболее тяжелых проявлений сердечно-сосудистых заболеваний, число которых имеет тенденцию к росту. Данное заболевание характеризуется, с одной стороны, высокой терапевтической резистентностью, а с другой – недостатком эффективных способов и средств восстановления нарушенных двигательных функций.

Церебральный инсульт представляет собой одну из наиболее актуальных медико-социальных проблем, занимая второе место среди причин смертности в большинстве стран мира. В России ежегодно регистрируется до 600 тыс. случаев, причем у 15–20% пациентов заболевание заканчивается летальным исходом, а более чем у половины выживших приводит к стойкой инвалидизации до конца жизни, что требует постоянной медико-социальной поддержки [4].

Среди наиболее тяжелых проявлений инсульта выделяются двигательные нарушения – пирамидный гемипарез. Большинство исследователей полагают, что наилучший эффект реабилитации наблюдается в течение первого года от начала заболевания [5].

Когнитивные нарушения наряду с двигательными расстройствами признаны основным фактором, определяющим инвалидизацию после инсульта [6]. Когнитивные и эмоционально-аффективные нарушения, по мнению большинства реабилитологов, в первую очередь препятствуют выздоровлению. Пространственные расчеты и действия, взаимодействуя с силой, ловкостью и выносливостью двигательных систем, дают нам точно заданные движения в трехмерном пространстве. Пространственная функция также имеет решающее значение для осуществления непрерывных корректировок во время движения по отношению к быстро движущемуся миру (ходьба, чтение знаков во время движения и избегание препятствий при выполнении сотен повседневных задач). Пространственное игнорирование (неглект) – инвалидизирующий постинсультный синдром, вызывающий неспособность замечать или реагировать на стимулы на стороне пространства, противоположной пораженному полушарию головного мозга [8, 23].

В свете вышесказанного именно ранний восстановительный период наиболее перспективен в плане реабилитации [7, 9]. Сегодня имеется достаточно много эффективных методов реабилитации данного контингента больных: роботизированная механотерапия [11, 12], опорная стимуляция [13, 14], электрическая стимуляция мышц при ходьбе [15–17], ортезирование [18, 20] и другие методы. Одним из наиболее

перспективных методов реабилитации больных с инсультом признается тренировка ходьбы в экзоскелете. В России в робототехническом центре «Сколково» впервые создан отечественный экзоскелет EхоAtlet. К настоящему времени EхоAtlet уже успешно применен при ряде заболеваний опорно-двигательной и нервной систем: у больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы (в том числе с полной нижней параплегией), у больных рассеянным склерозом, у детей с различными формами детского церебрального паралича, у детей с последствиями черепно-мозговой травмы [11, 12, 19, 21].

Целью данной работы явилось клинико-биомеханическое обоснование применения экзоскелета у больных с инсультом.

Современные реабилитационные методы, в том числе робототехнические, направлены на восстановление функции движения, улучшение нейропластичности, восстановление имеющихся когнитивных расстройств, эмоционально-аффективных нарушений.

С мая по июль 2017 г. в рамках организации задач по гранту сотрудниками ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России, ГБУЗ Архангельской области «Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Волосевич» и ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского» проводилось исследование эффективности реабилитации, объектом которого было изучение динамики неврологического статуса и биомеханических параметров движения при применении экзоскелета у пациентов с ишемическим инсультом в раннем восстановительном периоде (3–6 месяцев после инсульта), позднем (6–12 месяцев) и периоде остаточных явлений – резидуальном (более 12 месяцев).

Пациенты получали комплексную терапию, включающую вазоактивные и метаболические препараты, препараты для вторичной профилактики, лечебную физическую культуру (ЛФК), механотерапию, роботизированные тренировки с экзоскелетом в течение 30–60 минут 1 раз в сутки ежедневно в течение 10 дней, физиотерапию, рефлексотерапию, занятия с логопедом и психологом.

Основными критериями эффективности исследуемого экзоскелета были изменение показателей неврологического статуса у больных с ишемическим инсультом по Британской шкале оценки мышечной силы в нижних конечностях, оценка степени спастичности по шкале Ashworth, значения по шкале инсульта NIHSS, модифицированной

шкале Рэнкина, индекса мобильности Rivermead, индекса повседневной активности Бартела, теста «Встань и иди».

В результате исследования была разработана методика реабилитации пациентов в разные периоды ишемического инсульта с применением экзоскелета ExoAtlet.

Для ознакомления с техническими характеристиками и описанием способов управления экзоскелетом следует обращаться к руководству по эксплуатации экзоскелета.

## **1. Описание оборудования**

Активное роботизированное программируемое медицинское изделие (комплекс) ExoAtlet используется для медицинской реабилитации пациентов после острого нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу на втором этапе реабилитации в периоды заболевания после 21 дня для раннего восстановительного периода, позднего восстановительного периода и периода остаточных явлений.

## **2. Показания и противопоказания к применению экзоскелета**

### **2.1. Основные антропометрические параметры пациента, подходящие для использования экзоскелета ExoAtlet:**

- возраст от 14 лет;
- рост от 150 до 190 см;
- вес не более 100 кг;
- возможно использование двух модификаций голенного звена экзоскелета (длинное звено 455–590 мм и короткое 375–450 мм);
- длина бедра 455–490 мм;
- глубина посадки в экзоскелет 100–130 мм;
- ширина таза 310–460 мм;
- окружность голени до 500 мм;
- окружность бедра S (310–410 мм), M (370–510 мм), L (460–580 мм);
- размер обуви с 36 по 45.

### **2.2. Основные показания к применению экзоскелета:**

- период заболевания – не ранее 21 дня после инсульта при нормализации гемодинамики и переносимости вертикализации более 30 минут;

- степень тяжести 2–4 по модифицированной шкале Рэнкина;
- степень гемипареза от 1 до 4 по Британской шкале оценки мышечной силы;
- изменение мышечного тонуса до 1–2 баллов по шкале Ashworth;
- возможность самостоятельно стоять, в том числе с опорой, не менее 15 минут;
- возможность ходить с многоопорной тростью, ходунками не менее 15 минут;
- высокая мотивация на восстановление.

### 2.3. Основные противопоказания к применению экзоскелета:

- острые инфекционные заболевания, лихорадочный синдром (на этапе отбора до начала курса реабилитации проводится рентгенография грудной клетки, анализ крови клинический и биохимический, коагулограмма, анализ мочи клинический);
- соматическая патология в стадии декомпенсации;
- острый тромбоз, тромбоз, лимфедема нижних конечностей 2–3 стадии, варикозное расширение вен (выполняется ультразвуковая доплерография вен нижних конечностей);
- пролежни или трофические нарушения в местах крепления экзоскелета (на этапе до начала курса реабилитации проводится ультразвуковое исследование (УЗИ) мягких тканей и суставов);
- неспособность длительно (более 30 минут) находиться в вертикальном положении вследствие патологических вегетативных реакций (ортостатическая гипотензия, тахи- и брадикардия, аритмия и др.);
- эпилептические припадки, другие пароксизмальные нарушения сознания, в том числе синкопальные состояния;
- выраженная мышечная спастичность ( $\geq 3$  баллов по шкале Ashworth) или ее значительный рост после тренировки;
- недостаточность кровообращения выше II класса по классификации Н.Д. Стражеско и В.Х. Василенко;
- пароксизмальная форма фибрилляции предсердий (на этапе до начала курса реабилитации проводится электрокардиография (ЭКГ) в покое, холтеровское мониторирование ЭКГ);
- инфаркт миокарда менее 6 месяцев назад;
- приступы стенокардии покоя или ишемия миокарда в покое на ЭКГ;
- атриовентрикулярная блокада I–III степени;



- синусовая брадикардия (реже 50 в минуту) и тахикардия (более 90 в минуту);
- неконтролируемая артериальная гипертония (систолическое артериальное давление (АД) более 180, диастолическое АД более 100);
- клинически значимые пороки сердца (проводится эхокардиография);
- выраженные эмоционально-аффективные нарушения;
- выраженные когнитивные и речевые нарушения, препятствующие выполнению инструкций;
- несросшиеся переломы или нестабильный остеосинтез позвоночника, костей таза, нижних конечностей;
- умеренно выраженный и выраженный остеопороз по данным рентгеновской денситометрии;
- анкилозы, контрактуры, выраженный артроз, острый артрит/синовит, состояние после операций тотального/частичного эндопротезирования, артропластики суставов нижних конечностей (на этапе до начала курса реабилитации выполняется рентгенография, магнитно-резонансная томография (МРТ) и УЗИ суставов);
- отек головного мозга, кровоизлияние в желудочки головного мозга, субарахноидальное кровоизлияние, аневризма сосудов головного мозга (проводится компьютерная томография или МРТ головного мозга), аневризма аорты;
- критический стеноз магистральных сосудов головы ( $\geq 70\%$  диаметра просвета);
- низкий уровень мотивации.

### **3. Критерии оценки безопасности тренировок**

Проводится осмотр пациента, выполняется оценка неврологического, соматического и ортопедического статуса:

- визуальный осмотр стоп, голеней, бедер, ягодиц, области тазобедренных суставов до и после каждой тренировки для исключения внешних повреждений;
- оценка состояния и контроль самочувствия пациента в покое (до и после тренировки) и при нагрузке (во время тренировки и в восстановительном периоде), оценка АД, частоты сердечных сокращений (ЧСС), частоты дыхания, цвета кожных покровов (не допустить достижения критических значений АД – систолическое выше 180, диастолическое выше 100 или снижение АД на 20–30 мм рт. ст. от исходного уровня), заполняется форма 042/у;

- мониторинг ЧСС и АД с помощью холтеровского мониторинга АД и ЭКГ;
- пульсоксиметрия (не допустить достижения критических значений сатурации – менее 92%, ЧСС – выше 150 уд/мин).

Тренировки можно проводить в помещениях, предназначенных для занятий ЛФК. Необходимо, чтобы пациент проводил разминку перед каждой тренировкой. Методика разминки определяется инструктором ЛФК или другим квалифицированным сотрудником.

При достаточном овладении навыком ходьбы в экзоскелете по ровной поверхности внутри помещения возможно рекомендовать тренировки с преодолением небольших препятствий, в том числе на улице при благоприятной погоде.

Применение экзоскелета рекомендовано в сочетании с утвержденными методами реабилитации в соответствии с приказами Министерства здравоохранения Российской Федерации [1–3].

#### **4. Требования к оборудованию и месту проведения тренировок (см. руководство по эксплуатации экзоскелета)**

##### **4.1. Требования к месту проведения:**

- помещение светлое с окнами, длиной не менее 8–10 м и шириной 3–4 м;
- ровное нескользкое покрытие пола. Необходимо исключить мокрый и загрязненный песком пол, который может спровоцировать проскальзывание костыля;
- наличие приточно-вытяжной вентиляции – не менее 80 м<sup>3</sup>/ч притока наружного воздуха на 1 занимающегося (СНиП 31-06-2009, п. 7.49, табл. 7.5, п. 4);
- рекомендовано настенное или передвижное зеркало в полный рост.

##### **4.2. Оборудование, необходимое для тренировок (см. руководство по эксплуатации):**

- экзоскелет EхоAtlet;
- два костыля с локтевой опорой (локтевой костыль – канадские трости);
- планшет с программным обеспечением;
- сидение (банкетка) с регулировкой высоты;

- ходунки-роллаторы;
- напольные параллельные брусья.

### 4.3. Экзоскелет

**Экзоскелет** – автономное активное роботизированное программируемое медицинское изделие (комплекс) для восстановления навыков ходьбы. Для его подзарядки необходим источник питания (электрическая розетка на 220 В), который надевается на человека и настраивается под его антропометрические параметры (рис. 1) [24].

Безопасность пациента в экзоскелете при вставании и ходьбе обеспечена фиксацией грудного и поясничного отдела корсетом, ремнями лонгет на бедрах и голених и сиделищным ремнем, необходимым при вставании пациента, а также страховочными ручками на спинке экзоскелета.

Режимы движений (вставание, посадка и ходьба) в экзоскелете осуществляются управляемыми приводами, расположенными в бе-



*Рис. 1. Общий вид экзоскелета ExoAtlet*

дренных звеньях. Удержание определенного статического положения экзоскелета (сидя на опоре или вертикальное положение) обеспечивается выбором соответствующего режима на управляющем устройстве (планшете или «умном костыле») при подаче напряжения на приводную систему – кнопки включения питания (рис. 2, 3). В режиме ходьбы, для того чтобы в случае необходимости остановить движение, имеется кнопка на левой страховочной ручке. Ходьба будет остановлена в текущей позе экзоскелета, затем экзоскелет сделает завершающий шаг, представляя ногу пациента и переводя его в вертикальное положение.

**NB** При выключении питания кнопкой, расположенной на правой страховочной ручке, текущее положение экзоскелета не удерживается, вследствие чего выполняется самопроизвольное движение (приседание) под действием внешних сил.

Экзоскелет включает в себя два типа голени:

- голень со сменной жесткой стелькой для установки внутрь обуви.
- Для этого варианта подходящая длина голени пациента, стоящего



**Рис. 2.** Кнопка для остановки экзоскелета расположена на левой ручке для страховующего сотрудника. Кнопка включения питания расположена сбоку на спинке экзоскелета



*Рис. 3. Кнопка включения питания расположена на правой ручке для страхующего сотрудника*

босиком, от пола до середины колена составляет 460–590 мм, а длина бедра – 370–490 мм, допустимый размер обуви от 36 до 45;

- голень с упругостью в сагиттальной и фронтальной плоскостях.

Последняя модификация обеспечивает более мягкую и безопасную постановку ноги во время ходьбы в экзоскелете, что актуально для пациентов с остеопорозом, поскольку мягкая постановка голеностопа позволяет снять нагрузку на подтаранный сустав и пяточную кость. Встроенный упругий амортизатор позволяет добиться переката стопы. Кроме того, упругий охват голеностопного и коленного суставов обеспечивает выравнивание у пациентов с вальгусной и варусной постановкой стоп, а также помогает предотвратить отвисание стопы у пациентов с эквинусом. Важный момент при применении данной модификации

голени – возможность использования персональной ортопедической обуви пациента, что служит необходимым условием для пациентов с детским церебральным параличом. При этом длина голени пациента от пола в обуви составляет 450–580 мм, а длина бедра – 370–490 мм, допустимый размер обуви – от 36 до 45.

Эта разработка позволяет реализовать режимы работы экзоскелета в соответствии с антропометрическими параметрами каждого пациента. При задании паттерна выбирается желаемая настройка длины шага, высоты подъема ноги, скорости движения, в то время как движения экзоскелета рассчитываются исходя из индивидуальных параметров каждого пациента, без привязки к базовым режимам.

#### 4.4. Способы управления движениями экзоскелета

Экзоскелетом EchoAtlet можно управлять при помощи нескольких устройств, которые подробно описаны в «Руководстве пользователя»:

- программное обеспечение, установленное на планшете;
- костыль с пультом управления.

Режимы работы экзоскелета, задаваемые с управляющего устройства:

- удержание в вертикальном положении;
- режим ходьбы на месте;
- вставание/посадка;
- ходьба по лестнице;
- режим ходьбы с фиксированными паттернами:
  - ✓ очень короткий шаг с низким подъемом ноги;
  - ✓ очень короткий шаг с высоким подъемом ноги;
  - ✓ короткий шаг с низким подъемом ноги;
  - ✓ короткий шаг с высоким подъемом ноги;
  - ✓ средний шаг с низким подъемом ноги;
  - ✓ средний шаг с высоким подъемом ноги;
  - ✓ длинный шаг с низким подъемом ноги;
  - ✓ длинный шаг с высоким подъемом ноги;
  - ✓ параметрический выбор длины, высоты и времени переноса ноги;
- параметрически настраиваемый паттерн под антропоморфные параметры ходьбы.

Параметрически настраиваемый паттерн позволяет по введенным антропометрическим данным пациента создать паттерн с заданными



*Рис. 4. Окно настройки параметров для режима ходьбы на месте*

параметрами: высотой поднятия стопы, длиной шага и временем переноса ноги. Эти параметры можно настраивать при ходьбе на месте и ходьбе вперед.

Пример окна настройки параметров при ходьбе на месте приведен на рис. 4. Аналогично в соответствующем окне на планшете выбираются параметры для ходьбы вперед.

#### 4.5. Планшет с программным обеспечением

Применяется для:

- записи и хранения всех данных о пациенте, в том числе антропометрических;
- фиксации режимов и результатов проведенных тренировок;
- выбора режимов и параметров движения экзоскелета.

#### 4.6. Требования к сетевому оборудованию

Wi-Fi сеть со стабильным подключением к Интернету, раздающая настройки сети с помощью DHCP.

#### 4.7. Ручные опоры (канадские трости) обычные

Предназначены для поддержания равновесия человека, находящегося в экзоскелете, «умные костыли» оснащены устройством выбора режимов движения и возможностью остановки экзоскелета.

#### 4.8. Сидение (банкетка) с регулировкой высоты (см. рис. 1)

Имеет следующие характеристики:

- регулировка высоты от 470 до 570 см;
- ширина не менее 50 см;
- достаточная прочность (максимально допустимый вес пациента и экзоскелета – 125 кг);
- отсутствие подлокотников, спинки и колес;
- без вращения;
- устойчивые, нескользящие ножки.

#### 4.9. Ходунки-роллаторы, адаптированные под ходьбу пациентов в экзоскелете

Ходунки-роллаторы (рис. 5) представляют собой легкую мобильную катажку с опорной площадкой для рук. Конструкция катажки позволяет ее складывать до плоского состояния, что удобно для хранения [25]. Большую руку при ходьбе необходимо фиксировать к опорной площадке ходунков-роллаторов или костылю при помощи мягкой накладки.



*Рис. 5. Вид пациентки в экзоскелете с ходунками-роллаторами*



#### 4.10. Напольные параллельные брусья

Реабилитационные брусья имеют длину не менее 3 метров с возможностью регулировки ширины от 500 до 650 мм и высоты от 750 до 1200 мм для обеспечения комфортного хвата людей ростом от 150 до 190 см. Если длина брусьев менее 3 метров, должна быть возможность их легкого переноса вперед-назад. Высота соединительной планки опорных стоек брусьев, расположенных на полу, не должна превышать 2–3 см.

#### 4.11. Приборы для сопровождения тренировки:

- ходунки-роллаторы или другие системы поддержки;
- тонометр, секундомер, пульсоксиметр (для контроля за состоянием пациента и определения переносимости нагрузки на каждой тренировке необходимо измерять АД, контролировать ЧСС и частоту дыхания);
- аптечка для неотложной помощи;
- для комфорта пациентов желательно иметь влажные, сухие салфетки, одноразовые стаканы, сосуды с питьевой водой.

### 5. Рекомендации по одежде пилота

Пилоту для проведения тренировки и ходьбы в экзоскелете необходимы:

- спортивная одежда (должна быть из материалов, легко поглощающих влагу);
- спортивные брюки, которые хорошо фиксируются на талии (желательно на завязках);
- футболка из натуральных материалов;
- спортивные кроссовки или ботинки на шнурках на 1–2 размера больше с легко вынимаемой стелькой, у которых достается (не пришит) «язычок»;
- высокие велоперчатки с фиксацией лучезапястного сустава и силиконовыми вкладками на ладони для мягкой амортизации ладоней рук при использовании костылей типа канадских тростей.

### 6. Требования к персоналу

Тренировки ходьбы с экзоскелетом ExoAtlet у пациентов с инсультом проводятся на основании заключения врача-специалиста, знающего особенности метода тренировок ходьбы с экзоскелетом и кон-

тролирующего состояние пациента в динамике. При необходимости врач-специалист должен своевременно выявить нежелательные явления или изменения в состоянии пациента, провести нужное обследование и назначить правильное лечение.

Тренировки пациентов после острых нарушений мозгового кровообращения в экзоскелете EхоAtlet могут проводить следующие специалисты: врач ЛФК, врач-ортопед, инструктор-методист по ЛФК, инструктор по ЛФК медицинских и социальных учреждений, прошедшие обучение по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации «Реабилитация с применением экзоскелета (оборудования для роботизированной механотерапии) пациентов с нарушением локомоторных функций на втором и третьем этапе реабилитации» и имеющие соответствующий сертификат по эксплуатации экзоскелета EхоAtlet.

Отбор пациентов и составление индивидуальной программы реабилитации осуществляется мультидисциплинарной бригадой [26].

## **7. Настройка экзоскелета под антропометрические данные пилота, подготовка и начало тренировки**

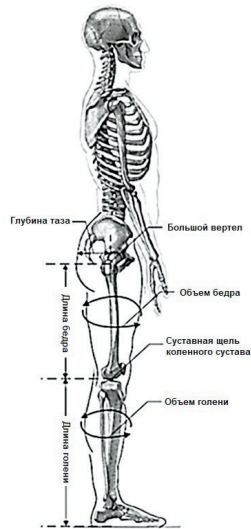
Экзоскелет необходимо настраивать под каждого пилота (подробнее об измерении антропометрических данных см. руководство по эксплуатации экзоскелета).

На схеме строения человека (рис. 6, 7) указаны костные ориентиры, относительно которых необходимо проводить измерение пациентов (длина голени измеряется от середины коленного сустава до опорной поверхности, длина бедра – от большого вертела до середины коленного сустава, глубина таза – от большого вертела до наружной поверхности ягодиц, ширина таза измеряется в вертикальной плоскости).

**NB** Перед настройкой экзоскелета и работой с пациентами необходимо изучить инструкцию пользователя.

В инструкции пользователя указаны меры для предотвращения возникновения нежелательных ситуаций.

До начала тренировки необходимо проверить заряд аккумуляторов экзоскелета и пульта управления, при необходимости зарядить, далее настроить экзоскелет по параметрам пациента в соответствии с указаниями в инструкции пользователя, прилагаемой к изделию. Настройку параметров экзоскелета рекомендуется проводить следующим образом:



*Рис. 6. Схема проведения антропометрических измерений пациента*



*Рис. 7. Схема измерения ширины таза*

1) установить стельку необходимого размера согласно размеру ноги;

2) задать значения:

- длины голени;
- длины бедра;
- ширины таза.

Далее надлежит выполнить следующие действия:

- Глубину посадки в экзоскелет скорректировать установкой задней подушки нужной толщины.
- Установить крепление лонгеты бедра нужного размера.
- Отодвинуть крепления лонгеты голени и бедра в заднее положение.
- Установить необходимое натяжение седалищного ремня.
- Проверить правильность настройки и затяжку всех элементов экзоскелета.

**NB** Несоответствие собственных антропометрических параметров пациента установленным длинам бедра и голени на экзоскелете в случае туго затянутых бедренных и голennых ремней при подъеме пациента может привести к его травмированию. Бедренные и голennые звенья экзоскелета должны быть чуть длиннее, чем бедро и голень пациента.

- Обувь пациента без стельки надеть на экзоскелет, затем вставить стельку в обувь обратно.
- Включить оба переключателя экзоскелета – на правой рукоятке и на спинке (см. рис. 2, 3), дождаться двух звуковых сигналов о готовности оборудования к работе.
- Выполнить сброс позы в положении сидя, придерживая экзоскелет. Расположить экзоскелет по центру банкетки. Подтянуть седалищный ремень. Помочь пациенту пересесть в экзоскелет, соблюдая осторожность при переносе ног.
- Начать фиксацию пациента снизу вверх:
  - ✓ стопы пациента поместить в обувь;
  - ✓ расположить пациента плотно к спинке экзоскелета (контрольный прием: при наклоне тела вперед ягодицы должны плотно соприкоснуться со спинкой экзоскелета);
  - ✓ застегнуть корсет на пациенте;
  - ✓ придвинуть лонгету голени к ноге пациента (свободного пространства быть не должно). Зафиксировать лонгеты голени, используя 1–2 прокладки под ремни креплений;

- ✓ оценить соосность оси вращения коленного сустава в вертикальной плоскости и оси вращения коленного шарнира экзоскелета. Контролировать плотность соприкосновения со спинкой экзоскелета. При отклонении более 2 см провести корректировку настроек (оценить глубину посадки пациента в экзоскелете, выполнить проверку длины бедра и голени соответствующим длинам звеньев экзоскелета, предварительно высадив пациента из экзоскелета при необходимости);
- ✓ придвинуть плотно лонгету бедра к ноге пациента (не должно быть свободного пространства с задней стороны ноги). Зафиксировать бедро пациента, используя 1–2 прокладки под ремни креплений;
- ✓ зафиксировать пациента в корсете. При необходимости установить фиксирующую накладку другого размера;
- ✓ надеть лямки корсета и проверить, чтобы они не сдавливали плечевой пояс и не цеплялись за рукоятки экзоскелета. При верхнегрудном и шейном уровне травмы более плотно зафиксировать верхнюю часть туловища.
- При использовании костылей подобрать их высоту под пациента. Объяснить пациенту процесс вставания и его участие в подъеме собственного тела.
- Выбрать подходящую модель подъема на управляющем планшете (в зависимости от высоты стула и длины ног пациента) и осуществить подъем при содействии пациента, который должен активно помогать себе костылями, расположив их чуть позади себя (рис. 8, 9).
- После вертикализации следует оценить состояние пациента. В случае возникновения нежелательных явлений (головокружение и др.) немедленно посадить его и при необходимости прекратить тренировку. Убедиться, что при поддержке ассистента пациент удерживает правильный угол (небольшой наклон вперед). Объяснить пациенту важность умения поддерживать равновесие и научить переносить вес тела с одной ноги на другую, раскачиваясь в вертикальной плоскости справа налево.

**NB** Не допускается, чтобы ассистент отпускал пациента во время тренировки.



*Рис. 8. Подъем пациента. Пациент выталкивает себя костылями, ассистент осуществляет страховку*



*Рис. 9. Пациент в вертикальной позе*

- Оценить и при необходимости скорректировать высоту ходунков-роллаторов или костылей. При нахождении в экзоскелете костыли необходимо ставить шире, чтобы не допустить выбивания костыля ногой экзоскелета, поэтому высота костылей устанавливается чуть длиннее.
- Оценить корректность позиционирования пациента в экзоскелете. Для этого надо проверить угол сгибания коленного сустава на обеих ногах по подколенной ямке (необходимо провести по ней рукой), он не должен быть больше  $1-2^\circ$ , также не должно быть рекурвации в коленном суставе. Если угол сгибания незначительно превышен, выполняются следующие действия:
  - ✓ в случае слабой затяжки ремней креплений можно перенести массу тела пациента на одну ногу, попросить его максимально сильно опереться руками на костыли, а на освободившейся от веса тела ноге слегка надавить на верхнюю часть голени так, чтобы нога выпрямилась, и затянуть ремни крепления плотнее (при необходимости повторить на второй ноге);
  - ✓ в остальных случаях допускается перенести массу тела пациента на одну ногу, а на освободившейся от веса тела ноге ослабить эксцентрик крепления голени, сдвинуть крепление лонгеты голени чуть назад, выпрямив ногу, и повторно его зафиксировать. При необходимости повторить со второй ногой и креплениями бедра. Таким образом, можно исправить и рекурвацию коленного сустава, уведя крепления чуть вперед.

Если угол сгибания значительно превышен, это может быть вызвано неправильной настройкой размеров экзоскелета или тем, что при вставании пациент «провис», то есть не был полностью выпрямлен (основная причина – неправильная техника вставания при недостаточной степени фиксации креплений). В случае неправильной настройки необходимо посадить пациента, помочь ему высвободиться из экзоскелета, после чего провести перенастройку размеров экзоскелета.

В случае «проседания» пациента необходимо проверить положение и натяжение седалищного ремня, после чего помочь пациенту сесть. Расстегнуть корсет экзоскелета, ослабить крепления голени и бедра и повторно обеспечить прижатие крестцовой зоны пациента к спинке экзоскелета, затем зафиксировать пациента и провести вставание.

Если угол сгибания коленного сустава находится в пределах допустимых значений, оцениваем соосность коленного и тазобедренного

суставов пациента и экзоскелета (середи́на суставной щели коленного сустава и большой вертел должны находиться напротив больших осевых винтов экзоскелета). Допускается расхождение до 1 см в коленном суставе и отклонение не более 2 см от вертела тазобедренного сустава (суммарно по горизонтали и вертикали). В случае неправильной настройки необходимо посадить пациента, помочь ему высвободиться из экзоскелета, после чего провести перенастройку размеров экзоскелета.

Следует также оценить правильность настройки ширины таза. При правильной настройке свободное пространство между пациентом и экзоскелетом в области таза не должно превышать 1 см с каждой стороны.

Наконец, следует оценить и при необходимости плотнее зафиксировать пояс крепления корсета, при необходимости изменить натяжение лямок экзоскелета. Убедиться, что лямки не контактируют напрямую с шеей пациента, чтобы избежать возможного натирания. Приступить к тренировке.

## **8. Действия в экзоскелете (см. руководство по эксплуатации экзоскелета)**

Функции экзоскелета: подъем пациента из положения сидя на опоре, удержание в вертикальном положении, посадка на опору, режим ходьбы по плоской поверхности с различными длиной, высотой шага и временем переносной и опорных фаз, ходьба на месте, повороты, ходьба по лестнице вверх и вниз.

**NB** В начале курса тренировок в экзоскелете рекомендуется для подъема и ходьбы использовать ходунки-роллаторы. В режиме подъема пациент берется здоровой рукой за роллатор, который необходимо поставить на тормоз или удерживать, используя помощника, а при ходьбе паретичную руку надо закрепить мягкой фиксирующей повязкой так, чтобы она приняла правильное, естественное положение. После овладения ходьбой в экзоскелете можно предложить пациенту ходьбу на костылях. Во избежание потери равновесия пациента при ходьбе вследствие потери костыля рекомендуется фиксировать руку пациента к костылю мягкой манжетой.

Запрещено проводить тренировки на улице при повышенной влажности.



## 9. Требования к одежде пациента

Обязательное требование к обуви и одежде пациента для успешных тренировок и предотвращения нежелательных явлений – они должны быть из натуральных или смесовых тканей с хорошим влагопоглощением:

- спортивные брюки, которые плотно облегают ноги и хорошо фиксируются на талии (желательно на завязках) или спортивный костюм;
- футболка / спортивная кофта;
- спортивные кроссовки на шнурках на 2 размера больше, у которых достается (не пришит) «язычок» и свободно вынимаются стельки;
- при варианте с упругой голенью необходимо использовать ботинки с фиксирующим голенищем собственного размера;
- носки, в том числе капроновые, для облегчения надевания кроссовок в экзоскелете;
- высокие велоперчатки или спортивные перчатки с фиксацией лучезапястного сустава и силиконовыми вкладками на ладони.

Запрещено проводить тренировки в неспортивной обуви (сандалиях, туфлях и др.) и не соответствующей требованиям одежде.

## 10. Настройка экзоскелета под антропометрические данные пациента

Экзоскелет необходимо настраивать для каждого пациента по размерам в соответствии с руководством по эксплуатации экзоскелета (см. руководство по эксплуатации экзоскелета).

## 11. Последовательность овладения навыком ходьбы в экзоскелете

Интенсивность тренировок определяется индивидуально в зависимости от состояния пациента, при этом можно проводить тренировки на экзоскелете ежедневно, через день или 2–3 раза в неделю.

Длительность тренировки: 30 минут – 1 час.

Средняя длительность ходьбы во время тренировки: от 5–10 минут на первой тренировке, постепенно увеличивая время до 30 минут, в зависимости от самочувствия пациента и овладения им навыком уверенной самостоятельной ходьбы в EхоAtlet.

До начала тренировки врач-специалист объясняет пациенту все особенности метода, дает заключение и подписывает у пациента необходимые документы (информированное согласие – прилож. 11, 12).

Врач ЛФК формирует план тренировок, в том числе с применением роботизированного медицинского оборудования (экзоскелета), определяет их кратность, длительность занятий.

### Первая тренировка

Специалист до начала тренировки пациента измеряет и правильно подбирает стельки, измеряет пациента и настраивает экзоскелет для каждого пациента на основании полученных антропометрических данных, выбирает правильную обувь, вносит информацию в планшет, осуществляет пересаживание в экзоскелет, примерку и настройку экзоскелета для пациента.

### Пересадка в экзоскелет

При наличии гемипареза пересадка возможна только с хорошей страховкой и помощью: один инструктор берет под колени, второй сзади обхватывает пациента за корпус и одновременно они пересаживают пациента в экзоскелет.

Наиболее легкий способ подъема и пересаживания тяжело больных пациентов предусматривает использование подъемников, например, таких типов, как на рис. 10, 11.

Рекомендуется начинать тренировку с освоения необходимых навыков устойчивости и правильности удержания тела в положении стоя, вертикальном положении, а также с освоения навыков ходьбы на месте.

В середине тренировки рекомендуется посадить пациента на стул для отдыха на 3–10 минут, при необходимости чаще (особенно на первых 3–5 тренировках). Первая тренировка длится 15 минут, не считая надевания экзоскелета.

Навыки, отрабатываемые на тренировках с EchoAtlet (первое занятие и все последующие):

- встать с поддержкой инструктора;
- почувствовать устойчивость в вертикальном положении с опорой на ходунки-роллаторы, брусья или костыли;
- освоить перенос веса тела с одной ноги на другую с опорой на ходунки-роллаторы, брусья или костыли;
- ходьба с опорой на ходунки-роллаторы, брусья или костыли на месте;
- ходьба с опорой на ходунки-роллаторы, брусья или костыли вперед;



*Рис. 10. Механический подъемник для посадки маломобильных пациентов в экзоскелет*



*Рис. 11. Процесс пересаживания пациента с ограниченной подвижностью в экзоскелет с помощью электрического подъемника*

- обучение перестановке опорной руки при ходьбе в ходунках-роллаторах с использованием брусьев или костылей;
- сесть на опору с поддержкой инструктора и упором на собственные руки, держась за ходунки-роллаторы, брусья или опираясь на костыли.

Скорость овладения навыками зависит от первоначальной общей физической подготовки пациента, его функционального и когнитивного состояния, мотивации, а также от доброжелательной и заинтересованной обстановки, созданной инструктором по ЛФК, который должен спокойно и вразумительно пояснять каждое следующее действие пациента в экзоскелете.

## **12. Порядок действий в чрезвычайных ситуациях при нежелательных событиях (относительно пациента и относительно экзоскелета)**

- При возникновении во время тренировки у пациента ухудшения самочувствия, боли, головокружения, носовых кровотечений и др. следует прекратить тренировку, посадить человека и снять с него экзоскелет. Необходимо обратиться к лечащему врачу и зафиксировать возникшее нежелательное явление в медицинской документации.
- После тренировки, когда экзоскелет снят с человека, необходимо осмотреть поверхность кожи для выявления следов натирания или деформации. В случае их обнаружения – обратиться к лечащему врачу и поставить в известность всех заинтересованных лиц: родственников, медперсонал и др.

Если экзоскелет выдал ошибку при работе (завис и издает непрерывные сигналы), необходимо:

1) нажать кнопку «Сброс ошибки» на пульте управления или планшете. Если ошибка была связана с превышением момента в каком-то узле (например, по причине неправильной ходьбы), экзоскелет перестанет издавать сигналы и можно будет переходить к п. 2;

2) нажать кнопку «Сброс позы» в программе на планшете или пульте управления и выставить наиболее подходящую позу (стоя или сидя). После этого можно продолжать работу.

Если после «Сброса ошибки» экзоскелет не перестает издавать непрерывные сигналы, необходимо подставить сидение под пациента и посадить его, выключив питание экзоскелета тумблером на правой

рукоятке. Далее включить экзоскелет. Если непрерывных сигналов не будет, перейти к п. 2. Если экзоскелет продолжит издавать непрерывные сигналы, необходимо завершить тренировку, сняв с пациента экзоскелет.

Связаться с отделом технической поддержки можно двумя способами:

1. Написать письмо на электронную почту технической поддержки (support@exoatlet.ru), обязательно указав в письме:

- наименование клиники;
- серийный номер экзоскелета;
- дату и время, когда произошла ошибка (можно посмотреть в планшете);
- суть ошибки и события, которые ей предшествовали.

2. Позвонить в отдел технической поддержки по номеру +7 (495) 374 85 30, затем в тональном режиме набрать 2. С вами свяжется оператор, которому необходимо будет сообщить вышеназванную информацию.

## **13. Методика тренировки пациентов после острых нарушений мозгового кровообращения на втором этапе реабилитации**

### **13.1. Клиническое обследование**

До начала тренировок на экзоскелете пациент должен быть обследован мультидисциплинарной бригадой (невролог, врач ЛФК, физиотерапевт, психолог, по показаниям – терапевт, кардиолог, травматолог-ортопед и др.) для составления индивидуальной программы реабилитации, определения показаний и противопоказаний к тренировкам на экзоскелете. Необходимо пройти следующие исследования:

- неврологический статус с оценкой степени спастичности, мышечного тонуса и силы в конечностях;
- общий анализ крови;
- общий анализ мочи;
- ЭКГ (эхокардиография, холтеровское мониторирование ЭКГ по показаниям);
- УЗИ сосудов нижних конечностей;
- рентгенография суставов нижних конечностей;
- оценка уровня остеопороза (рентгеновская денситометрия);
- УЗИ мягких тканей;

- компьютерная томография или МРТ головного мозга по показаниям;
- ультразвуковая доплерография магистральных сосудов головы и шеи.

При выявлении нарушений пациенту может быть предложено дополнительное углубленное обследование или предварительно-подготовительные занятия.

Программа реабилитации составляется с учетом функционального и психологического состояния пациента, может включать медикаментозное лечение, занятия ЛФК, механотерапию, тренировки с экзоскелетом, физиотерапевтическое лечение, психологическое консультирование и др.

### 13.2. Схема тренировочного процесса

Интенсивность тренировок: при реабилитации стационарного больного тренировка продолжается 5 дней в неделю в течение 2 недель. При реабилитации в амбулаторном режиме – 2–3 раза в неделю, при этом срок тренировок увеличивается до 6–8 недель. Оптимально сочетание стационарного (не менее 3–5 тренировочных дней) и амбулаторного (по 2–3 раза в неделю на протяжении 4–6 недель) этапов, что позволяет пациенту комфортно адаптироваться к занятиям на первом этапе и начать применять навыки, полученные в процессе тренировок, на втором, амбулаторном этапе.

Длительность тренировки – от 30 до 90 минут, в зависимости от состояния пациента.

Средняя длительность ходьбы во время тренировки определяется эмпирически в зависимости от физических возможностей пациента. При этом нагрузка в виде одномоментно пройденной дистанции повышается ежедневно, в зависимости от самочувствия пациента. Для лучшей адаптации рекомендуется начинать с минимальных нагрузок – от 5 минут на первой тренировке, постепенно увеличивая время до 40–60 минут. Длительность тренировки зависит от самочувствия пациента и овладения им навыков уверенной самостоятельной ходьбы.

Первая тренировка включает:

- измерение антропометрических показателей пациента для настройки экзоскелета;
- примерку экзоскелета;
- овладение первыми навыками устойчивости в вертикальном положении.

### 13.3. Навыки, отрабатываемые на тренировках

Наиболее важная задача мультидисциплинарной бригады – вовлечь пациента в активную работу по восстановлению его собственного здоровья. Вовлечение пациента в реабилитационный процесс позволяет усилить эффект реабилитации, а повышение внимания будет способствовать нейрональной активности.

Выбор стартовой стратегии тренировок осуществляется с учетом физических возможностей пациента:

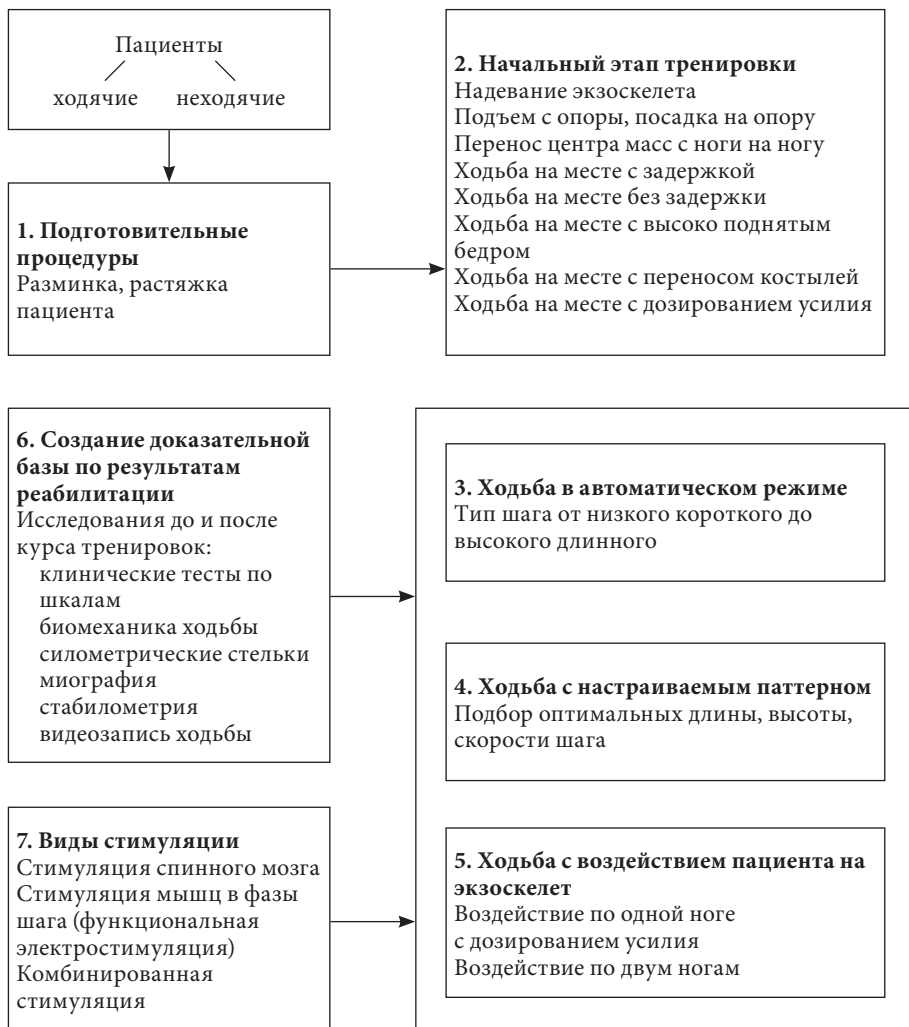
- мышечная сила паретичной нижней конечности 0–3 балла: начинать тренировку рекомендуется с использованием устройства для частичной разгрузки веса тела (например, ходунки-роллаторы);
- мышечная сила паретичной нижней конечности 4–5 баллов: начало тренировок можно выполнять с ходунками-роллаторами, в брусках или костылях;
- мышечная сила паретичной верхней конечности 2–3 балла: начинать тренировку рекомендуется с использованием устройства для частичной разгрузки веса тела (например, ходунки-роллаторы);
- мышечная сила паретичной верхней конечности 3–4 балла: начало тренировок с ходунками-роллаторами, в брусках;
- мышечная сила паретичной верхней конечности 4–5 баллов: начало тренировок с костылей.

При организации тренировок необходимо выбирать режимы, представленные на рис. 12.

### 13.4. Первый этап тренировки в экзоскелете

Ходьба в экзоскелете проводится в автоматическом режиме с управлением от пульта врача.

При начале тренировок желательно выполнить разминку и растяжку пациента. Тренировки рекомендуется начинать с выполнения упражнений, представленных в блоке 2 указанной схемы (см. рис. 12). Особое внимание следует уделить адаптации пациента к его положению в экзоскелете, научить его переминаясь с ноги на ногу, перенося вес тела с одной ноги на другую. Это движение будет обязательным на каждом шаге при самостоятельной ходьбе в экзоскелете. После освоения упражнений из блока 2, что обычно происходит на 1–2-м занятии, можно приступить к ходьбе в брусках или с помощью ходунков-роллаторов. Ходьба с помощью ходунков-роллаторов считается предпочтительной, поскольку не требует остановок пациента для переноса брусков. При на-



**Рис. 12.** Схема режимов работы экзоскелета для проведения реабилитации с использованием ExoAtlet

чале тренировок в брусьях или с опорной тележкой переход на костыли следует осуществлять также с 3–4-го занятия, вначале при ходьбе на месте и далее при ходьбе вперед. В начале овладения навыками ходьбы



вперед пациенту необходимо задать движение в экзоскелете в автоматическом режиме (режим 3 на рис. 12), подбирая комфортную длину, высоту и скорость переноса ноги, а также время двуопорной фазы (режим 4 на рис. 12). Ходьбу в автоматическом режиме следует выполнять до уверенного овладения пациента экзоскелетом.

В зависимости от скорости овладения навыками консилиум специалистов в составе лечащего врача-невролога и врача ЛФК может как замедлять введение новых упражнений и режимов, так и ускорять их.

### 13.5. Второй этап тренировки в экзоскелете

Ко второму этапу следует переходить, когда пациент, освоив все предыдущие упражнения, окреп и способен выполнять самостоятельно ходьбу, воздействуя на экзоскелет по своему желанию. Этот режим был разработан для обеспечения пациенту возможности управления собственным телом за счет сочетания когнитивной и мышечной активности. В экзоскелете EхоAtlet предусмотрены режимы самостоятельного управления экзоскелетом от естественных движений пациента (блок 5), которые он обычно совершает при ходьбе без такого устройства. Пациент должен, поднимая собственное бедро, оказать воздействие на экзоскелет, который выполняет заданный паттерн ходьбы, корректируя неправильную походку пациента. Степень воздействия пациента на экзоскелет можно определить по уменьшению времени прохождения одной и той же дистанции при силовом воздействии пациента на экзоскелет и при его пассивном поведении в экзоскелете. Режим устанавливается на управляющем устройстве (планшете) медицинским персоналом. Такой режим позволяет пациентам двигаться в своем темпе, комфортные параметры шага для пациента также устанавливаются с планшета. Для начала освоения этого режима полезно устанавливать степень взаимодействия, начиная с минимального значения на обеих ногах. Если у пациента возникает затруднение с управлением ходьбой экзоскелета от более пораженной ноги, в экзоскелете EхоAtlet имеется возможность выполнить паттерн, задавая движение только от одной, например, менее пораженной ноги (блок 5, режим 1). В этом режиме пациент может ходить 1–2 занятия. По мере выздоровления пациента режим управления экзоскелетом может быть изменен на управление от двух ног (блок 5, режим 2).

На рис. 13–18 в качестве примеров показаны некоторые этапы тренировок с использованием параллельных брусьев, ходунков-роллаторов,



*Рис. 13. Пример расположения пациента в брусках при ходьбе в экзоскелете*



*Рис. 14. Пример использования ходунков-роллаторов при занятии пациента с паретичной правой рукой, которая закреплена эластичной лентой на опорной поверхности*



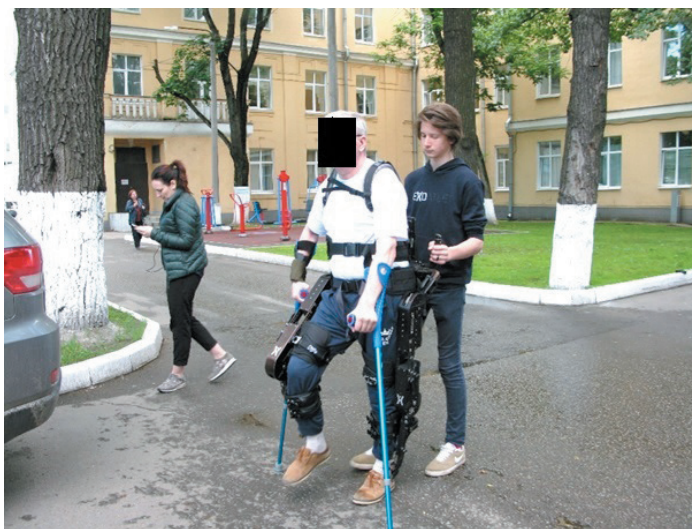
**Рис. 15.** Пример использования устройства для разгрузки веса тела при занятии пациента с гемипарезом и атаксией



**Рис. 16.** Ходьба пациента по коридору в экзоскелете с одновременным анализом опорных реакций с помощью силометрических стелек



*Рис. 17. Пример ходьбы в экзоскелете с костылями пациента после инсульта*



*Рис. 18. Прогулка на свежем воздухе способствует повышению мотивации и поднятию настроения пациента. Правая паретичная рука пациента привязана упругой лентой к ручке канадской трости*

устройства для разгрузки веса и костылей в помещении и на открытом воздухе.

Отдельная задача при проведении тренировки – расположение паретичной руки пациента после инсульта. При ходьбе в брусках ее можно расположить на горизонтальной направляющей и помогать пациенту перемещать, как показано на рис. 13; при ходьбе с опорной тележкой руку удобно зафиксировать упругой лентой на горизонтальной поверхности тележки, как показано на рис. 14. При ходьбе с костылями руку также следует фиксировать упругой лентой к ручке канадской трости. Ходьба с тростями хорошо способствует вовлечению руки в движение, что приближает ходьбу к резонансной зоне пациента.

Все тренировки необходимо записывать на видеокамеру, а затем демонстрировать пациентам как различие в походке, достигнутое за период тренировки, так и ошибочные действия во время тренировки.

### 13.6. Электростимуляция при ходьбе в экзоскелете

Одна из важнейших реабилитационных процедур при ходьбе в экзоскелете, позволяющая значительно усилить восстановительный эффект, – введение электростимуляции при ходьбе. На схеме (рис. 12) в блоке 7 приведены виды стимуляции, которые были применены пациентам при ходьбе в экзоскелете:

- чрескожная электростимуляция спинного мозга;
- функциональная электростимуляция мышц;
- комбинированный вид стимуляции.

**Чрескожную электростимуляцию спинного мозга** для активации нейронных локомоторных сетей у парализованных больных рекомендуется проводить в соответствии с Методическими рекомендациями ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России (утверждены Министерством здравоохранения Российской Федерации, 2005), используя неинвазивное чрескожное электровоздействие на поясничное утолщение спинного мозга (патент RU 2204423 С2). Активный электрод следует располагать на коже над позвонками Th12–L1, а индифферентный – накожно центрально на передней поверхности живота. Электростимуляцию рекомендуется проводить импульсами тока прямоугольной формы длительностью 1 мс частотой 1 имп/с при вялых параличах и 3–5 имп/с при спастических. При необходимости можно применять противоспастический режим с воздействием частотами 30–60 имп/с. Амплитуду тока требуется подбирать индивидуально по двигательной реакции – сокра-



**Рис. 19.** Ходьба пациента в экзоскелете с одновременной функциональной стимуляцией мышц

щению передней брюшной стенки и мышц ног. Электростимуляцию спинного мозга рекомендуется проводить, начиная со второй недели занятий, одновременно с ходьбой в экзоскелете.

**Многоканальная программируемая электростимуляция мышц в цикле шага** по А.С. Витензону [10] включала воздействие на основные группы мышц нижних конечностей (*mm. rectus femoris, biceps femoris, gastrocnemius lat., tibialis anterior, gluteus max*) в определенные фазы цикла шага. Фаза шага каждой ноги задавалась изменением угла в коленном суставе, сигнал запуска стимуляции подавался от гониометра, установленного на коленном шарнире экзоскелета. Фазы стимуляции соответствовали фазам естественного возбуждения и сокращения мышц в цикле ходьбы. При парезах мышц на каждый канал подавалась стимуляция, необходимая для сокращения мышцы (подбор осуществлялся индивидуально для каждой мышцы) в определенную фазу шага. Электромиостимуляцию проводили на первой неделе тренировок в соответствии с рекомендованной последовательностью воздействия на мышцы (методика К.А. Петрушанской) аппаратом для электростимуляции мышц производства ООО «Косима».

Электростимуляцию мышц рекомендуется начинать только после того, как больные освоили ходьбу в параллельных брусках или с опорной тележкой. На рис. 19 показана ходьба пациента в экзоскелете с одновременным сеансом функциональной электростимуляции (ФЭС).

Методика проведения электростимуляции мышц состоит из 5 основных операций:

- 1) выбор корректируемых движений и стимулируемых мышц;
- 2) задание амплитудной программы ФЭС мышц;
- 3) задание временной программы ФЭС;
- 4) выбор типа, формы, размера электродов и их расположения на теле больного;
- 5) определение режима ФЭС мышц.

#### Амплитудная и временная программа функциональной электростимуляции

Электростимулятор обеспечивает на каждом канале по определенной последовательности чередование сигналов возбуждения и торможения. Сигнал возбуждения состоит из последовательности импульсов тока. Каждый импульс – асимметричный биполярный с нулевой постоянной составляющей. Длительность импульса тока равна 50–250 мкс. Амплитуда (величина) импульса устанавливается регулятором силы тока от 0 до 80 мА. Частота стимуляции устанавливается регулятором: низкая частота – 50 Гц, средняя – 65 Гц и высокая – 80 Гц. На всех каналах устанавливается одинаковая частота.

Датчики служат для синхронизации естественной и искусственной программ ФЭС. Обязательным условием проведения ФЭС мышц при ходьбе служит соответствие искусственной программы возбуждения и сокращения мышц естественной программе их возбуждения и сокращения. Поскольку ходьба представляет собой циклический акт, необходимо разделять этот акт на циклы, что реализуется посредством коленного или контактного датчика или управляется программным обеспечением контроллера экзоскелета. Контактный датчик располагается под пяткой внутри обуви. Установка начальной и конечной фаз производится при помощи входящего в состав комплекса программного обеспечения для персонального компьютера. При этом нога, на которой расположен угловой или контактный датчик, считается ведущей, а контралатеральная – ведомой.

Режим функциональной электростимуляции мышц при ходьбе  
в экзоскелете

Длительность курса тренировки может составлять 15–20 сеансов. Длительность каждого сеанса равна 30 мин.

Сочетание применения экзоскелета и электростимуляции мышц всего за 2–3 недели приводит к следующим положительным результатам:

- главный результат – возможность получить видимое глазом сокращение мышц уже через 5–6 сеансов у тех больных, у которых в первый пробный сеанс не было сокращения вообще;
- пациент может стоять более продолжительное время;
- повышается толерантность к физической нагрузке;
- появляется потребность в увеличении темпа и длины шага при ходьбе в экзоскелете;
- отмечается значительное уменьшение раскачиваний туловища вследствие укрепления крестцово-остистых мышц;
- значительно повышается устойчивость при ходьбе;
- улучшаются функции тазовых органов;
- значительно повышается сила крестцово-остистых и наружных косых мышц живота;
- значительно повышается независимость пациентов от окружающих;
- отмечается восстановление чувствительности в конечностях и др.

#### **14. Создание доказательной базы эффективности реабилитации по результатам курса тренировок, проведенных с использованием экзоскелета**

Для подтверждения результатов, полученных при проведении тренировок в экзоскелете, целесообразно проводить исследования биомеханических параметров ходьбы до и после курса тренировок по направлениям, представленным в п. 6 схемы организации режимов реабилитации в экзоскелете (см. рис. 12). Примеры некоторых видов исследований даны на рисунках ниже.

#### **Регистрация и оценка реакций опоры при ходьбе в экзоскелете**

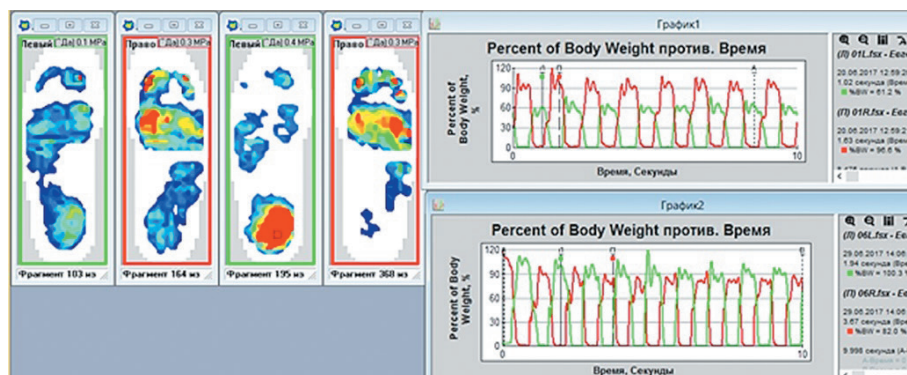
Динамометрия – регистрация реакций опоры – служит инструментом выявления двигательных проблем при проведении восстановительного лечения. Оценка подошвенного давления за счет использова-



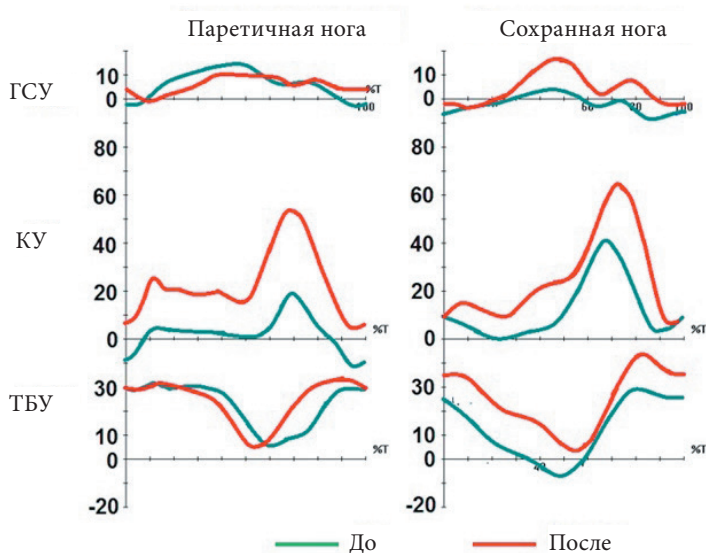
ния системы тензометрических сенсоров помогает обеспечить лучшее понимание функций стопы, дает более полный анализ походки и может помочь оптимизировать процесс реабилитации. Особенно важна эта информация для идентификации фаз переднего и заднего толчков и работы плюснефаланговой зоны стопы пациента.

Оценку вертикальной составляющей реакции опоры на каждом шаге при ходьбе в экзоскелете можно проводить с помощью силометрических стелек, помещенных в обувь пилота между подошвенной частью стопы и стелькой обуви. Система позволяет оценить по множеству шагов биомеханические параметры ходьбы: основные – скорость, темп, длину двойного шага, длительность локомоторного цикла; временные – длительность опорной, переносной, двуопорной фаз, коэффициент ритмичности; динамические – вертикальную составляющую  $R_z$  реакции опоры, а также распределение давления под стопой, что позволяет скорректировать правильность постановки ног (рис. 20). Данные представлены в физических величинах или нормированном виде (нормирование проводится автоматически по длительности цикла (100%) и весу тела пилота). Важно, что эти измерения можно выполнить для неходячих пациентов, находящихся в экзоскелете, непосредственно во время тренировок.

Кинематические параметры ходьбы до и после курса можно получить у ходячего пациента, снимая углы в его суставах. Графики колен-



**Рис. 20.** Регистрация вертикальной составляющей сил реакции опоры. На верхнем графике – ходьба до курса, на нижнем – после курса ходьбы в экзоскелете

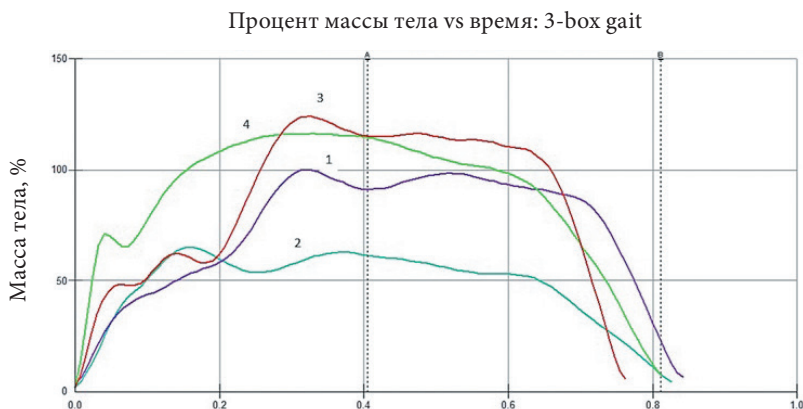


**Рис. 21.** Биомеханические исследования углов до и после курса. Кинематические параметры ходьбы у больной У. с последствиями ишемического инсульта; ГСУ – голеностопный угол, КУ – коленный угол, ТБУ – тазобедренный угол

ных и голеностопных углов более и менее пораженных конечностей приведены на рис. 21.

На рис. 20 видно, что сила реакции до курса тренировок в экзоскелете на левой паретичной ноге составляла только 60% от веса тела при норме 110, а на правой ноге (красная линия на верхнем графике), которая выполняла замещающую функцию, реакция опоры соответствовала весу тела. После курса тренировок в экзоскелете (нижний график) величины сил реакции на правой и левой ногах выровнялись, что также можно наблюдать по усредненным графикам до и после курса на рис. 22.

На рис. 22 видно, что сила реакции на паретичной ноге (кривая 4) увеличилась и сравнялась по величине с правой ногой (кривая 3), однако форма кривой реакции опоры на левой ноге еще требует корректировки, поскольку не имеет отчетливой двугорбой формы. В целом ходьба стала более энергичной и симметричной, о чем свидетельствуют увеличенные реакции опоры 3, 4 по сравнению с кривыми до курса 1, 2. Пациент после курса стал ходить без трости. Важно, что на основании



**Рис. 22.** Усредненные силы реакции опоры до (линия 1 – правая нога, 2 – левая) и после (линия 3 – правая нога, 4 – левая) курса тренировок в экзоскелете

этих измерений можно вычислить еще и основные и временные параметры ходьбы, используя графики на множестве шагов, когда ходьба выполняется на дистанции заданной длины [28].

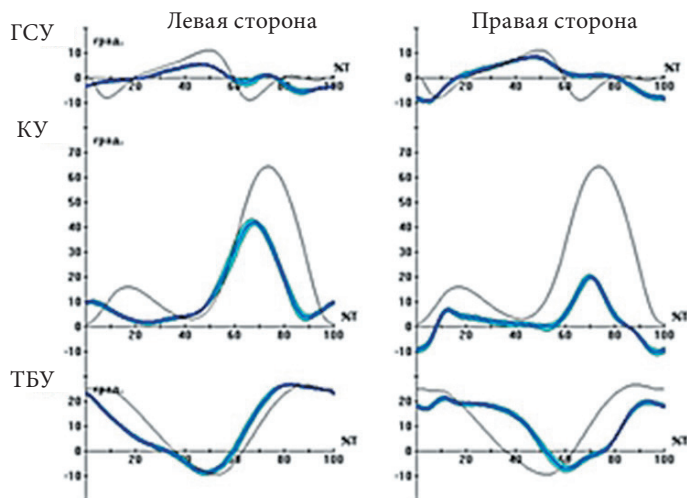
### Исследование гониометрических параметров ходьбы

Гониометрия предполагает измерение и описание подвижности суставов человека. Исследование углов в суставах пациентов проводится в сагиттальной плоскости с использованием датчиков углов. На рис. 21, 23 представлены графики углов в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах до и после курса тренировок в экзоскелете.

Из графиков видно, что после тренировок произошло существенное увеличение амплитуды углов.

Вид нормы профилей электромиографической (ЭМГ) активности мышц в течение локомоторного цикла представлен в прил. 13.

По этим данным можно провести детальное сопоставление кинематики работы суставов пациента до начала тренировки в экзоскелете (графики обозначены голубой линией) относительно нормальной ходьбы, графики которой показаны серой линией на рис. 24. На рис. 21 приведены для сравнения графики углов в суставах нижних конечностей до начала курса реабилитации и после окончания курса тренировки в экзоскелете.



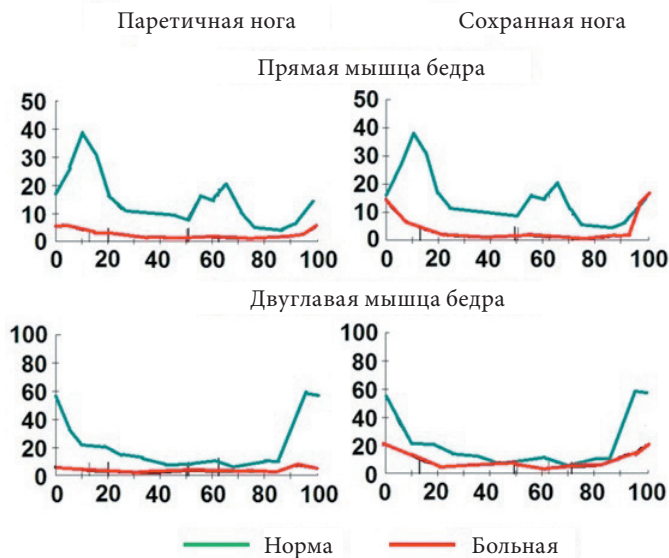
**Рис. 23.** Кинематические параметры ходьбы в норме и у больной У. с последствиями ишемического инсульта. По оси абсцисс – длительность локомоторного цикла в процентах, по оси ординат – угловые перемещения в суставах нижних конечностей в градусах. Тонкая линия – ходьба в норме, жирная линия – ходьба больной; ГСУ – голеностопный угол, КУ – коленный угол, ТБУ – тазобедренный угол

### Исследование электромиографических параметров ходьбы

По проведенным специальным исследованиям удалось выявить изменения ЭМГ-профиля прямой и двуглавой мышц бедра обеих нижних конечностей при ходьбе в экзоскелете. Были проведены три серии исследований: при ходьбе без экзоскелета до тренировки, при ходьбе в экзоскелете и после сеанса тренировки при ходьбе без экзоскелета (рис. 23, 25).

По результатам исследований уже через 10 дней тренировки ходьбы в экзоскелете у данной больной наблюдалось значительное улучшение биомеханической и иннервационной структуры ходьбы, графики которой показаны на рисунках ниже.

После сеанса тренировки резко повышается максимум активности двуглавой мышцы бедра на паретичной конечности, способствующей сгибанию в коленном суставе (см. рис. 25). В активности прямой мышцы бедра паретичной ноги также возникают два максимума, причем

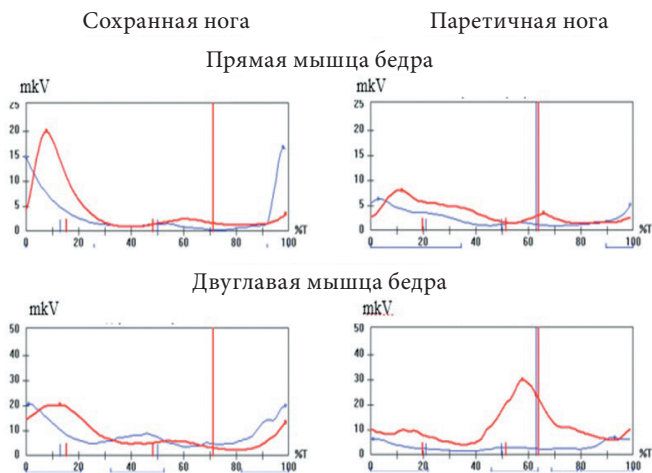


**Рис. 24.** Электромиографические показатели больной У. с последствиями инсульта до курса тренировки в экзоскелете в сравнении с показателями здоровых испытуемых

второй максимум способствует сгибанию в тазобедренном суставе. На сохранившейся ноге значительно повышаются максимумы активности в начале опорной фазы у прямой и двуглавой мышц бедра. Совместная работа этих мышц в опорную фазу шага способствует динамической фиксации коленного сустава.

В соответствии с клиническими рекомендациями «Объективная оценка функции ходьбы», предложенными Национальной ассоциацией по борьбе с инсультом Союза реабилитологов России, Российской ассоциацией по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов, а также Межрегиональной общественной организацией «Объединение нейроанестезиологов и нейрореаниматологов» в 2016 г., где приведены основные направления и методы исследования ходьбы в норме, а также перечислены основные типы нарушений паттерна ходьбы, обозначим типы нарушений походки, в соответствии с которыми может быть проведена идентификация походки пациента:

- атактическая:
  - ✓ мозжечковая;



*Рис. 25. Электромиографический профиль мышц бедра при ходьбе пациентки У. без экзоскелета до (синяя линия) и после (красная линия) сеанса тренировки*

- ✓ штампующая («табетическая»);
- ✓ при вестибулярном симптомокомплексе;
- гемипаретическая («косящая» либо по типу «тройного укорочения»);
- параспастическая;
- спастико-атактическая;
- гипокинетическая (паркинсоническая);
- апраксия ходьбы;
- идиопатическая сенильная дисбазия;
- идиопатическая прогрессирующая «фризинг-дисбазия»;
- походка в «позе конькобежца» при идиопатической ортостатической гипотензии;
- перонеальная походка – односторонний или двусторонний ступаж;
- ходьба с переразгибанием в коленном суставе;
- «утиная» походка;
- ходьба с выраженным лордозом в поясничной области;
- походка при заболеваниях опорно-двигательного аппарата (анкилозы, артрозы, сухожильные ретракции и др.);

- гиперкинетическая походка;
- дисбазия при умственной отсталости;
- походка (и другая психомоторика) при выраженной деменции;
- психогенные нарушения походки разных типов;
- дисбазия смешанного происхождения – комплексная дисбазия в виде нарушений походки на фоне тех или иных комбинаций неврологических синдромов (атаксии, пирамидного синдрома, апраксии, деменции и т.д.);
- дисбазия ятрогенная (неустойчивая или «пьяная» походка) при лекарственной интоксикации;
- дисбазия, вызванная болью (анталгическая);
- пароксизмальные нарушения походки при эпилепсии и пароксизмальных дискинезиях.

## **15. План тренировок пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения на экзоскелете ExoAtlet**

Первое занятие:

- подъем с поддержкой страхующего;
- овладение первыми навыками устойчивости в вертикальном положении;
- перенос веса тела с одной ноги на другую с опорой в ходунках-роллаторах, брусках или на костылях;
- ходьба на месте;
- отработка переноса веса тела на руки в соответствии с фазой движения при ходьбе (основное упражнение);
- ходьба вперед, поворот на месте;
- посадка на стул с поддержкой страхующего.

После каждого отдельного упражнения необходимо спросить пациента о самочувствии и оценить его состояние как визуально, так и измерив пульс, давление.

Второе занятие:

- подъем с поддержкой страхующего;
- перенос центра масс с ноги на ногу синхронно с экзоскелетом;
- ходьба на месте в качестве разминки с задержкой 0,5 с, а затем без задержки;
- отработка перестановки рук с костылями в соответствии с фазой движения при ходьбе;
- ходьба вперед, поворот на месте;

- посадка на стул с поддержкой страхующего;
- ходьба на месте с дозированием усилия по одной или двум ногам (для экзоскелета EхоAtletPRO).

Третье занятие:

- подъем с поддержкой страхующего;
- ходьба на месте в качестве разминки;
- отработка переустановки рук с костылями;
- ходьба вперед, поворот на месте;
- посадка на стул с поддержкой страхующего.

Четвертое и последующие занятия:

- подъем с опоры с поддержкой страхующего;
- ходьба на месте в качестве разминки с воздействием от пациента;
- ходьба вперед с различными паттернами (от «низкий, короткий» до «высокий, длинный»);
- отработка навыков изменения траектории движения – упражнение «змейка»;
- повороты без остановки при ходьбе;
- подбор оптимального паттерна по длине, высоте и скорости ходьбы;
- посадка на стул с поддержкой страхующего.

Последующие занятия:

- ходьба пациента с силовым воздействием на экзоскелет (в процессе ходьбы инструктор должен постоянно напоминать пациенту о необходимости выполнять движение переноса ноги «чуть раньше экзоскелета», тем самым способствуя дополнительной тренировке мышц за счет влияния на силовые приводы экзоскелета);
- ходьба пациента с чередованием режимов по скорости переноса ноги;
- ходьба на более длинные дистанции;
- ходьба с высоким паттерном.

## **Заключение**

Нейрореабилитация с использованием экзоскелета EхоAtlet – новый современный метод, включающий индивидуальные занятия с применением роботизированного комплекса для восстановления функции ходьбы. Данный метод позволяет решить ряд задач реабилитации:

1. Максимально снизить влияние специфических подстроечных механизмов (аритмии и асимметрии), что дает возможность более полно и экономно реализовать двигательную функцию сохранившейся ноги,



повысить скорость ходьбы и тем самым позволить мышцам функционировать в резонансной области частот.

2. Поддержать вертикальную позу пациентов, не способных самостоятельно ее поддерживать (вертикализация).

3. Частично ассистировать акту ходьбы, что позволяет тренировать локомоторную функцию пациента.

4. Навязывать физиологически и биомеханически правильный паттерн ходьбы, что позволяет повысить энергоэффективность передвижения.

Под влиянием курса тренировки в экзоскелете отмечаются следующие изменения у больных с ишемическим инсультом: увеличение средней скорости передвижения, снижение асимметрии, повышение динамической и статической устойчивости, значительное возрастание амплитуды угловых перемещений в суставах нижних конечностей, изменение формы вертикальной составляющей с трапециевидной на двугорбую, резкое увеличение опорной и толчковой функций нижних конечностей, повышение максимумов электрической активности у некоторых мышц.

5. Реализовать активное вовлечение в процесс реабилитации за счет истинного перемещения в пространстве пациентов, не способных это осуществить самостоятельно.

6. Содействовать консолидации интегративной деятельности головного мозга в результате мультимодальной стимуляции (тактильная, проприоцептивная, зрительная). Результатом становится увеличение амплитуды угловых перемещений преимущественно за счет увеличения угла сгибания в суставах, полное устранение временной и динамической асимметрии, быстрое формирование более правильного навыка ходьбы.

7. Стабилизация эмоционально-аффективной сферы пациента в результате достижения вертикализации, возобновления ходьбы и истинного передвижения в пространстве.

Приведенные рекомендации по применению экзоскелета EgoAtlet в процессе нейрореабилитации позволят специалистам, задействованным в реабилитационном процессе, включить в спектр своей деятельности новый высокоэффективный метод.



Монреальская шкала когнитивной оценки (МОСА) разработана для быстрого скрининга мягких когнитивных нарушений. Она оценивает различные когнитивные функции: внимание и концентрацию, исполнительные функции, память, речь, оптико-пространственную деятельность, концептуальное мышление, счет и ориентированность. Обследование пациента при помощи МОСА занимает приблизительно 10 минут. Максимальное количество баллов – 30, норма – 26 и более.

### Методика обследования и оценка результатов

#### 1. Зрительно-пространственные и исполнительные навыки.

##### 1а. Черчение ломаной линии.

*Методика.* Обследуемого просят: «Нарисуйте линию от цифры к букве в порядке увеличения. Начните здесь (указать на (1)) и проведите линию от 1 к А, а затем к 2 и так далее. Закончите здесь (указать на (Д)).»

*Оценка:* поставьте 1 балл, если обследуемый правильно соединяет знаки в следующем порядке: 1-А-2-Б-3-В-4-Г-5-Д так, чтобы линии не пересекались. Любая ошибка, не исправленная немедленно самостоятельно, оценивается как 0.

##### 1б. Оптико-пространственная деятельность (куб).

*Методика.* Дают следующие инструкции, указывая на куб: «Аккуратно перерисуйте эту фигуру на пустом пространстве под ней».

*Оценка:* за правильно перерисованную фигуру ставят 1 балл. Задание не засчитывается, если не выполнено какое-либо из следующих условий:

- фигура должна быть трехмерной;
- должны быть нарисованы все линии;
- не должно быть лишних линий;
- линии должны быть относительно параллельны и незначительно отличаться по длине (принимается рисунок прямоугольной призмы).

##### 1в. Оптико-пространственная деятельность (часы).

*Методика.* Указывая на правую треть графы, дают следующие инструкции: «Нарисуйте часы. Расставьте все цифры и нарисуйте стрелки так, чтобы часы показывали десять минут двенадцатого».

*Оценка:* начисляется по баллу за выполнение каждого из следующих условий:

- контур: циферблат должен быть круглым, возможны погрешности формы (например, он может быть слегка незамкнутым);
- цифры: должны присутствовать все цифры циферблата и не должно быть лишних; цифры должны располагаться в правильном порядке и приблизительно в соответствии с квадрантами циферблата; допускаются римские цифры; цифры могут располагаться снаружи циферблата;
- стрелки: должны быть две стрелки, показывающие правильное время; часовая стрелка должна быть значимо короче минутной; стрелки должны сходиться внутри контура циферблата и пересекаться близко к его центру.

## 2. Называние.

*Методика:* слева направо указывают на рисунки и просят: «Назовите это животное».

*Оценка:* за каждый правильный ответ присваивают балл: (1 – лев, 2 – носорог, 3 – верблюд.

## 3. Память.

*Методика.* Называют 5 слов со скоростью одно слово в секунду и дают следующие инструкции: «Это тест для проверки памяти. Я прочитаю набор слов, которые нужно запомнить сейчас и вспомнить через некоторое время. Слушайте внимательно. После того, как я закончу, назовите слова, которые Вы запомнили. Порядок не имеет значения». Ставят отметку в графе под каждым словом, которое обследуемый называет при первой попытке. После того, как обследуемый заканчивает перечислять слова (говорит, что не может вспомнить больше), список слов читают второй раз и дают следующие указания: «Я прочитаю те же слова второй раз. Постарайтесь запомнить и назвать как можно больше слов, включая те, которые Вы назвали в первый раз». Ставят знак в графе, соответствующей каждому слову, которое обследуемый называет при второй попытке. В конце второй попытки обследуемому говорят: «Я попрошу Вас назвать эти же слова в конце обследования».

*Оценка:* за первую и вторую попытку не дают баллов.

## 4. Внимание.

### 4а. Называние чисел в прямом порядке.

*Методика.* Дают следующие указания: «Я назову несколько чисел, а потом Вы должны повторить их за мной». Называют пять чисел со скоростью одно число в секунду.

4б. Называние чисел в обратном порядке.

*Методика.* Дают следующие указания: «Сейчас я назову еще несколько чисел, а потом Вам нужно будет их назвать в обратном порядке». Называют три числа со скоростью одно число в секунду. *Оценка:* дают один балл за каждую правильно повторенную последовательность.

4в. Реакция.

*Методика.* Читают последовательность букв со скоростью одна буква в секунду и дают следующие указания: «Я прочитаю ряд букв. Каждый раз, когда я буду называть букву А, нужно будет один раз хлопнуть рукой по столу. Когда я буду называть другие буквы, хлопать по столу не нужно».

*Оценка:* дают 1 балл, если задание выполнено без ошибок или с одной ошибкой (ошибка – хлопок не на ту букву или отсутствие хлопка на букву А).

4г. Последовательное вычитание по 7.

*Методика.* Дают следующие указания: «Отнимите 7 от 100, затем продолжайте вычитать из полученного числа по 7, пока я Вас не остановлю». При необходимости повторите указания.

*Оценка:* задание оценивают 3 баллами. В отсутствие правильного вычитания дают 0 баллов, за одно правильное вычитание – 1 балл, 2 балла дают при 2–3 правильных вычитаниях, 3 – при 4–5 правильных вычитаниях. Подсчитайте все правильные вычитания по 7, начиная со 100. Каждое вычитание оценивают независимо, то есть если обследуемый делает ошибку, но продолжает правильно вычитать из результата 7, дают балл за каждое правильное действие. Например, обследуемый может отвечать: «92-85-78-71-64», но даже учитывая, что 92 – неправильный результат, все последующие действия выполнены правильно. Такой результат будет оценен в 3 балла.

5. Речь.

5а. Повторение предложений.

*Методика.* Дают следующие указания: «Я прочитаю предложение. Повторите его за мной слово в слово (пауза). Я не знаю ничего, кроме того, что Ваня сегодня дежурит». После ответа говорят: «А теперь я прочитаю другое предложение. Повторите его за мной слово в слово (пауза). «Кошка всегда пряталась под диван, когда собака была в комнате».

*Оценка:* дают 1 балл за каждое правильно повторенное предложение. Повторять нужно точно. Внимательно следите за ошибками, например, похожими словами (того – всего), и заменами/добавлениями («что она сегодня дежурит», «спряталась» вместо «пряталась», изменение числа и др.).

56. Фонетические ассоциации (скорость).

*Методика.* Дают следующие указания: «Назовите как можно больше слов, которые начинаются с определенной буквы, которую я Вам сейчас назову. Можете называть любые слова, за исключением имен собственных (например, *Марина, Москва*), чисел или однокоренных слов (например, *дом, домик, домовый*). Через минуту я Вас остановлю. Вы готовы? (Пауза.) Теперь называйте как можно больше слов на букву К. (Пауза 60 секунд.) Стоп».

*Оценка:* 1 балл дают, если обследуемый называет 11 или более слов за минуту. Запишите результат обследуемого.

6. Абстрактное мышление.

*Методика.* Попросят объяснить, чем похожи предметы в каждой паре. Начинают с примера: «Скажите, чем похожи апельсин и банан». Если обследуемый дает определенный ответ, ему задают следующий вопрос: «А еще чем они похожи?». Если обследуемый не дает ответа «фрукты», говорят: «Да, а еще все это фрукты». Ничего больше не объясняют.

После пробы говорят: «А сейчас скажите, чем похожи поезд и велосипед?». После ответа дайте следующее задание: «А чем похожи часы и линейка?». Не давайте дополнительных указаний и подсказок.

*Оценка:* оцениваются только 2 задания после пробного. Дают 1 балл за каждый правильный ответ. Принимаются следующие ответы:

- «поезд – велосипед» – средства передвижения, транспорт, на них можно ездить;
- «линейка – часы» – измерительные приборы, используются для измерения.

Не принимаются ответы: «поезд – велосипед» – у них есть колеса; «линейка – часы» – на них есть цифры.

7. Отсроченное воспроизведение.

*Методика.* Дают следующие указания: «Я называл Вам слова и просил Вас их запомнить. Назовите из этих слов те, которые Вы

помните». Поставьте галочки в графах, соответствующих словам, которые были названы самостоятельно без подсказки.

*Оценка:* за каждое названное без подсказки слово дают 1 балл.

*Не обязательно:* после самостоятельного вспоминания подсказывают смысловую категорию для всех слов, которые не были названы. Отмечают галочкой соответствующую графу, если обследуемый вспоминает слово при помощи категории или выбирает из нескольких предложенных. Такие подсказки дают для всех слов, которые не были названы. Если обследуемый не вспоминает слово после категориальной подсказки, ему дают выбрать из нескольких слов, например: «Как Вы думаете, какое это было слово: *нос, лицо или рука?*».

Используют следующие подсказки:

- *лицо:* категория – часть тела; выбор – *нос, лицо, рука;*
- *вельвет:* категория – вид материала; выбор – *бархат, хлопок, вельвет;*
- *церковь:* категория – строение; выбор – *церковь, школа, больница;*
- *маргаритка:* категория – цветок; выбор – *роза, маргаритка, тюльпан;*
- *красный:* категория – цвет; выбор – *красный, синий, зеленый.*

*Оценка:* слова, названные с подсказкой, не оцениваются баллами. Подсказки используют только для клинической оценки. Они позволяют получить дополнительную информацию о виде расстройства памяти. При нарушениях вспоминания можно улучшить результат подсказкой. При нарушениях запоминания (кодирования) результат за счет подсказки не улучшается.

## 8. Ориентация.

*Методика.* Дают следующие указания: «Назовите сегодняшнюю дату». Если обследуемый не дает полный ответ, ему помогают: «Назовите год/месяц/число/день недели». Затем просят: «Назовите название места, где мы находимся, и название города». *Оценка:* за каждый правильный ответ дают 1 балл. Обследуемый должен назвать точную дату и место (название клиники, больницы, поликлиники). Не засчитывается ответ с ошибкой в дате или дне недели на 1 день.

*Сумма баллов.* К сумме баллов добавляют 1 балл, если обследуемый имеет 12 лет образования или меньше. Максимальное количество баллов – 30. В норме количество баллов 26 и выше. Суммарный результат ниже 22 баллов делает проведение процедур интерфейса «мозг – компьютер – экзоскелет кисти» невозможным.

**Анкета в планшете на первой и последней тренировке**

<b>Показатель</b>			
ФИО (первые буквы фамилии, имени, отчества) или № пациента			
Регион (город)			
Место жительства пациента (регион – город/село)			
Возраст (полных лет)			
Пол			
Работает / не работает / пенсионер			
Инвалидность (группа)			
Диагноз основной			
Диагноз сопутствующий			
Давность травмы (заболевания)			
Этап реабилитации			
Количество предыдущих курсов реабилитации, где проходил (город, страна)			
Ожидания пациента от тренировок на экзоскелете			
Количество тренировок			
<b>Антропометрия</b>	<b>До занятий на экзоскелете</b>	<b>После последней тренировки</b>	<b>Примечания</b>
длина тела			
масса тела			
обхват грудной клетки (в паузе, на вдохе, выдохе)			
динамометрия (правая/левая кисть)			
обхват плеча (правое/левое)			
обхват талии			
обхват бедра (правое/левое)			
обхват голени (правая/левая)			
длина бедра (правое/левое)			
длина голени (правая/левая)			
ширина таза			



глубина таза			
Функциональное состояние			
боль (сила, локализация)			
рабочее артериальное давление			
частота сердечных сокращений в покое			
контроль тазовых функций			
Оценка неврологического статуса			
сила по 6-балльной шкале оценки мышечной силы			
по шкале Ashworth			
по шкале ASIA			
по шкале Рэнкина			
по шкале Бартела			
Психологические тесты			
шкала реактивной тревожности Спилбергера – Ханина			
Причина преждевременного окончания тренировок			
Появление нежелательных явлений (какие, на какой тренировке)			
Какие эффекты от тренировок на экзоскелете отметил пациент (улучшение самочувствия, мотивация на восстановление, нормализация давления, улучшение работы сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, появление чувствительности, другое – указать)			
Желание пациента продолжить тренировки на экзоскелете на амбулаторном этапе			
Возможность пациента продолжить тренировки на экзоскелете на амбулаторном этапе			

### Опросник SF-36

Опросник SF-36 (автор – J.E. Ware, 1992) был создан для того, чтобы удовлетворить минимальные психометрические стандарты, необходимые для групповых сравнений. При этом опросник должен был измерять общее здоровье, то есть те составляющие здоровья, которые не являются специфичными для возрастных групп, определенных заболеваний или программ лечения. Его методика предназначена для изучения всех компонентов качества жизни. Для создания этого опросника исследователями MOS из 40 концепций здоровья были отобраны только 8, так как их изучение показало, что они наиболее часто измеряются на практике в популяционных исследованиях и наиболее часто подвергаются влиянию заболевания и лечения. Анализ этих 8 концепций показал, что они представляют собой составные характеристики здоровья, включающие функцию и дисфункцию, стресс и благополучие, объективные и субъективные оценки, положительные и отрицательные самооценки общего состояния здоровья. В 1988 г. была создана экспериментальная версия опросника, а в 1990 г. – стандартная форма. Стандартная форма содержит более 1/4 от всех слов, содержащихся в MOS версии опросника SF-36, и является усовершенствованной по формату и процедуре шкалирования. Российскими исследователями Межнародного центра исследования качества жизни (МЦИКЖ, г. Санкт-Петербург) в 1998 г. была создана русскоязычная версия опросника SF-36, которая была использована для изучения качества жизни 2114 жителей Санкт-Петербурга. Результаты показали высокую согласованность с характеристиками качества данных исследований, проведенных в других странах; российская версия опросника SF-36 обладает надежными психометрическими свойствами и является приемлемой для проведения популяционных исследований качества жизни в России. Таким образом, опросник SF-36 представляет собой общий опросник здоровья, который может быть использован для оценки качества жизни здоровых людей и больных различными заболеваниями. Форма для заполнения опросника имеет следующий вид:

## Опросник SF-36 (русскоязычная версия, созданная и рекомендованная МЦИКЖ)

ФИО \_\_\_\_\_

Дата заполнения \_\_\_\_\_

1. Как в целом Вы бы оценили состояние Вашего здоровья? (обведите одну цифру)

- Отличное 1
- Очень хорошее 2
- Хорошее 3
- Посредственное 4
- Плохое 5

2. Как бы Вы в целом оценили свое здоровье сейчас по сравнению с тем, что было год назад? (обведите одну цифру)

- Значительно лучше, чем год назад 1
- Несколько лучше, чем год назад 2
- Примерно так же, как год назад 3
- Несколько хуже, чем год назад 4
- Гораздо хуже, чем год назад 5

3. Следующие вопросы касаются физических нагрузок, с которыми Вы, возможно, сталкиваетесь в течение своего обычного дня. Ограничивает ли Вас состояние Вашего здоровья в настоящее время в выполнении перечисленных ниже физических нагрузок? Если да, то в какой степени? (обведите одну цифру в каждой строке)

Показатель	Да, значительно ограничивает	Да, немного ограничивает	Нет, совсем не ограничивает
А. Тяжелые физические нагрузки, такие как бег, поднятие тяжестей, занятие силовыми видами спорта	1	2	3
Б. Умеренные физические нагрузки, такие как передвинуть стол, поработать с пылесосом, собирать грибы или ягоды	1	2	3
В. Поднять или нести сумку с продуктами	1	2	3

Г. Подняться пешком по лестнице на несколько пролетов	1	2	3
Д. Подняться пешком по лестнице на один пролет	1	2	3
Е. Наклониться, встать на колени, присесть на корточки	1	2	3
Ж. Пройти расстояние более одного километра	1	2	3
З. Пройти расстояние в несколько кварталов	1	2	3
И. Пройти расстояние в один квартал	1	2	3
К. Самостоятельно вымыться, одеться	1	2	3

4. Бывало ли за последние 4 недели, что Ваше физическое состояние вызывало затруднения в Вашей работе или другой обычной повседневной деятельности, вследствие чего (обведите одну цифру в каждой строке):

Показатель	Да	Нет
А. Пришлось сократить количество времени, затрачиваемое на работу или другие дела	1	2
Б. Выполнили меньше, чем хотели	1	2
В. Вы были ограничены в выполнении какого-либо определенного вида работы или другой деятельности	1	2
Г. Были трудности при выполнении своей работы или других дел (например, они потребовали дополнительных усилий)	1	2

5. Бывало ли за последние 4 недели, что Ваше эмоциональное состояние вызывало затруднения в Вашей работе или другой обычной повседневной деятельности, вследствие чего (обведите одну цифру в каждой строке):

Показатель	Да	Нет
А. Пришлось сократить количество времени, затрачиваемого на работу или другие дела	1	2
Б. Выполнили меньше, чем хотели	1	2
В. Выполняли свою работу или другие дела не так аккуратно, как обычно	1	2

6. Насколько Ваше физическое и эмоциональное состояние в течение последних 4 недель мешало Вам проводить время с семьей, друзьями, соседями или в коллективе? (обведите одну цифру)

- Совсем не мешало 1
- Немного 2
- Умеренно 3
- Сильно 4
- Очень сильно 5

7. Насколько сильную физическую боль Вы испытывали за последние 4 недели? (обведите одну цифру)

- Совсем не испытывал(а) 1
- Очень слабую 2
- Слабую 3
- Умеренную 4
- Сильную 5
- Очень сильную 6

8. В какой степени боль в течение последних 4 недель мешала Вам заниматься Вашей нормальной работой (включая работу вне дома или по дому)? (обведите одну цифру)

- Совсем не мешала 1
- Немного 2
- Умеренно 3
- Сильно 4
- Очень сильно 5

9. Следующие вопросы касаются того, как Вы себя чувствовали и каким было Ваше настроение в течение последних 4 недель. Пожалуйста, на каждый вопрос дайте один ответ, который наиболее соответствует Вашим ощущениям (обведите одну цифру):

Показатель	Все время	Большую часть времени	Часто	Иногда	Редко	Ни разу
А. Вы чувствовали себя бодрым(ой)?	1	2	3	4	5	6
Б. Вы сильно нервничали?	1	2	3	4	5	6
В. Вы чувствовали себя таким(ой) подавленным(ой), что ничто не могло Вас взбодрить?	1	2	3	4	5	6
Г. Вы чувствовали себя спокойным(ой) и умиротворенным(ой)?	1	2	3	4	5	6
Д. Вы чувствовали себя полным(ой) сил и энергии?	1	2	3	4	5	6
Е. Вы чувствовали себя упавшим(ой) духом и печальным(ой)?	1	2	3	4	5	6
Ж. Вы чувствовали себя измученным(ой)?	1	2	3	4	5	6
З. Вы чувствовали себя счастливым(ой)?	1	2	3	4	5	6
И. Вы чувствовали себя уставшим(ей)?	1	2	3	4	5	6

10. Как часто за последние 4 недели Ваше физическое или эмоциональное состояние мешало Вам активно общаться с людьми (навещать друзей, родственников и т.п.)? (обведите одну цифру)

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| Все время             | 1 |
| Большую часть времени | 2 |
| Иногда                | 3 |
| Редко                 | 4 |
| Ни разу               | 5 |

11. Насколько верным или неверным представляется по отношению к Вам каждое из перечисленных ниже утверждений? (обведите одну цифру в каждой строке)

Показатель	Определенно верно	В основном верно	Не знаю	В основном неверно	Определенно неверно
А. Мне кажется, я более склонен к болезням, чем другие	1	2	3	4	5
Б. Мое здоровье не хуже, чем у большинства моих знакомых	1	2	3	4	5
В. Я ожидаю, что мое здоровье ухудшится	1	2	3	4	5
Г. У меня отличное здоровье	1	2	3	4	5

Опросник имеет следующие шкалы:

1. Физическое функционирование (PF).
2. Ролевое (физическое) функционирование (RP).
3. Боль (P).
4. Общее здоровье (GH).
5. Жизнеспособность (VT).
6. Социальное функционирование (SF).
7. Эмоциональное функционирование (RE).
8. Психологическое здоровье (MH).

Все шкалы опросника объединены в 2 суммарных измерения: физический (шкалы 1–4) и психический (шкалы 5–8) компоненты здоровья.

Методика вычисления основных показателей по опроснику SF-36:

Показатель	Вопросы	Минимальное и максимальное значения	Возможный диапазон значений
Физическое функционирование (PF)	3а, 3б, 3в, 3г, 3д, 3е, 3ж, 3з, 3и, 3к	10–30	20
Ролевое (физическое) функционирование (RP)	4а, 4б, 4в, 4г	4–8	4
Боль (P)	7, 8	2–12	10
Общее здоровье (GH)	1, 11а, 11б, 11в, 11г	5–25	20
Жизнеспособность (VT)	9а, 9д, 9ж, 9и	4–24	20
Социальное функционирование (SF)	6, 10	2–10	8
Эмоциональное функционирование (RE)	5а, 5б, 5в	3–6	3
Психологическое здоровье (MH)	9б, 9в, 9г, 9е, 9з	5–30	25

В пунктах 6, 9а, 9д, 9г, 9з, 10, 11 производится обратный счет значений.

Формула вычисления значений: [(реальное значение показателя) - (минимально возможное значение показателя)] : (возможный диапазон значений) × 100.

Требования к представлению результатов:

- указание числа наблюдений для каждого признака;
- описательная статистика –  $M \pm SD$ , Me (LQ; UQ), % (n/N);
- точность результатов (оценки, P); доверительный интервал (для основных результатов исследования) и P;
- указание на использованные статистические методы (параметрические и непараметрические) и статистические пакеты.



**Шестибалльная шкала оценки мышечной силы  
(по М. Weiss, 1986; L. McPeak, 1996)**

Количество баллов	Характеристика силы	Соотношение силы пораженной и здоровой сторон	Степень пареза
5	Движение в полном объеме при действии силы тяжести и максимальном внешнем противодействии	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 (пальпируется сокращение мышцы)	10	Грубый
0	Отсутствие признаков движения при попытке произвольного напряжения мышцы	0	Плегия

Итог: .....

Комментарии: .....

**Модифицированная шкала спастичности Ашфорта  
(Modified Ashworth scale of muscle spasticity,  
по R. Bohannon, V. Smith, 1987; D. Wade, 1992)**

Количество баллов	Описание
0	Нет симптомов
1	Отсутствие существенных нарушений жизнедеятельности, несмотря на наличие некоторых симптомов: способен выполнять все повседневные обязанности
2	Легкое нарушение жизнедеятельности: неспособен выполнять некоторые прежние обязанности, однако справляется с собственными делами без посторонней помощи
3	Умеренное нарушение жизнедеятельности: требуется некоторая помощь, однако способен ходить без посторонней помощи
4	Выраженное нарушение жизнедеятельности: неспособен ходить без посторонней помощи, неспособен справляться со своими физическими потребностями без посторонней помощи
5	Тяжелое нарушение жизнедеятельности: прикован к постели, недержание мочи и кала, требует постоянной помощи и присмотра персонала
6	Смерть

Итог: \_\_\_\_\_

Комментарии: \_\_\_\_\_

**Модифицированная шкала Рэнкина  
(Modified Rankin Scale – MRS)**

Количество баллов	Описание
0	Нет симптомов
1	Отсутствие существенных нарушений жизнедеятельности, несмотря на наличие некоторых симптомов: способен выполнять все повседневные обязанности
2	Легкое нарушение жизнедеятельности: неспособен выполнять некоторые прежние обязанности, однако справляется с собственными делами без посторонней помощи
3	Умеренное нарушение жизнедеятельности: требуется некоторая помощь, однако способен ходить без посторонней помощи
4	Выраженное нарушение жизнедеятельности: неспособен ходить без посторонней помощи, неспособен справиться со своими физическими потребностями без посторонней помощи
5	Тяжелое нарушение жизнедеятельности: прикован к постели, недержание мочи и кала, требует постоянной помощи и присмотра персонала
6	Смерть

Итог (0–6):

**Шкала тяжести инсульта  
Национальных институтов здоровья США  
(National Institutes of Health Stroke Scale – NIHSS)**

1. Уровень сознания (выставляется оценка в баллах):

- 0 – в сознании, активно реагирует;
- 1 – сомноленция (можно разбудить при минимальном раздражении, выполняет команды, отвечает на вопросы);
- 2 – сопор (требуется повторная стимуляция для поддержания активности) или заторможен (требуется сильная и болезненная стимуляция для произведения нестереотипных движений);
- 3 – кома (реагирует только рефлексорными действиями или не реагирует на раздражители).

2. Уровень сознания – ответы на вопросы.

Спросить у больного, сколько ему лет и какой сейчас месяц. Записать первый ответ. Если отмечается афазия или сопор, выставляется оцен-

ка 2, в случае наличия эндотрахеальной трубки, сильной дизартрии, языкового барьера – 1.

Балл высчитывается следующим образом:

- 0 – правильные ответы на оба вопроса;
- 1 – правильный ответ на один вопрос;
- 2 – не даны правильные ответы.

3. Уровень сознания – выполнение команд.

Пациента просят открыть и закрыть глаза, сжать и разжать непарализованную руку. Засчитывается только первая попытка.

Балл высчитывается следующим образом:

- 0 – правильно выполнены обе команды;
- 1 – правильно выполнена одна команда;
- 2 – ни одна команда не выполнена правильно.

4. Движения глазных яблок (учитываются только горизонтальные движения глаз):

- 0 – норма;
- 1 – частичный паралич взора;
- 2 – тоническое отведение глаз или полный паралич взора, не преодолеваемый вызыванием окулоцефалических рефлексов.

5. Исследование полей зрения:

- 0 – норма;
- 1 – частичная гемианопсия;
- 2 – полная гемианопсия.

6. Парез лицевой мускулатуры:

- 0 – норма;
- 1 – минимальный паралич (асимметрия);
- 2 – частичный паралич (полный или почти полный паралич нижней группы мышц);
- 3 – полный паралич (отсутствие движений в верхней и нижней группах мышц).

7. Движения в верхних конечностях.

Руки поднимаются под углом 45° в положении лежа, под углом 90° в положении сидя. Если больной не понимает задание, врач должен поместить руки в требуемое положение сам. Баллы записываются отдельно для правой и левой конечностей:

- 0 – конечности удерживаются в течение 10 с;
- 1 – конечности удерживаются менее 10 с;

- 2 – конечности не поднимаются или не сохраняют заданного положения, но производят некоторое сопротивление силе тяжести;
- 3 – конечности падают без сопротивления силе тяжести;
- 4 – нет активных движений;
- 5 – невозможно проверить (конечность ампутирована, искусственный сустав).

#### 8. Движения в нижних конечностях.

В положении лежа следует поднять паретичную конечность на 5 секунд под углом 30°. Баллы записываются отдельно для правой и левой конечностей:

- 0 – конечности удерживаются в течение 5 с;
- 1 – конечности удерживаются менее 5 с;
- 2 – конечности не поднимаются или не сохраняют поднятое положение, но производят некоторое сопротивление силе тяжести;
- 3 – конечности падают без сопротивления силе тяжести;
- 4 – нет активных движений;
- 5 – невозможно проверить (конечность ампутирована, искусственный сустав).

#### 9. Атаксия конечностей.

Пальце-носовая и пяточно-коленная пробы проводятся с двух сторон, атаксия засчитывается в том случае, если она не обусловлена парезом:

- 0 – отсутствует;
- 1 – в одной конечности;
- 2 – в двух конечностях.

10. Чувствительность (учитывается только расстройство по гемитипу):

- 0 – норма;
- 1 – легкие или средние нарушения;
- 2 – значительное или полное нарушение чувствительности.

#### 11. Афазия.

Пациента просят описать картинку, назвать предмет, прочитать предложение:

- 0 – нет афазии;
- 1 – легкая афазия;
- 2 – выраженная афазия;
- 3 – полная афазия.

12. Дизартрия:

- 0 – нормальная артикуляция;
- 1 – легкая или средняя дизартрия, не выговаривает некоторые слова;
- 2 – выраженная дизартрия;
- 3 – интубирован или другой физический барьер.

13. Агнозия (игнорирование):

- 0 – нет агнозии;
- 1 – игнорирование двусторонней последовательной стимуляции одной сенсорной модальности;
- 2 – выраженная гемиагнозия или гемиагнозия более чем в одной модальности.

Полученные данные соответствуют следующей выраженности неврологического дефицита:

- 0 – состояние удовлетворительное;
- 3–8 – неврологические нарушения легкой степени;
- 9–12 – неврологические нарушения средней степени;
- 13–15 – тяжелые неврологические нарушения;
- 16–34 – неврологические нарушения крайней степени тяжести;
- 34 – кома.

**Индекс активности повседневной жизни Бартела  
(Barthel Index – BI; D. Barthel, 1955)**

**Инструкция**

1. Индекс должен отражать реальные действия больного, а не предполагаемые.

2. Основной целью является установление степени независимости от любой помощи, физической или вербальной, как бы незначительна ни была эта помощь и какими бы причинами ни вызывалась.

3. Необходимость присмотра означает, что пациент не является независимым.

4. Уровень функционирования должен определяться оптимальным и наиболее доступным для конкретной ситуации путем, чаще всего путем опроса пациента, его родственников и друзей, а также медицинского персонала, однако столь же важны непосредственное наблюдение и здравый смысл. Прямое исследование не требуется.

5. Обычно оценивается функционирование больного за период предшествовавших 24–48 часов, однако иногда обоснован и более длительный период оценки.

6. Средние категории означают, что пациент осуществляет более 50% необходимых для выполнения функции усилий.

7. Категория «независим» допускает использование вспомогательных средств.

Функция	Выполнение	Баллы
Стул	Недержание (памперс)	0
	Недержание изредка (1 раз в неделю)	5
	Нет нарушений	10
Мочеиспускание	Недержание (мочевой катетер или неспособность себе помочь)	0
	Непостоянный энурез	5
	Нет нарушений	10
Уход за собой	Требуется помощь	0
	Самостоятельно умывается, чистит зубы, бреется, ухаживает за волосами	5

Пользование туалетом	Зависим	0
	Частично нуждается в помощи	5
	Самостоятелен	10
Еда – кормление	Зависим	0
	Нуждается в помощи при приеме пищи (намазывание масла и др.)	5
	Самостоятелен	10
Перемещение (с постели в кресло и назад)	При перемещении помощи недостаточно, нет устойчивости при сидении	0
	Требуется значительная помощь (1–2 человека для полной поддержки), может сидеть	5
	Требуется незначительная помощь (моральная или физическая поддержка), самостоятелен	10
Подвижность	Имобильный	0
	Независим в пользовании коляской	5
	Требуется помощь 1 человека (моральная или физическая поддержка)	10
	Независим (вспомогательные средства, трость и др.)	15
Одевание	Полностью зависим от посторонней помощи	0
	Нуждается в помощи, но наполовину самостоятелен	5
	Нуждается в помощи при застегивании пуговиц, замков-«молний», шнурков	10
Подъем по уклонам	Невозможен	0
	Нуждается в помощи (моральной, физической)	5
	Самостоятелен	10
Душ/купание	Зависим	0
	Самостоятелен	5
Сумма		

*Интерпретация результатов.* Суммарный балл – 100. Показатель от 0 до 20 баллов соответствует полной зависимости, от 21 до 60 – выраженной зависимости, от 61 до 90 – умеренной, от 91 до 99 – легкой зависимости в повседневной жизни.



## Индекс мобильности Rivermead

Значение индекса мобильности Rivermead соответствует баллу, присвоенному за вопрос, на который врач может дать положительный ответ в отношении пациента.

Значение индекса может составлять от 0 (невозможность самостоятельного выполнения каких-либо произвольных движений) до 15 (возможность пробежать 10 метров).

№ п/п	Навык	Вопрос
1.	Повороты в кровати	Можете ли Вы повернуться со спины на бок без посторонней помощи?
2.	Переход из положения лежа в положение сидя	Можете ли Вы из положения лежа самостоятельно сесть на край постели?
3.	Удержание равновесия в положении сидя	Можете ли Вы сидеть на краю постели без поддержки в течение 10 секунд?
4.	Переход из положения сидя в положение стоя	Можете ли вы встать (с любого стула) менее чем за 15 секунд и удерживаться в положении стоя около стула 15 секунд (с помощью рук или, если требуется, с помощью вспомогательных средств)?
5.	Стояние без поддержки	Наблюдая, как больной без опоры простоит 10 секунд
6.	Перемещение	Можете ли Вы переместиться с постели на стул и обратно без какой-либо помощи?
7.	Ходьба по комнате (в том числе с помощью вспомогательных средств, если это необходимо)	Можете ли Вы пройти 10 метров, используя при необходимости вспомогательные средства, но без помощи постороннего лица?
8.	Подъем по лестнице	Можете ли Вы подняться по лестнице на один пролет без посторонней помощи?
9.	Ходьба за пределами квартиры (по ровной поверхности)	Можете ли Вы ходить за пределами квартиры по тротуару без посторонней помощи?
10.	Ходьба по комнате без применения вспомогательных средств	Можете ли Вы пройти 10 метров в пределах квартиры без костыля, ортеза и без помощи другого лица?

11.	Поднятие предметов с пола	Если вы уронили что-то на пол, можете ли Вы пройти 5 метров, поднять предмет, который вы уронили, и вернуться обратно?
12.	Ходьба за пределами квартиры (по неровной поверхности)	Можете ли Вы без посторонней помощи ходить за пределами квартиры по неровной поверхности (трава, гравий, снег и т.п.)?
13.	Прием ванны	Можете ли Вы войти в ванну (душевую кабину) и выйти из нее без присмотра, помыться самостоятельно?
14.	Подъем и спуск на 4 ступени	Можете ли Вы подняться на 4 ступени и спуститься обратно, не опираясь на перила, но при необходимости используя вспомогательные средства?
15.	Бег	Можете ли Вы пробежать 10 метров, не прихрамывая, за 4 секунды (допускается быстрая ходьба)?

## Психологические тесты

### Тест Бека

*Инструкция.* Этот опросник состоит из 21 группы утверждений. Прочтите внимательно и обведите кружком номер (0, 1, 2 или 3) утверждения, наилучшим образом отражающего Ваше самочувствие в течение последней недели, включая текущий день. Если подходящими Вам кажутся несколько утверждений в группе, обведите каждое из них. Убедитесь, что Вы прочитали все утверждения в каждой группе, прежде чем сделать выбор.

1.

0 Я не чувствую себя расстроенным, печальным.

1 Я расстроен.

2 Я все время расстроен и не могу от этого отключиться.

3 Я настолько расстроен и несчастлив, что не могу это выдержать.

2.

0 Я не тревожусь о своем будущем.

1 Я чувствую, что озадачен будущим.

2 Я чувствую, что меня ничего не ждет в будущем.

3 Мое будущее безнадежно, и ничто не может измениться к лучшему.

3.

0 Я не чувствую себя неудачником.

1 Я чувствую, что терпел больше неудач, чем другие люди.

2 Когда я оглядываюсь на свою жизнь, я вижу в ней много неудач.

3 Я чувствую, что как личность я полный неудачник.

4.

0 Я получаю столько же удовлетворения от жизни, сколько раньше.

1 Я не получаю столько же удовлетворения от жизни, сколько раньше.

2 Я больше не получаю удовлетворения ни от чего.

3 Я полностью не удовлетворен жизнью и мне все надоело.

5.

0 Я не чувствую себя в чем-нибудь виноватым.

1 Достаточно часто я чувствую себя виноватым.

- 2 Большую часть времени я чувствую себя виноватым.  
3 Я постоянно испытываю чувство вины.
6.  
0 Я не чувствую, что могу быть наказанным за что-либо.  
1 Я чувствую, что могу быть наказан.  
2 Я ожидаю, что могу быть наказан.  
3 Я чувствую себя уже наказанным.
7.  
0 Я не разочаровался в себе.  
1 Я разочаровался в себе.  
2 Я себе противен.  
3 Я себя ненавижу.
8.  
0 Я знаю, что я не хуже других.  
1 Я критикую себя за ошибки и слабости.  
2 Я все время обвиняю себя за свои поступки.  
3 Я виню себя во всем плохом, что происходит.
9.  
0 Я никогда не думал о том, чтобы покончить с собой.  
1 Ко мне приходят мысли покончить с собой, но я не буду это осуществлять.  
2 Я хотел бы покончить с собой.  
3 Я бы убил себя, если бы представился случай.
10.  
0 Я плачу не больше, чем обычно.  
1 Сейчас я плачу чаще, чем раньше.  
2 Теперь я все время плачу.  
3 Раньше я мог плакать, а сейчас не могу, даже если мне хочется.
11.  
0 Сейчас я раздражителен не более, чем обычно.  
1 Я более легко раздражаюсь, чем раньше.  
2 Теперь я постоянно чувствую, что раздражен.  
3 Я стал равнодушен к вещам, которые меня раньше раздражали.
12.  
0 Я не утратил интереса к другим людям.  
1 Я меньше интересуюсь другими людьми, чем раньше.  
2 Я почти потерял интерес к другим людям.  
3 Я полностью утратил интерес к другим людям.

- 13.
- 0 Я откладываю принятие решения иногда, как и раньше.
  - 1 Я чаще, чем раньше, откладываю принятие решения.
  - 2 Мне труднее принимать решения, чем раньше.
  - 3 Я больше не могу принимать решения.
- 14.
- 0 Я не чувствую, что выгляжу хуже, чем обычно.
  - 1 Меня тревожит, что я выгляжу старым и непривлекательным.
  - 2 Я знаю, что в моей внешности произошли существенные изменения, делающие меня непривлекательным.
  - 3 Я знаю, что выгляжу безобразно.
- 15.
- 0 Я могу работать так же хорошо, как и раньше.
  - 1 Мне необходимо сделать дополнительное усилие, чтобы начать делать что-нибудь.
  - 2 Я с трудом заставляю себя делать что-либо.
  - 3 Я совсем не могу выполнять никакую работу.
- 16.
- 0 Я сплю так же хорошо, как и раньше.
  - 1 Сейчас я сплю хуже, чем раньше.
  - 2 Я просыпаюсь на 1–2 часа раньше, и мне трудно заснуть опять.
  - 3 Я просыпаюсь на несколько часов раньше обычного и больше не могу заснуть.
- 17.
- 0 Я устаю не больше, чем обычно.
  - 1 Теперь я устаю быстрее, чем раньше.
  - 2 Я устаю почти от всего, что я делаю.
  - 3 Я не могу ничего делать из-за усталости.
- 18.
- 0 Мой аппетит не хуже, чем обычно.
  - 1 Мой аппетит стал хуже, чем раньше.
  - 2 Мой аппетит теперь значительно хуже.
  - 3 У меня вообще нет аппетита.
- 19.
- 0 В последнее время я не похудел или потеря веса была незначительной.
  - 1 За последнее время я потерял более 2 кг.
  - 2 Я потерял более 5 кг.

3 Я потерял более 7 кг.

Я намеренно стараюсь похудеть и ем меньше (отметить крестиком).

Да \_\_\_\_\_ Нет \_\_\_\_\_

20.

0 Я беспокоюсь о своем здоровье не больше, чем обычно.

1 Меня тревожат проблемы моего физического здоровья, такие как боли, расстройство желудка, запоры и др.

2 Я очень обеспокоен своим физическим состоянием и мне трудно думать о чем-либо другом.

3 Я настолько обеспокоен своим физическим состоянием, что больше ни о чем не могу думать.

21.

0 В последнее время я не замечал изменения своего интереса к сексу.

1 Меня меньше занимают проблемы секса, чем раньше.

2 Сейчас я значительно меньше интересуюсь сексуальными проблемами, чем раньше.

3 Я полностью утратил сексуальный интерес.

Оценка результатов:

- 0–9 баллов – отсутствие депрессивных симптомов;
- 10–15 баллов – легкая депрессия (субдепрессия);
- 16–19 баллов – умеренная депрессия;
- 20–29 баллов – выраженная депрессия (средней тяжести);
- 30–63 балла – тяжелая депрессия;
- пункты 1–13 – когнитивно-аффективная субшкала (С-А);
- пункты 14–21 – субшкала соматических проявлений депрессии (S-P).

### Шкала тревоги Шихана

Насколько Вас беспокоили в течение последней недели...

*Выберите нужный вариант:*

0 – совсем не беспокоило, 1 – немного, 2 – умеренно, 3 – довольно сильно,  
4 – крайне сильно

1. Затруднение на вдохе, нехватка воздуха или учащенное дыхание.

2. Ощущение удушья или комка в горле.

3. Сердце скачет, колотится, готово выскочить из груди.

4. Загрудинная боль, неприятное чувство сдавливания в груди.

5. Профузная потливость (пот градом).

6. Слабость, приступы дурноты, головокружения.
7. Ватные, «не свои» ноги.
8. Ощущение неустойчивости или потери равновесия.
9. Тошнота или неприятные ощущения в животе.
10. Ощущение, что все окружающее становится странным, нереальным, туманным или отстраненным.
11. Ощущение, что все плывет, находитесь вне тела.
12. Покалывание или онемение в разных частях тела.
13. Приливы жара или озноба.
14. Дрожь (тремор).
15. Страх смерти или чего-то ужасного.
16. Страх сойти с ума, потерять самообладание.
17. Внезапные приступы тревоги, сопровождающиеся тремором или более из вышеперечисленных признаков, возникающие непосредственно перед и при попадании в ситуацию, которая, по вашему опыту, может вызвать приступ.
18. Внезапные неожиданные приступы тревоги, сопровождающиеся тремором или более из вышеперечисленных признаков, возникающие по незначительным поводам или без повода (то есть когда вы не находитесь в ситуации, которая, по вашему опыту, может вызвать приступ).
19. Внезапные неожиданные приступы, сопровождающиеся только одним или двумя из вышеперечисленных признаков, возникающие по незначительным поводам или без повода (то есть когда вы не находитесь в ситуации, которая, по вашему опыту, может вызвать приступ).
20. Периоды тревоги, нарастающей по мере того, как вы готовитесь сделать что-то, что, по вашему опыту, может вызвать тревогу, причем более сильную, чем та, которую в таких случаях испытывает большинство людей.
21. Избегание пугающих вас ситуаций.
22. Состояние зависимости от других людей.
23. Напряженность и неспособность расслабиться.
24. Тревога, «нервозность», беспокойство.
25. Приступы повышенной чувствительности к звуку, свету и прикосновению.
26. Приступы поноса.
27. Чрезмерное беспокойство о собственном здоровье.
28. Ощущение усталости, слабости и повышенной истощаемости.
29. Головные боли или боли в шее.

30. Трудности засыпания.
  31. Просыпания среди ночи или беспокойный сон.
  32. Неожиданные периоды депрессии, возникающие по незначительным поводам или без повода.
  33. Перепады настроения и эмоций, которые в основном зависят от того, что происходит вокруг вас.
  34. Повторяющиеся и неотступные представления, мысли, импульсы или образы, которые вам кажутся тягостными, противными, бессмысленными или отталкивающими.
  35. Повторение одного и того же действия как ритуала (например, повторные перепроверки, перемирование и пересчет при отсутствии в этом необходимости).
- Если на все вопросы вы ответили «нет», ваш уровень тревоги по шкале Шихана равняется 0 баллам. Можете не беспокоиться, если количество баллов не превышает 20. Уровень тревоги выше 30 баллов считают аномальным, а выше 80 – очень высоким и требующим срочной помощи специалиста. Средний уровень при паническом расстройстве составляет 57 баллов. Целью проводимого лечения должно быть достижение уровня тревоги ниже 20 баллов.

#### Шкала реактивной тревожности Спилбергера – Ханина

Рядом с каждым утверждением поставьте цифру: 1 – *вовсе нет*, 2 – *пожалуй, так*, 3 – *верно*, 4 – *совершенно верно*.

1. Я спокоен.
2. Мне ничто не угрожает.
3. Я нахожусь в напряжении.
4. Я испытываю сожаление.
5. Я чувствую себя спокойно.
6. Я расстроен.
7. Меня волнуют возможные неудачи.
8. Я чувствую себя отдохнувшим.
9. Я встревожен.
10. Я испытываю чувство внутреннего удовлетворения.
11. Я уверен в себе.
12. Я нервничаю.
13. Я не нахожу себе места.
14. Я взвинчен.
15. Я не чувствую скованности, напряжения.



16. Я доволен.
17. Я озабочен.
18. Я слишком возбужден, и мне не по себе.
19. Мне радостно.
20. Мне приятно.

Уровень реактивной тревожности вычисляется по формуле:  $Тр = Ерп - Ерo + 50$ , где  $Тр$  – показатель реактивной тревожности,  $Ерп$  – сумма баллов по прямым вопросам (3, 4, 6, 7, 9, 12, 14, 15, 17, 18),  $Ерo$  – сумма баллов по обратным вопросам (1, 2, 5, 8, 10, 11, 13, 16, 19, 20). Сумма баллов до 30 говорит о низкой тревожности, 31–45 баллов – об умеренной, более 45 баллов – о высокой.

## *Приложение 10*

### **Тест «Встань и иди»**

Из исходного положения сидя на стуле (высота не более 46 см) встать и пройти вперед 3 метра, вернуться и сесть на стул. Тест выполняется без посторонней помощи, хронометраж ведется в секундах.

**Согласие пациента на обработку персональных данных**

Я \_\_\_\_\_,

(ФИО полностью)

проживающий по адресу:

\_\_\_\_\_

(место регистрации)

паспорт \_\_\_\_\_, выдан \_\_\_\_\_,

(серия и номер)

(дата, название выдавшего органа)

в соответствии с требованиями статьи 9 Федерального закона от 27.07.2006 «О персональных данных» № 152-ФЗ в целях оказания мне медицинских услуг подтверждаю свое согласие на обработку

\_\_\_\_\_

(название и адрес медицинского учреждения)

(далее – Оператор) моих персональных данных, а именно: фамилия, имя, отчество; пол, дата рождения, адрес места жительства, телефон, место работы, данные паспорта (или иного документа, удостоверяющего личность), данные полиса ОМС (или ДМС); страховой номер индивидуального лицевого счета (СНИЛС), сведения о состоянии моего здоровья, заболеваниях, случаях обращения за медицинской помощью; сведения о диагностических мероприятиях, назначенном и проведенном лечении, рекомендациях.

В соответствии с требованиями статьи 10 Федерального закона от 27.07.2006 «О персональных данных» № 152-ФЗ даю согласие на обработку моих персональных данных Оператором при условии, что их обработка осуществляется лицом, профессионально занимающимся медицинской деятельностью и обязанным сохранять врачебную тайну.

Оператор имеет право:

- при обработке моих персональных данных вносить их в реестры, базы автоматизированных информационных систем для формирования отчетных форм и иных сведений, предоставление которых регламентировано договорами или иными документами, определяющими взаимодействие Оператора со страховыми медицинскими организациями, медицинскими организациями, органами управления здравоохранения, иными организациями;
- с целью выполнения своих обязательств, предусмотренных нормативными правовыми актами или договорами, на предоставление,

передачу моих персональных данных иным организациям, при условии, что указанные предоставление, передача будут осуществляться с использованием машинных носителей или по каналам связи с соблюдением мер, обеспечивающих защиту моих персональных данных от несанкционированного доступа, при условии, что их прием и обработка будут осуществляться лицом, обязанным сохранять профессиональную тайну.

Я ознакомлен со сроками хранения моих персональных данных. По истечении указанного срока хранения моих персональных данных Оператор обязан уничтожить все мои персональные данные, включая все копии на машинных носителях информации.

Передача моих персональных данных иным лицам или иное их разглашение может осуществляться только с моего письменного согласия.

Я согласен со следующими действиями с моими персональными данными:

- обработка моих персональных данных в защищенных в установленном порядке автоматизированных информационных системах персональных данных пациентов;
- обработка моих персональных данных, защищенных в установленном порядке, без использования средств автоматизации.

Я оставляю за собой право отозвать свое согласие полностью или частично по моей инициативе на основании личного письменного заявления, в том числе и в случае ставших мне известными фактов нарушения моих прав при обработке персональных данных.

В случае получения моего письменного заявления об отзыве настоящего согласия на обработку персональных данных Оператор обязан прекратить их обработку.

---

(подпись, Ф.И.О., дата)

Согласие получено \_\_\_\_\_

(дата)

Уполномоченный представитель медицинской организации

---

(подпись, Ф.И.О.)

**Информированное добровольное согласие  
на участие в пострегистрационном клиническом  
исследовании эффективности применения экзоскелета  
для реабилитации ExoAtlet® I и лечебно-физической  
культуры для восстановления навыков ходьбы**

Я \_\_\_\_\_,  
\_\_\_\_\_, дата рождения: \_\_\_\_\_,  
паспорт РФ серия \_\_\_\_\_ номер \_\_\_\_\_,  
выдан \_\_\_\_\_,  
код подразделения \_\_\_\_\_, дата выдачи \_\_\_\_\_,  
проживающий по адресу: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ даю информированное добровольное согласие на мое участие в пострегистрационном клиническом исследовании эффективности экзоскелета для реабилитации ExoAtlet® I и ЛФК для восстановления функции ходьбы в качестве пилота компании ООО «ЭкзоАтлет».

Мне в доступной для меня форме даны разъяснения о цели исследования, которая заключается в повышении эффективности реабилитации с применением экзоскелета для реабилитации ExoAtlet® I и ЛФК. Применяемая программа тренировок направлена на восстановление паттернов ходьбы, приближенных к норме, на повышении скорости ходьбы, коррекции длины шага и других параметров с проведением инструментальной оценки эффективности реабилитации.

Я уведомлен(а) о методах проведения пострегистрационных клинических исследований в виде тренировок у пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения с применением экзоскелета для реабилитации ExoAtlet® I, о предполагаемых результатах данного исследования, о связанных с ними рисках, о его последствиях.

Я ознакомлен(а) с возможными последствиями участия в данном исследовании. Мне разъяснено, что при оформлении настоящего добровольного информированного согласия, а также до начала данного исследования я имею право отказаться от участия в данном исследовании. Всю ответственность за последствия влияния проводимых испытаний на мое здоровье осознаю и беру на себя.

Я даю согласие на обработку, систематизацию, хранение и использование организацией ООО «ЭкзоАтлет» персональных данных, полученных в ходе проведения пострегистрационного клинического исследования экзоскелета для реабилитации ЕхоАтлет® I для восстановления навыка ходьбы.

Я даю добровольное информированное согласие на использование фото-, видео- или иных материалов со мной для проведения клинического исследования, оценки эффективности методики.

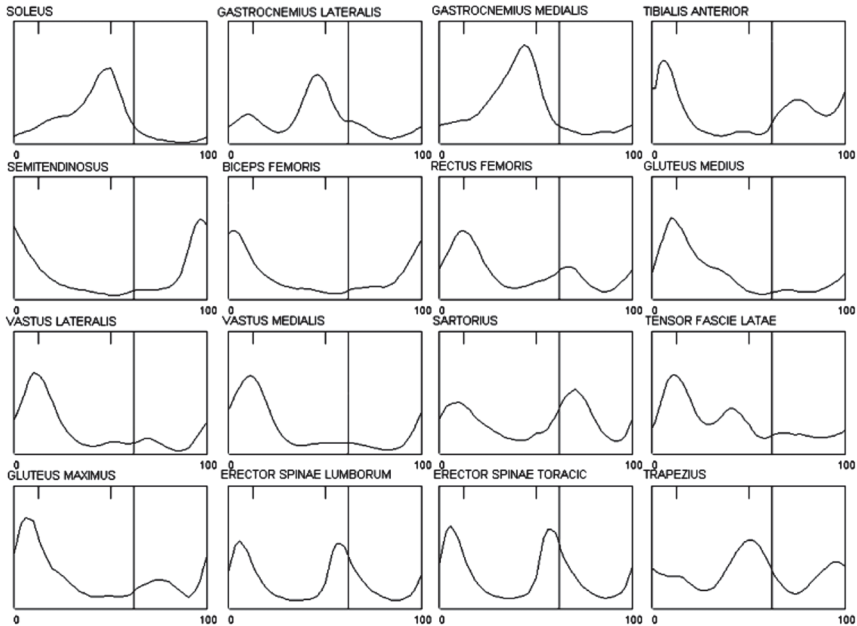
Я обязуюсь не разглашать информацию о ходе проведения исследований, любую информацию, связанную с разработкой и конструкторскими решениями, полученную мною в ходе участия в пострегистрационном клиническом исследовании экзоскелета для реабилитации ЕхоАтлет® I, без письменного разрешения от компании ООО «ЭкзоАтлет».

С правилами техники безопасности и эксплуатации медицинского экзоскелета ЕхоАтлет ознакомлен.

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О. гражданина, иного законного представителя)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
(подпись)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Профили электромиографической активности мышц в течение локомоторного цикла



На рисунке приведены профили биоэлектрической активности мышц по D.A.Winter [54].

Как можно видеть, значительная часть мышц имеет в цикле шага только один максимум активности. В ряде случаев имеется дополнительный пик активности, но уже меньшей амплитуды. Например, для *m. tibialis anterior* первый максимум – основной. В этот момент мышца выполняет роль активного буфера и трансформатора энергии удара в пропульсивное движение вперед. В ПП имеется еще один пик меньшей амплитуды для производства сгибания в голеностопном суставе с целью создания необходимого клиренса стопы с поверхностью опоры. Только мышцы туловища имеют два равноценных максимума активности, приходящихся на ПДО и ВДО.

## Литература

1. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 28 июля 2011 г. № 823н «Об утверждении классификации технических средств реабилитации (изделий) в рамках федерального перечня реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду, в целях определения размера компенсации за технические средства реабилитации (изделия), приобретенные инвалидами (ветеранами) за собственный счет, и (или) оплаченные за счет собственных средств услуги по их ремонту».
2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 6 июня 2012 г. № 4н «Об утверждении номенклатурной классификации медицинских изделий» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 9 июля 2012 г., регистрационный № 24852).
3. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 1705н «О Порядке организации медицинской реабилитации».
4. *Баев К.В.* Нейронные механизмы программирования спинным мозгом периферических движений. Киев: Наукова Думка, 1984.
5. *Бернштейн Н.А.* О построении движений. М.: Медгиз, 1947.
6. *Бернштейн Н.А.* Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М.: Медицина, 1966.
7. *Витензон А.С.* Закономерности нормальной и патологической ходьбы человека. М.: Зеркало-М, 1998.
8. *Витензон А.С., Миронов Е.М., Петрушанская К.А., Скоблин А.А.* Искусственная коррекция движений при патологической ходьбе. М.: ООО «Зеркало», 1999.
9. *Витензон А.С., Петрушанская К.А.* От естественного к искусственному управлению локомоциями. М.: Научно-медицинская фирма МБН, 2003.
10. *Витензон А.С., Петрушанская К.А.* Физиологические обоснования метода искусственной коррекции движений посредством программируемой электростимуляции мышц при ходьбе // Российский журнал биомеханики. 2010. Т. 14, № 2 (48). С. 7–27.
11. *Витензон А.С., Петрушанская К.А.* Электромиографические критерии нарушения ходьбы при патологии опорно-двигательного аппарата // Юбилейная научно-практическая конференция, посвященная 75-летию Центрального научно-исследовательского института экспертизы, трудоспособности и организации труда инвалидов (ЦИЭТИН): тезисы докладов. 2005.
12. *Глебова О.В., Максимова М.Ю., Черникова Л.А.* Механическая стимуляция опорных зон стопы в остром периоде среднетяжелого и тяжелого инсульта // Вестник восстановительной медицины. 2014. № 1. С. 71–75.
13. *Гусарова С.А., Стяжкина Е.М., Гуркина М.В., Чесникова Е.И., Сычева А.Ю.* Новые технологии кинезиотерапии в реабилитации пациентов с постинсультными двигательными нарушениями // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. 2016. Т. 93, № 2. С. 4–8.
14. *Даминов В.Д.* Роботизированная локомоторная терапия в нейрореабилитации // Вестник восстановительной медицины. 2012. № 1. С. 57–62.
15. *Даминов В.Д., Зимина Е.В., Рыбалко Н.В., Кузнецов А.Н.* Роботизированные технологии восстановления функции ходьбы в нейрореабилитации. М.: РАЕН, 2010.
16. *Даминов В.Д., Письменная Е.В., Горохова И.Г., Шаталова О.Г., Родыгин М.А., Даминова И.О., Карташов А.В., Уварова О.А., Ткаченко П.В.* Применение экзоске-



лета «ЭКЗОАТЛЕТ» в клинической нейрореабилитации»: метод. пособие / под ред. Ю.Л. Шевченко. М., 2016.

17. Денисова В.М., Сухарукова О.В., Пасинченко А.В., Козлов В.В. Особенности восстановления навыков ходьбы при мозговом инсульте // Нейрореабилитация- 2017: материалы IX Международного конгресса. М., 2017. С. 53–54.

18. Епифанов В.А., Епифанов А.В. Реабилитация больных, перенесших инсульт. М.: МЕДпресс-информ, 2013.

19. Иванова Г.Е., Шкловский В.М., Петрова Е.А. Принципы и организация ранней реабилитации больных с инсультом // Медицина. Качество жизни. 2006. Т. 2, № 13. С. 62–70.

20. Избранные вопросы нейрореабилитации: материалы VIII Международного конгресса «Нейрореабилитация-2016» (Москва, 8–10 июня 2016 г.) / под ред. Г.Е. Ивановой. М., 2016.

21. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Шахпаронова Н.В. Реабилитация неврологических больных. 3-е изд. М.: Медпресс-информ, 2014.

22. Ковальчук В.В. Пациент после инсульта: особенности ведения и реабилитации // Сибирское медицинское обозрение. 2017. № 1. С. 99–106.

23. Котов С.В., Лиждвой В.Ю., Секирин А.Б., Петрушанская К.А., Письменная Е.В. Применение экзоскелета «ЕхоАтлет» в реабилитации больных с двигательными нарушениями при рассеянном склерозе // Нейрореабилитация-2017: материалы IX Международного конгресса. М., 2017. С. 110–113.

24. Лисица И.Б., Саранцев А.В. Исследование вариативности временной структуры шага // Протезирование и протезостроение: сб. трудов. М.: ЦНИИПП, 1986. Вып. 74. С. 77–95.

25. Новикова Л.Б., Акоюн А.П., Шаропова К.М., Минибаева Г.М. Реабилитация двигательных функций у больных, перенесших мозговой инсульт, с использованием комплекса Losomat // Физиотерапия, бальнеотерапия и реабилитация. 2013. № 5. С. 50–51.

26. Петрушанская К.А., Витензон А.С., Гриценко Г.П., Сутченков И.А. Электромиографические исследования структуры ходьбы больных с гемипарезом церебрального происхождения // Биомеханика-2002: Материалы VI Всероссийской конференции. Н. Новгород, 2002. С. 157.

27. Петрушанская К.А., Гриценко Г.П., Спивак Б.Г., Сутченков И.А. Биомеханическое и физиологическое обоснование применения ортезирования при гемипарезе церебрального происхождения // Российский журнал биомеханики. 2011. Т. 15, № 4. С. 60–77.

28. Письменная Е.В., Петрушанская К.А., Котов С.В., Аведиков Г.Е., Митрофанов И.Е., Толстов К.М., Ефаров В.А. Клинико-биомеханическое обоснование применения экзоскелета «ЭкзоАтлет» при ходьбе больных с последствиями ишемического инсульта // Российский журнал биомеханики. 2019. Т. 23, № 2. С. 204–230.

29. Письменная Е.В., Петрушанская К.А., Шапкова Е.Ю. Инструментальная оценка ходьбы в экзоскелете // Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики: сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Саратов, 2017. С. 273–276.

30. Скворцова В.И., Евзельман М.А. Ишемический инсульт. М., 2006.

31. Скворцова В.И., Иванова Г.Е., Гудкова В.В. Принципы ранней реабилитации больных с инсультом // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Инсульт (прилож. к журн.). 2002. Вып. 7. С. 28–33.

32. Солонец И.А., Ефремов В.В. Двигательная активность в раннем восстановительном периоде церебрального инсульта в процессе комплексной реабилитации // Цереброваскулярная патология и инсульт: материалы III Российского национального конгресса. Казань, 2014. С. 351–352.

33. Черникова Л.А., Демидова А.Е., Домашенко М.А. Эффект применения роботизированных устройств («Эриго» и «Локомат») в ранние сроки после ишемического инсульта // Вестник восстановительной медицины. 2008. № 5. С. 73–75.

34. Шапкова Е.Ю., Письменная Е.В. Чрескожная электростимуляция спинного мозга при ходьбе в экзоскелете у больных с парезами // Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Саратов, 2017. С. 339–342.

35. Шевченко Ю.Л., Даминов В.Д., Горохова И.Г., Ткаченко П.В., Уварова О.А., Карташов А.В. Антигравитационные технологии восстановления ходьбы в нейрореабилитации // Клиническая патофизиология. 2016. Т. 22, № 1. С. 134–141.

36. Щербак С.Г., Сарана А.М., Макаренко С.В. Обзор методов исследований, использующих клинические испытания и эксперименты в нейрореабилитации // Нейрореабилитация-2017: материалы IX Международного конгресса. М., 2017. С. 222–224.

37. Barrett A.M., Muzaffar T. Spatial cognitive rehabilitation and motor recovery after stroke // Curr. Opin. Neurol. 2014. Vol. 27(6). P. 653–658. doi: 10.1097/WCO.0000000000000148.

38. Brock L.G., Eccles J.C., Rall W. Experimental investigations on the afferent fibres in muscle nerves // Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. 1951. Vol. 138(893). P. 453–475. doi: 10.1098/rspb.1951.0035.

39. Calabrò R.S., Naro A., Russo M., Bramanti P., Carioti L., Balletta T., Buda A., Manuli A., Filoni S., Bramanti A. Shaping neuroplasticity by using powered exoskeletons in patients with stroke: a randomized clinical trial // J. Neuroeng. Rehabil. 2018. Vol. 15(1). P. 35. doi: 10.1186/s12984-018-0377-8.

40. Chernikova L.A., Saenko I.A., Konovalov R.N. Effects of the mechanical stimulation of the supporting regions of the foot in patients with acute stroke and neurovisual effects of walking imitation in healthy subjects // Papers from the 17<sup>th</sup> European Congress of Physical Rehabilitation medicine. Turin: Edizioni Minerva Medica, 2010. P. 26–28.

41. Drillis R. Objective recording and biomechanics of pathological gait // Ann. N. Y. Acad. Sci. 1958. Vol. 74(1). P. 86–109. doi: 10.1111/j.1749-6632.1958.tb39534.x.

42. Feldman A.G., Orlovsky G.N. Activity of interneurons mediating reciprocal Ia inhibition during locomotion // Brain Res. 1975. Vol. 84(2). P. 181–194. doi: 10.1016/0006-8993(75)90974-9.

43. Granit R. Reflexes to stretch and contraction of antagonists around ankle joint // J. Neurophysiol. 1952. Vol. 15(4). P. 269–279. doi: 10.1152/jn.1952.15.4.269.

44. Granit R. Reflex self-regulation of muscle contraction and autogenetic inhibition // J. Neurophysiol. 1950. Vol. 13(5). P. 351–372. doi: 10.1152/jn.1950.13.5.351.

45. Granit R., Strom G. Autogenetic modulation of excitability of single ventral horn cells // J. Neurophysiol. 1951. Vol. 14(2). P. 113–132. doi: 10.1152/jn.1951.14.2.113.

46. Heilman K.M. Neglect and related disorders // Heilman K.M., Valenstein E., editors. Clinical Neuropsychology. 1<sup>st</sup> edition. New York: Oxford; 1979. P. 268–307.

47. Hirschberg G.G., Nathanson M. Electromyographic recording of muscular activity in normal and spastic gait // Arch. Phys. Med. Rehabil. 1952. Vol. 33(4). P. 217–225.

48. *Kavamura J., Matsuya M., Fukui W.* Clinical experiences of functional electrical stimulation in Japan // Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Symposium on External Control of Human Extremities. Dubrovnic, 1984. P. 89–100.
49. *Laporte Y., Lloyd D.P.* Nature and significance of the reflex connections established by large afferent fibers of muscular origin // *Am. J. Physiol.* 1952. Vol. 169(3). P. 609–621. doi: 10.1152/ajplegacy.1952.169.3.609.
50. *Lo Coco D., Lopez G., Corrao S.* Cognitive impairment and stroke in elderly patients // *Vasc. Health Risk Manag.* 2016. Vol. 12. P. 105–116. doi: 10.2147/VHRM.S75306.
51. *Marsolais E.B., Kobetic R.* Functional paraplegic walking with electrical stimulation // *Rehab. Report and Progress Report.* 1997. P. 82–83.
52. *Miller E.L., Murray L., Richards L., Zorowitz R.D., Bakas T., Clark P., Billinger S.A., American Heart Association Council on Cardiovascular Nursing and the Stroke Council.* Comprehensive overview of nursing and interdisciplinary rehabilitation care of the stroke patient: a scientific statement from the American Heart Association // *Stroke.* 2010. Vol. 41(10). P. 2402–2448. doi: 10.1161/STR.0b013e3181e7512b.
53. *Roos M.A., Rudolph K.S., Reisman D.S.* The structure of walking activity in people after stroke compared with older adults without disability: a cross-sectional study // *Phys. Ther.* 2012. Vol. 92(9). P. 1141–1147. doi: 10.2522/ptj.20120034.
54. *Winter D.A.* Biomechanics and motor control of Human movement. New-York, Chichester, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons, 1990.
55. *World Health Organization, regional office for the Eastern Mediterranean.* Stroke, cerebrovascular accident [Internet]. URL: <http://www.emro.who.int/health-topics/stroke-cerebrovascular-accident/index.html> (access date: 08.05.2020).

## Вопросы для самоконтроля

1. Какой период заболевания у пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения, наиболее благоприятен для проведения роботизированной механотерапии?
2. Какие показатели сердечно-сосудистой системы служат противопоказанием для проведения занятий на экзоскелете?
3. Какие клинические исследования выполняются у пациента перед началом занятий на экзоскелете?
4. Какие параметры ходьбы можно настраивать параметрически для создания программы занятий?
5. Какие существуют требования к безопасности тренировки пациентов в экзоскелете?
6. Как проверяется правильность настройки всех элементов экзоскелета перед началом занятий?
7. Какие основные функции выполняет экзоскелет?
8. Какие навыки отрабатываются на тренировках с экзоскелетом?
9. Как следует действовать в ситуации, когда экзоскелет начал издавать непрерывные звуковые сигналы?
10. Какой вид электростимуляции наиболее эффективен в комбинации с занятиями на экзоскелете?

## Содержание

Введение .....	3
1. Описание оборудования. ....	5
2. Показания и противопоказания к применению экзоскелета .....	5
3. Критерии оценки безопасности тренировок .....	7
4. Требования к оборудованию и месту проведения тренировок. ....	8
5. Рекомендации по одежде пилота .....	15
6. Требования к персоналу. ....	15
7. Настройка экзоскелета под антропометрические данные пилота, подготовка и начало тренировки. ....	16
8. Действия в экзоскелете .....	22
9. Требования к одежде пациента .....	23
10. Настройка экзоскелета под антропометрические данные пациента. ....	23
11. Последовательность овладения навыком ходьбы в экзоскелете ..	23
12. Порядок действий в чрезвычайных ситуациях при нежелательных событиях (относительно пациента и относительно экзоскелета). ....	26
13. Методика тренировки пациентов после острых нарушений мозгового кровообращения на втором этапе реабилитации .....	27
14. Создание доказательной базы эффективности реабилитации по результатам курса тренировок, проведенных с использованием экзоскелета. ....	38
15. План тренировок пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения на экзоскелете EхоAtlet .....	45
Заключение. ....	46
Приложения .....	48
Литература .....	86
Вопросы для самоконтроля. ....	90

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения  
Московской области  
«Московский областной научно-исследовательский  
клинический институт им. М.Ф. Владимирского»

Котов Сергей Викторович  
Исакова Елена Валентиновна  
Письменная Елена Валентиновна  
и др.

# Методика проведения тренировок пациентов после острого нарушения мозгового кровообращения с использованием медицинского тренажера ExoAtlet

*Учебное пособие*

Редактор: Л.Ю. Заранкина  
Оригинал-макет: А.В. Васюк

ISBN 978-5-98511-447-8



9 785985 114478 >

---

Подписано в печать 17.07.2020. Усл. печ. л. 5,3. Авт. л. 3,4. Тираж 50 экз. Заказ № 15/20.

Отпечатано в ООО ИПЦ «Маска»

117303, г. Москва, ул. Малая Юшуньская, 1, Российская Федерация





**МОНИКИ**  
1775

ISBN 978-5-98511-447-8



9 785985 114478 >