

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

## КУРСОВАЯ РАБОТА

Средства реабилитации после инсульта на основе  
биологической обратной связи

БФЗА – 21-134799.1370 - с.3. 000. КР

Студент

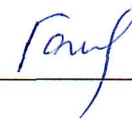
гр. БФЗА-21-ФР1

  
\_\_\_\_\_

А.Г. Кожемяко

Руководитель

доктор мед. наук, профессор

  
\_\_\_\_\_

Ю.И. Гайнуллина

Владивосток 2024

Заведующему кафедрой  
физкультурно-оздоровительной и  
спортивной работы  
Института  
Физической культуры и спорта ВВГУ

Барабаш О.А.

студента группы БФЗА-21 РР1

Кожелько Александра  
Германовича

Ф.И.О. полностью

+7902 076 07 11

Контактная информация студента: тел. и t-mail

### Заявление

Прошу закрепить за мной тему курсовой работы

Средства реабилитации после инсульта  
на основе биологической обратной  
связи

Назначить научным руководителем

Гайнуллин Юлию Игоревну, доктора  
медицинских наук, профессора

(Ф.И.О. руководителя, должность)

Подпись студента

А.Кожелько / А.Т.

(инициалы, фамилия)

Подпись научного руководителя

Гай / Гайнуллин Ю.И.

(инициалы, фамилия)

Дата « 05 » 02 2024г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА

ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

### ЗАДАНИЕ

на курсовую работу

Студенту группы БФЗА-21ФР1

Кожелько Александра Термиановича

Ф.И.О. студента

Тема курсовой работы

Средства реабилитации после инсульта  
на основе биологической обратной  
связи

Вопросы, подлежащие разработке (исследованию):

1. Изучить литературные источники по проблеме исследования
2. Разработать комплексную реабилитацию с использованием БОС
3. Проанализировать эффективность разработанных комплексов

Основные источники информации, используемые для разработки темы:

монографии, статьи из научных журналов,  
учебные пособия

Срок представления работы 27 мая 2024 г.

Дата выдачи задания 5 февраля 2024 г.

Студент Кожелько А.Т.

(Ф.И.О.)

Аконов

(подпись)

Руководитель ВКР Гайнуртисе И.И.

(Ф.И.О.)

И.И.

(подпись)

## ГРАФИК

подготовки и оформления курсовой работы

Студента Кожелько Александра Термиановича группы БРЗА-21РР1  
 Тема Средства реабилитации после инсульта на основе биологической обратной связи

№ п/п	Выполняемые работы и мероприятия	Срок выполнения	Отметка о выполнении
1	Выбор темы и согласование с руководителем	05.02.24 - 16.02.24	выполнено
2	Подбор первичного материала, его изучение и обработка. Составление актуального списка источников	16.02.24 - 09.03.24	выполнено
3	Составление плана работы и согласования с руководителем	11.03.24 - 16.03.24	выполнено
4	Разработка и представление руководителю одного из параграфов Первой главы	01.03.24 - 30.03.24	выполнено
5	Разработка и представление руководителю следующего параграфа Первой главы	01.04.24 - 27.04.24	выполнено
6	Разработка и представление руководителю заключительного параграфа Первой главы	29.04.24 - 18.05.24	выполнено
7	Написание резюме по Первой главе Составление списка литературы	20.05.24 - 25.05.24	выполнено
	Разработка презентации и доклада Получение отзыва научного руководителя	27.05.24 - 31.05.24	выполнено
8	Защита Курсовой работы	10.06.24 - 15.06.24	выполнено

Студент Кожелько А.Т. Акош 05 02 2024  
 (Ф.И.О.) (подпись)

Руководитель ВКР Гайнуллин И.И. ИИ 05 02 2024  
 (Ф.И.О.) (подпись)

## Содержание

Введение .....	3
Глава 1 Современный взгляд на проблему реабилитации пациентов после инсульта .....	6
1.1 Инсульт: этиология, патогенез, симптомы и факторы риска .....	6
1.2 Общая характеристика реабилитационных мероприятий при инсульте.....	9
1.3 Биологическая обратная связь как метод реабилитации, применяемый при восстановлении больных после инсульта.....	13
Глава 2 Методы и организация исследования .....	17
2.1 Методы исследования.....	17
2.2 Организация исследования .....	18
Глава 3 Результаты собственного исследования .....	19
3.1 Анализ состояния пациентов перенёсших инсульт до эксперимента .....	19
Выводы.....	25
Список используемых источников.....	26

## Введение

**Актуальность исследования.** Острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) является одной из ведущих причин инвалидности и смертности в мире. Россия на сегодняшний день находится на первом месте среди стран Европейского союза по показателям заболеваемости инсультом, инвалидности и смертности связанных с ним [1, 2]. Смертность от ОНМК в России составляет 262,3 на 100 тыс. населения, 28-дневная выживаемость после инсульта отмечается в 65,4% случаев, а летальность за тот же период – в 34,6% [3, 4]. Пациенты, перенёсшие ОНМК в 80% случаев становятся инвалидами, а 20% из них нуждаются в постороннем уходе.

Ведущим фактором инвалидизации у значительного числа пациентов являются физические и когнитивные нарушения различной степени [5]. Двигательные нарушения представляют собой самый частый симптом поражения головного мозга как в острой, так и в хронической стадии заболевания. В острой стадии они отмечаются у 70–90% пациентов, спустя один год двигательный дефект сохраняется не менее чем у половины выживших пациентов [6, 7]. Наиболее частыми последствиями после ишемического поражения мозга являются двигательные расстройства в виде параличей и парезов, чаще всего односторонних гемипарезов различной степени выраженности. В первую очередь у пациентов, перенёсших инсульт, нарушаются базовые моторные функции рук: достижение (ричинг) какого-либо объекта и его захват, а также нарушается взаимодействие обеих рук [8]. В этом случае основные задачи, решаемые при восстановлении движений рук – улучшение моторной функции и радиационного контроля, преодоление синкинезий (не произвольных движений), восстановление силы и координации движений.

Ещё одним немаловажным нарушением движения у пациентов, перенёсших инсульт является нарушение ходьбы. Так, например, основными характеристиками постинсультной походки является нарушение опорной функции паретичной конечности, снижение скорости ходьбы и уменьшение длины шага, которые вызывают постуральные нарушения, асимметрию походки и ведут к перераспределению избыточной нагрузки на здоровую сторону [9]. Задачами, решаемыми при восстановлении ходьбы в процессе реабилитации будут коррекция пропульсии, восстановление равновесия, бипедальной координации, регуляторных когнитивных функций, пространственной ориентации [10].

Сегодня арсенал средств реабилитации, способствующих восстановлению движений, обширен [11]. Среди новых методик эффективность показывают реабилитационные системы с биологической обратной связью (БОС). Этот метод основан на использовании электромио-

графии и других биологических сигналов (световых, звуковых, движущихся картинок или даже игры на экране монитора) для обучения пациента контролировать свои физические функции. В процессе реабилитации с БОС реализуется ряд условий, включающих проведение занятий в окружении, максимально приближенном к реальной жизни, активное взаимодействие пациента, что позволяет пациенту контролировать правильность выполнения двигательной задачи и корректировать свои действия. Главное преимущество БОС-терапии заключается в том, что техническое устройство способно через явление нейропластичности помочь мозгу восстановить моторную функцию по принципу обратной биологической связи от стимулируемых мышц, то есть индуцировать моторное переобучение.

Данные научных исследований свидетельствуют, что несмотря на успехи современной реабилитации большое число больных, после инсульта остаются инвалидами [6, 7, 10]. Вместе с тем известно, что наиболее полного восстановления утраченных двигательных функций у пациентов после инсульта удаётся добиться в течение первого года после возникновения ОНМК. Полноценная реабилитация с использованием современных методик (с биологической обратной связью) приобретает важную задачу не только для здравоохранения, но и для государства в целом.

**Проблема исследования** – определение эффективности методов физической реабилитации на основе биологической обратной связи и их научное обоснование при восстановлении двигательных функций пациентов, перенёсших инсульт.

**Объект исследования:** физическая реабилитация пациентов после инсульта.

**Предмет исследования:** влияние средств физической реабилитации с биологической обратной связью на восстановление двигательных функций верхних конечностей пациентов, перенёсших инсульт.

**Цель исследования** – оценить эффективность использования комплекса с биологической обратной связью «ArmeoSpring» для восстановления двигательной функции верхних конечностей пациентов, перенёсших инсульт.

**Гипотеза исследования:** предполагается, что средства реабилитации на основе биологической обратной связи позволяют ускорить процесс восстановления двигательных функций верхних конечностей у пациентов, перенёсших инсульт.

**Задачи исследования:**

1. Проанализировать научно-методическую литературу по проблеме реабилитации пациентов после инсульта;
2. Проанализировать состояние пациентов и разработать индивидуальные комплексы реабилитации на системе «ArmeoSpring»;

3. Оценить эффективность занятий с применением системы «ArmeoSpring» на двигательную функцию пациентов, перенёсших инсульт.

**Практическая значимость** заключается в том, что представленный анализ средств реабилитации с БОС поможет подбирать врачу, инструктору ЛФК, специалисту по адаптивной физической культуре наиболее эффективные методы восстановления двигательных нарушений различного генеза у пациентов, перенёсших инсульт.

**Научная новизна исследования:** заключается в том, что впервые в Приморском крае представлен количественный синтез первичных данных (по данным научной литературы) в сравнительном аспекте средств реабилитации с использованием метода биологической обратной связи при восстановлении функционального состояния верхних конечностей у пациентов после инсульта.

Апробация и внедрение в практику результатов исследования осуществлялись посредством доклада на XXVI международной научно-практической конференции-конкурса студентов, аспирантов и молодых учёных «Интеллектуальный потенциал вузов – на развитие Дальневосточного региона России и стран АТР».

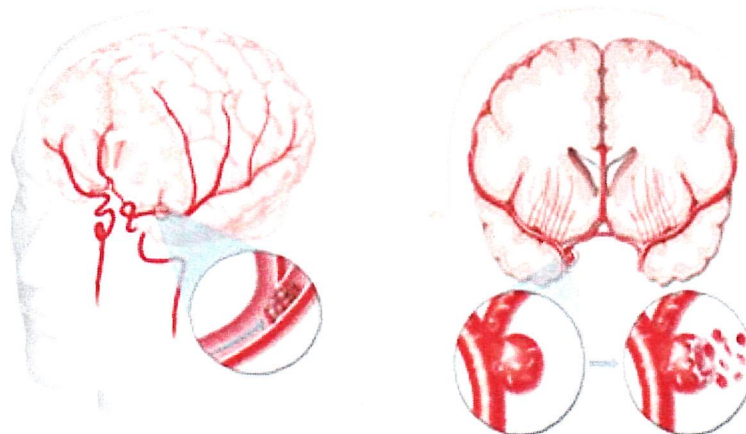


## Глава 1 Современный взгляд на проблему реабилитации пациентов после инсульта

### 1.1 Инсульт: этиология, патогенез, симптомы и факторы риска

Острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) является основной причиной большинства случаев смерти и инвалидности от цереброваскулярных заболеваний [12, 13, 14]. Согласно международным эпидемиологическим исследованиям, ежегодно в мире от инсульта умирает 4,7 млн. чел. [9, 10]. Половина всех инсультов приходится на трудоспособный возраст, и лишь около 20% выживших больных могут вернуться к работе. Согласно прогностическим данным ВОЗ, количество инсультов в Европе неуклонно увеличивается и к 2025 г. может достичь более чем 1500000 в год [15]. Заболеваемость инсультом в России остаётся одной из самых высоких в мире (3 на 1000 населения), также как и ежегодная смертность (374 на 100 тыс. населения) [16].

Цереброваскулярные заболевания, включая инсульт, вызываются разрывом – геморрагический инсульт (ГИ) или обструкцией – ишемический инсульт (ИИ) мозгового сосуда, что снижает приток крови к мозгу (рис. 1).



а) Ишемический инсульт

а) Геморрагический инсульт

Рисунок.1 – Виды инсульта

ГИ – жизни угрожающее состояние, которое занимает второе место среди причин внезапной смерти после заболевания сердца и относится к одной из самых тяжёлых форм острой сосудистой патологии головного мозга. В структуре мозговых инсультов на долю ГИ приходится 10-15%, при этом доминируют паренхиматозные кровоизлияния, реже встречаются субарахноидальное кровоизлияние [17].

ИИ возникает в следствии внезапной окклюзии артериального кровоснабжения части мозга и чаще всего проявляется очаговыми неврологическим нарушениями. Наиболее рас-

пространёнными причинами ИИ являются кардиогенная эмболия, атеротромбоз или артерио-эмболия из крупных артерий, атеросклероз или липогиалиноз мелких артерий [18, 19, 20]. Кардиогенные факторы играют важную роль в этиологии и патогенезе ОНМК. Около 20-25% ИИ развивается в следствии кардиальной патологии.

Приведённые выше данные статистических исследований заставляют задуматься о причинах ОНМК. Инсульт представляет собой гетерогенный и полиэтиологичный процесс, факторами риска которого являются некоторые хронические заболевания [21].

Учёные связывают развитие ОНМК с такими этиологическими факторами, как: артериальная гипертензия, атеросклероз, курение, гиперхолестеринемия, сахарный диабет, кроме этого, большую роль имеют спонтанные диссекции артерий, за счёт которых осуществляется кровоснабжение головного мозга [22]. На рисунке 2 представлена структура встречаемости факторов риска инсульта в зависимости от гендерных различий [21]

Факторы риска	Женщины (%)	Мужчины (%)
Артериальная гипертензия	97,4	96,3
Дислипидемия	73,1	66,1
Ожирение	48,5	25,2
Мерцательная аритмия	34,9	48,3
Сахарный диабет	34,1	24,3
Текущее курение	25,5	13,9
Инфаркт миокарда	6,6	71,2
Алкоголизм	7,0	30,9

Рисунок. 2 – Структура факторов риска инсульта в зависимости от гендерных различий (%)

По течению инсульта различают 4 периода: острейший с 1 по 5 день; острый с 6 до 28 суток; ранний восстановительный с 29 суток до 6 месяцев; Поздний восстановительный с 8 месяцев до 2 лет.

Последствия и осложнения инсульта зависят от того какая часть коры головного мозга пострадала. По статистике кровоизлияние в правое полушарие головного мозга чаще заканчивается летально. Последствия кровоизлияния в левое полушарие очень разнообразны, и зависят от локализации инсульта и его обширности.

Пациенты, перенёвшие инсульт, могут испытывать целый ряд трудностей при восстановлении социально-бытовой активности. Эти проблемы вызваны как инсультом, так и его осложнениями [23]. Самым частым осложнением после инсульта является паралич и парез

мышц конечностей и лица. Парез – это частичная утрата функции конечности. Паралич или плегия – полная потеря двигательной активности мышц руки или ноги. Очень часто после инсульта наблюдают такие виды плегий: моноплегия (паралич одной руки или ноги), параплегия (паралич или двух рук, или ног) и гемиплегия (паралич руки и ноги, с одной стороны).

Как правило, парез или паралич не ограничивается только конечностями, а может распространяться на другие мышцы. Так, мышцы лица, тоже могут быть поражены парезом или параличом. При этом уголок рта опущен, глаз постоянно открыт и слезится, веко не опускается. Поражены также артикуляционные и мимические мышцы. Больному сложно разговаривать и выражать эмоции [3, 12].

Параллельно с параличами и парезами после инсульта возникают расстройства речи. Эти расстройства вызваны поражением центров коры головного мозга, ответственных за восприятие и воспроизведение речи, а также из-за паралича артикуляционных и мимических мышц. Некоторые пациенты могут понимать речь окружающих, но не могут самостоятельно выражать свои мысли – это проявление моторной афазии. Другие, напротив, не могут понимать обращённую к ним речь, воспринимая её как бессмысленный набор звуков, но при этом способны произносить отдельные слова – это сенсорная афазия. Иногда пациенты могут общаться фразами, но испытывают затруднения с запоминанием некоторых слов или воспроизведением сложных речевых конструкций, таких как длинные предложения, пословицы или стихи. Встречаются случаи тотальной афазии, когда пациент не воспринимает речь и не может самостоятельно выразить свои мысли.

После инсульта часто наблюдаются нарушения памяти, которые могут проявляться в различных формах. Гипомнезия характеризуется ослаблением памяти, что приводит к забывчивости и трудностям в запоминании новой информации. Парамнезия возникает при появлении ложных искажённых воспоминаний, которых на самом деле никогда не было. Амнезия представляет собой серьёзное нарушение памяти, при котором происходит полная потеря способности вспоминать информацию. Ретроградная амнезия приводит к утрате воспоминаний о событиях, произошедших до инсульта, в то время как антеградная амнезия вызывает забывание событий, произошедших после инсульта. В случае амнезии пациент может не помнить своё имя, родственников или друзей, что создаёт серьёзные трудности в повседневной жизни [20].

Острая фаза инсульта у большинства пациентов характеризуется снижением работоспособности верхних и нижних конечностей и туловища [13, 24]. По данным инсульта НИИ неврологии РАМН, к концу острого периода двигательные расстройства наблюдались у 81,2% выживших больных, в том числе гемиплегия составляла 11,2%, грубый и выраженный гемипарез – 11,1%, лёгкий и умеренный – 58,9%. Примерно у 70% пациентов, перенёсших

инсульт, наблюдаются дисфункция верхних конечностей, которая может значительно ограничить уровень активности и качество жизни человека [21]. Раннее начало лечения рук имеет решающее значение при рассмотрении критических возможностей для восстановления, когда мозг наиболее чувствителен к сенсомоторным ощущениям после травмы, что обычно наблюдается в первые 3 месяца после инсульта [25].

Изменения тонуса мышц паретичных конечностей – одно из последствий инсульта. Обычно это повышение тонуса по спастическому типу, гораздо реже – мышечная гипотония (преимущественно в ноге). Также часто у больных развиваются различные трофические нарушения: артропатии суставов паретичных конечностей, «синдром болевого плеча»; мышечные атрофии, пролежни. Что может привести к образованию контрактур, при которых из-за резкой болезненности в области суставов значительно ограничивается объём активных и пассивных движений.

Примерно у 3% больных, перенёвших инсульт, возникают боли центрального происхождения: острые, часто жгучие боли на противоположной очагу поражения половине тела и лица, усиливающиеся при перемене погоды, прикосновении, эмоциональном напряжении, надавливании. Речевые нарушения (нарушение или полное отсутствие собственной речи, нарушение или полное отсутствие понимания речи окружающих). Постинсультные когнитивные и эмоционально-волевые расстройства (дефицит внимания, его концентрации, нарушение способности быстрой ориентации, снижение памяти, замедленность мышления и другие). Зрительные нарушения (односторонняя гемианопсия – выпадение левого поля зрения при очагах в правом полушарии мозга и правого поля – при очагах в левом; парезы глазных мышц, двоение). Бульбарные и псевдобульбарные нарушения (нарушение глотания, нарушение голосовой функции, насильственный смех или плач, ограничение подвижности органов речи – языка, губ, мягкого нёба и др.).

Таким образом инсульт является основной причиной, по которой тысячи людей по всему миру нуждаются в восстановительной терапии. Вот почему современные инновационные методики реабилитации, позволяющей людям, перенёвшим инсульт, проходить интенсивную терапию, имеют очень важное значение.

## 1.2 Общая характеристика реабилитационных мероприятий при инсульте

Медицинская реабилитация представляет собой комплекс мероприятий медицинского и психологического характера, направленных на полное или частичное восстановление нарушенных и (или) компенсацию утраченных функций поражённого органа либо системы организма, поддержание функций организма в процессе завершения остро развившегося патологического процесса или обострения хронического патологического процесса в организ-

ме, а также на предупреждение, раннюю диагностику и коррекцию возможных нарушений функций повреждённых органов, либо систем организма, предупреждение и снижение степени возможной инвалидности, улучшение качества жизни, сохранение работоспособности пациента и его социальную интеграцию в общество [7].

Медицинская реабилитация осуществляется в следующих условиях:

1. амбулаторно (в условиях, не предусматривающих круглосуточное медицинское наблюдение и лечение);
2. стационарно (в условиях, обеспечивающих круглосуточное медицинское наблюдение и лечение);
3. в дневном стационаре (в условиях, не предусматривающих круглосуточное медицинское наблюдение и лечение).

Медицинская реабилитация осуществляется в три этапа (табл.1).

Таблица 1 – Условия и этапы осуществления медицинской реабилитации

Условия реабилитации	Характеристика условий	Этапы реабилитации
Стационарно	Обеспечивается круглосуточное медицинское наблюдение и лечение пациентов.	1 этап – реабилитационные мероприятия должны быть начаты в острейший (до 72 ч.) и острый периоды течения заболевания, при неотложных состояниях, состояниях после оперативных вмешательств (в раннем послеоперационном периоде), хронических критических состояниях. Осуществляются ежедневно, продолжительностью не менее 1 часа, но не более 3 часов. 2 этап - реабилитационные мероприятия должны быть начаты в острый и ранний восстановительный периоды течения заболевания или травмы и период остаточных явлений течения заболевания. Осуществляются ежедневно, продолжительностью не менее 3 часов.
Дневной стационар	Не предусматриваются круглосуточное медицинское наблюдение и лечение пациентов.	3 этап - реабилитационные мероприятия осуществляются по направлению врача-терапевта, врача-специалиста. Осуществляются не реже, чем один раз каждые 48 часов, продолжительностью не менее 3 часов.

Медицинская реабилитация осуществляется мультидисциплинарной реабилитационной командой (далее, МДРК), сформированной из числа работников амбулаторного отделения медицинской реабилитации или дневного стационара медицинской реабилитации [12].

При реализации мероприятий по медицинской реабилитации на всех этапах МДРК под руководством врача по физической и реабилитационной медицине или врача по медицинской реабилитации осуществляется:

- оценка реабилитационного статуса пациента и его динамики;
- установление реабилитационного диагноза, включающего характеристику состояния функционирования и ограничения жизнедеятельности (функции, структуры организма, активности и участия пациента);
- оценка реабилитационного потенциала, определяющего уровень максимально возможного восстановления пациента (возвращение к прежней профессиональной или иной трудовой деятельности, сохранение возможности осуществления повседневной деятельности, возвращение способности к самообслуживанию);
- формирование цели и задач проведения реабилитационных мероприятий;
- оценка факторов риска проведения реабилитационных мероприятий и факторов, ограничивающих проведение реабилитационных мероприятий;
- формирование и реализация индивидуального плана медицинской реабилитации (далее - ИПМР);
- оценка эффективности реализованных в рамках ИПМР реабилитационных мероприятий;
- составление заключения (реабилитационного эпикриза), содержащего рекомендации по дальнейшей тактике ведения пациента.

Наряду с основной задачей реабилитации (восстановление нарушенных функций, социальная и психологическая реадaptация) она также должна включать профилактику постинсультных осложнений и профилактику повторных инсультов [21].

Основными принципами реабилитации являются:

- Раннее начало реабилитационных мероприятий. Ранняя реабилитация препятствует развитию осложнений острого периода инсульта, обусловленных гипокинезией и гиподинамией (тромбофлебиты нижних конечностей, застойные пневмонии и т.д.), развитию и прогрессированию вторичных патологических состояний (спастические контрактуры, патологические двигательные стереотипы), развитию социальной и психической дезадаптации, астено-депрессивных состояний.
- Систематичность и длительность, что возможно при хорошо организованном поэтапном построении реабилитации.
- Комплексность и мультидисциплинарность. Включение в реабилитационный процесс специалистов различных специальностей: неврологов, терапевтов, кардиологов, урологов, специалистов по кинезотерапии, лечебной физической культуре, логопедов, массажи-

стов, физиотерапевтов, иглотерапевтов, психологов, специалистов по биологической обратной связи и др.

– Адекватность реабилитационных мероприятий - предполагает составление индивидуальных реабилитационных программ с учётом степени выраженности неврологического дефицита, этапа реабилитации, состояния соматической сферы, состояния эмоционально-волевой сферы и когнитивных функций, возраста больного.

– Активное участие в реабилитации самого больного, его близких и родных. Необходимо, чтобы специалисты объясняли родственникам больного цели и методики занятия, разъясняли необходимость дополнительных занятий в домашней обстановке. Также велика роль семьи в обучении навыкам самообслуживания, создании условий для различных занятий.

Среди методов реабилитации выделяют 4 основных направления:

- 1) двигательная реабилитация;
- 2) восстановление речи и памяти;
- 3) восстановление тазовых функций;
- 4) психологическое восстановление.

Выбор методов реабилитации зависит от типа инсульта и тяжести нарушений, которые возникли в результате него. Процесс реабилитации всегда имеет комплексный характер и включает в себя работу специалистов и врачей разного профиля.

Восстановление двигательных и тазовых функций – одна из первых задач реабилитации, так как от этого зависит функциональное состояние организма человека: возможность самостоятельно дышать, двигаться, опорожняться и пр. Этим этапом реабилитации занимается врач-физиотерапевт, который подбирает индивидуальные методики физического восстановления пациента (кинестетика, ЛФК, занятия в бассейне, массаж и др.).

Медицинские учреждения используют единую систему оценки состояния больных, нуждающихся в восстановлении после инсульта, травмы, инфаркта или операции. Для определения индивидуальной маршрутизации пациента при реализации мероприятий по реабилитации применяется шкала реабилитационной маршрутизации (далее - ШРМ). Значения показателя ШРМ находится в пределах от 0 до 6 баллов и зависят от состояния функционирования и ограничения жизнедеятельности пациента. Главный принцип оценки: чем больше баллов набирает больной, тем тяжелее его состояние. В зависимости от количества баллов врачи реабилитационных центров могут предложить разную тактику действий. Шкала ШРМ является гибкой, оценка меняется в зависимости от того, как себя чувствует пациент. Врачи используют её на каждом повторном осмотре и обязательно отражают информацию об оценке в карте больного [7].

Реабилитация классифицируется в соответствии с поставленными целями, задачами и применяемыми методиками. Различают следующие виды восстановительного лечения:

- 1) Медицинская реабилитация (фармакотерапия);
- 2) Психологическая (арт-терапия, гипноз, когнитивно-поведенческая терапия, психологические тренинги);
- 3) Социально-бытовая (адаптация человека к бытовым условиям, обучение навыкам самообслуживания и передвижения, восстановление семейных взаимоотношений);
- 4) Профессиональная (подготовка человека к возвращению к профессиональным обязанностям или к любой другой трудовой деятельности, соответствующей его возможностям и способностям);
- 5) Физическая. Применяется в комплексе с медицинской реабилитацией. Это направление подразумевает использование гимнастических упражнений и природных ресурсов для восстановления физического здоровья и трудоспособности человека.

### 1.3 Биологическая обратная связь как метод реабилитации, применяемый при восстановлении больных после инсульта

В последние годы отмечается значительное улучшение результатов лечения ОНМК и его осложнений. Восстановление физических функций, утраченных в следствии инсульта, широко изучены и есть доказательства, свидетельствующие о значительных улучшениях после проведения физической реабилитации [5, 10, 18]

На сегодняшний день специалисты в области реабилитации помимо традиционных методов восстановления ЛФК и массажа предпочитают в работе современные комплексы, оснащённые биологической обратной связью.

Биологическая обратная связь (БОС) представляет собой методику, основанную на использовании различных датчиков, таких как акустические, визуальные, тактильные и электрокимографические, для мониторинга физиологических показателей человека. БОС-терапия является формой поведенческой терапии, направленной на обучение пациента контролировать свои реакции на различные ситуации.

Современные технические средства позволяют получать информацию о работе различных систем организма в реальном времени, включая сердечно-сосудистую, двигательную, центральную и вегетативную нервную системы. Показатели, получаемые при помощи БОС, отражают работу этих систем в норме и при отклонениях от нормы. Анализируя сигналы нервной системы, пациент может естественным образом оптимизировать физиологические функции организма без применения лекарств. Важным аспектом успеха БОС-терапии является мотивация пациента к достижению желаемых результатов. Использование биологи-



ческой обратной связи делает пациента из объекта медицинского вмешательства в активного участника процесса лечения, заинтересованного в улучшении своего состояния.

Эффективность БОС основана на способности нейронов создавать новые пути сообщения между собой (синапсы). При осваивании новых навыков путём многократного повторения действий, в соответствующих областях головного мозга образуются новые синапсы, благодаря которым движения закрепляются, становятся привычными. То же происходит, когда в результате неврологических нарушений нервные клетки погибают или по иным причинам перестают выполнять свои функции. БОС учит нейроны, которые располагаются поблизости от повреждённых, взять на себя их функции.

Для восстановления полностью или частично утраченной двигательной активности в той или иной части тела человека, требуется восстановить достаточное количество синапсов, а также обеспечить необходимый тонус мышцам. Для стимуляции нервных клеток используется транскраниальная магнитная стимуляция. Их пробуждение и приведение в готовность для активного функционирования происходит с помощью магнитных импульсов [26].

Важными условиями при проведении БОС-терапии являются: чёткая словесная инструкция терапевта и создание пациенту мотивации для правильного выполнения упражнения. В зависимости от того, что необходимо выработать пациенту, произносится соответствующая инструкция. Например, нужно увеличить активность мышцы. В этом случае инструкция может быть следующей: «Постарайтесь сократить мышцу так, чтобы на экране монитора высота светового столбика выросла и превысила установленный порог. Превышение порога будет отмечено поощряющим звуковым сигналом. Это означает, что вы правильно выполнили упражнение». Инструкция должна быть ясна и понятна. У пациента возникает ассоциативная связь: я сокращаю мышцу, амплитуда столбика растёт в ответ на это сокращение, и при определённом пороге включается поощряющий звуковой сигнал [3].

Для стимуляции желания пациента правильно выполнять упражнения необходимо создать сильную мотивацию, которая будет являться побудительной причиной для активного участия. Уровень мотивации напрямую влияет на эффективность проведения тренировок. В практике широко используются различные методы для активации мотивации, такие как компьютерные игры, поощрения, словесное подкрепление и создание комфортных условий для проведения сеансов биологической обратной связи. Мотивация помогает человеку раскрыть свой потенциал и самореализоваться.

Сеансы БОС-терапии организованы по принципу чередования рабочих и отдыхающих периодов, что предотвращает переутомление и сохраняет интерес к занятию. Продолжительность рабочих периодов составляет от 3 до 10 минут в зависимости от индивидуальных особенностей пациента и целей тренировки. Обычно первый курс БОС-терапии включает 30-40

сеансов с частотой посещения 2-3 раза в неделю. Продолжительность каждого сеанса колеблется от 30 до 60 минут в зависимости от содержания занятия и видов БОС-терапии, которые включены в программу.

Метод БОС при лечении пациентов после инсульта успешно применяют в реабилитационном центре ДВФУ. Одним из таких комплексов, оснащённых биологической обратной связью, является Armeo®Spring. Программное обеспечение Armeo®Spring позволяет создавать базы данных пациентов, индивидуализировать параметры терапии для каждого пациента, изменять уровни сложности упражнений, включает игры и задания для мотивации пациента и обеспечивает прозрачную отчётность. Armeo®Spring – это профессиональный инструмент для терапии и оценки прогресса.

В нём есть три диагностические программы, называемые оценочными играми, в том числе «вертикальная ловля», «горизонтальная ловля» и «время реакции» [27]. Движение инициируется пациентом, и основным преимуществом устройства является определение положения и движения руки. Более того, поддержка руки позволяет повысить мобильность в трёхмерном пространстве (рис. 3).

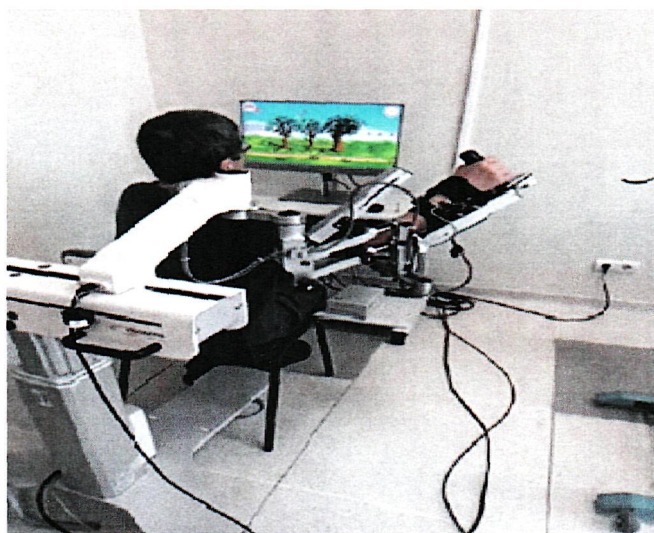


Рисунок 3 – Игра на Armeo®Spring

Следующий современный комплекс, который также применяется при восстановлении двигательных функций это комплекс Habilect. Он работает без датчиков или отдельной платформы и не зависит от антропометрических характеристик пациента. В основе современной реабилитации лежит постановка конкретной цели и согласованной работы специалиста и пациента. Habilect даёт возможность увидеть эту цель на этапе диагностики. Выбор диагностических тестов зависит от характера нарушений, ограничения объёма движений за счёт снижения мышечной силы или контрактуры, изменение походки, нарушение постурального баланса или нарушения координации.

На первом занятии специалист контролирует выполнение упражнений и ориентирует пациента на подсказки системы. После освоения техники выполнения упражнений с каждым занятием участие специалиста уменьшается, облегчая его работу, при этом эффект от занятия повышается благодаря привлечению внимания пациентов к его ошибкам с помощью системы. Теперь он может самостоятельно корректировать свою технику без участия специалиста, это повышает уверенность пациента в собственных силах и достижение результатов. На рисунке 4 представлено занятие пациента на комплексе Nabilect.



Рисунок 4 – Игра на Nabilect

Преимущества комплекса заключаются в том, что, начиная процесс восстановления в стационаре, пациент обучается принципам работы с системой Nabilect и продолжает следовать программе после выписки. Применение освоенной в стационаре системы облегчает переход и к самостоятельной работе. График, определённый специалистом, позволяет избежать и перетренированности, которая наряду с недостаточной нагрузкой являются частыми причинами ухудшения или отсутствия результата у пациентов.

Таким образом, использование современных комплексов реабилитации с биологической обратной связью представляет собой перспективный подход к лечению осложнений ОНМК и повышению эффективности реабилитации после инсульта.

## Глава 2 Методы и организация исследования

### 2.1 Методы исследования

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы научного исследования:

#### **Анализ и обобщение литературных источников**

Проводился теоретический анализ и обобщение информационных источников научной и научно-методической литературы. Изучены работы, отражающие общетеоретические и концептуальные вопросы различных методов реабилитации с биологической обратной связью при восстановлении двигательной функции пациентов, перенёсших инсульт. Данные, полученные в результате анализа и обобщения материалов по исследуемому вопросу, позволили создать теоретическое обоснование проблемы и определить основные пути ее решения.

#### **Врачебно-педагогическое тестирование**

Оценка нарушений у пациентов, вызванных инсультом выполнена с помощью **шкалы инсульта Национального института здоровья National Institute for Health Stroke Scale (NIHSS)** [28]. С помощью шкалы оцениваются такие признаки, как сознание, движение глазных яблок, поля зрения, паралич лицевой мускулатуры, движение в верхней конечности (правой или левой) на стороне пареза, движение в нижней конечности (правой или левой) на стороне пареза, атаксия в конечностях, чувствительность, синдром отрицания, дизартрия, афазия. По каждому пункту оценка 0 обычно указывает на нормальную функцию этой конкретной способности, в то время как более высокий балл указывает на некоторый уровень нарушений. Интерпретация шкалы NIHSS представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Шкала инсульта институтов здравоохранения (NIHSS)

Оценка в баллах	Тяжесть инсульта
0	Симптомов инсульта нет
1-4	Лёгкий
5-15	Инсульт средней тяжести
16-20	Тяжёлый инсульт

Оценка двигательных функций верхних конечностей пациентов, перенёсших инсульт проведена с помощью опросника DASH [29]. Основной раздел опросника состоит из 30 пунктов-вопросов, связанных с состоянием функций верхних конечностей за последнюю неделю. Вместе с тем 21 из них определяет степень трудности выполнения различных физических действий по причине ограничения функции плеча или кисти; 6 пунктов касаются выра-

женности некоторых симптомов и 3 – социально-ролевых функций. Каждый пункт имеет 5 вариантов ответов, оцениваемых в баллах от 1 до 5. Далее сумму баллов по всем пунктам преобразовывают на 100-балльную шкалу, где  $n$  = количество заполненных ответов (формула 1).

$$\left( \frac{[\text{сумма } n \text{ ответов}]}{n} - 1 \right) \times 25 \quad (1)$$

Формула опросника DASH

Неспособность верхней конечности оценивают: 0-50 баллов – хорошая функциональность; 51-75 баллов – удовлетворительная; 76-100 баллов – неудовлетворительная.

#### **Методы математической статистики**

Статистический анализ данных проводился с использованием программного обеспечения Microsoft Excel Office 2019. Проведено сравнение процентных долей в таблицах сопряженности.

## **2.2 Организация исследования**

Исследование проведено в реабилитационном отделении на базе Медицинского комплекса ДВФУ. Включены 11 пациентов с ишемическим инсультом с преимущественным поражением верхней конечностей. Среднего возраста 54 года.

На первом этапе проведён анализ и обобщение литературных источников, отражающих характеристику такого заболевания как инсульт, а также классические и инновационные методы физической реабилитации пациентов, перенёвших ОНМК. Рассмотрены аспекты жизнедеятельности пациентов возрастной категории 40-60 лет, приводящие к инсультам. Подробно изучен реабилитационный комплекс для функциональной терапии верхних конечностей с расширенной обратной связью «Armeo»: устройство, принцип действия прибора, правила техники безопасности. Осваивались навыки работы на нём, проводилось клиническое применение. Формировалась гипотеза, осуществлялись постановка цели и задач, выбор объекта, предмета исследования и основных методов.

Второй этап (сентябрь 2023 г. - май 2024г.) был посвящён анализу состояния пациентов и разработке индивидуального комплекса реабилитации на системе «ArmeoSpring»

Третий этап (сентябрь 2024г. - май 2025г.) был посвящён оценке эффективности занятий с применением системы «ArmeoSpring» на двигательную функцию пациентов, перенёвших инсульт.

## Глава 3 Результаты собственного исследования

### 3.1 Анализ состояния пациентов, перенёсших инсульт до эксперимента

Всего в исследовании приняли участие 11 больных, с ишемическим инсультом с преимущественным поражением верхних конечностей среднего возраста 54 года.

Анализ распределения пациентов по полу, в зависимости от поражённой руки показал, что у мужчин чаще отмечен парез левой руки, а у женщин правой (таб. 3).

Таблица 3 – Гендерное распределение пациентов в зависимости от поражённой руки

Поражённая рука	Мужчины (n=7)	Женщины (n=4)
Правая рука	43%	75%
Левая рука	57%	25%

Сравнительная оценка клинических признаков шкалы инсульта (NIHSS) у пациентов в зависимости от гендерных различий представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительный анализа клинических признаков инсульта

Признак	Действие	Муж.	Жен.	Всего человек
Уровень сознания 1a	Ясное сознание, живо реагирует	2	1	3
	Оглушение и/или сомноленция; можно добиться ответов и выполнения инструкций при минимальной стимуляции	5	3	8
Уровень сознания 1b	Правильные ответы на оба вопроса	2	2	4
	Правильный ответ на один вопрос	5	2	7
Уровень сознания 1c	Выполнил обе команды	3	1	4
	Выполнил одну команду	4	3	7
Движение глазных яблок	Норма	3	2	5
	Частичный парез взора	4	2	6
Поля зрения	Поля зрения не нарушены	4	1	5
	Частичная гемианопсия	3	3	6
Функция лицевого нерва мимических мышц.	Нормальные симметричные движения мимических мышц	3	1	4
	Лёгкий парез мимических мышц (сглажена носогубная складка, асимметричная улыбка)	4	3	7

Продолжение таблицы 4.

Признак	Действие	Муж.	Жен.	Всего человек
Сила мышц верхней конечности	Рука не опускается в течение 10 с	4	2	6
	Рука начинает опускаться до истечения 10 с, но не касается кровати или другой поверхности	3	2	5
Атаксия в конечностях	Атаксии нет	5	4	9
	Атаксия в одной конечности	2	0	2
Чувствительность	Норма	2	1	3
	Лёгкая или умеренная гемигипестезия: на поражённой стороне пациент ощущает уколы как менее острые или как прикосновения	5	3	8
Речь	Норма	3	1	4
	Лёгкая или умеренная афазия	4	3	7
Игнорирование	Норма	1	3	4
	Выявлены признаки гемиигнорирования одного вида раздражителей (зрительных, сенсорных, слуховых)	6	1	7

Оценка уровня сознания пациентов обоих полов показала, что женщины чаще проявляли оглушение и/или сомноленцию, но при этом сохраняли способность к ответам и выполнению инструкций при минимальной стимуляции. В тоже время, мужчины демонстрировали более высокую способность к даванию правильных ответов на вопросы и выполнению команд.

Выявлено, что частичный парез взора чаще наблюдался у мужчин. При анализе полей зрения отмечено, что гемиянопия чаще присутствовала у женщин.

При исследовании функции лицевого нерва выявлено, что лёгкий парез мимических мышц чаще наблюдался у женщин. Оценка силы мышц верхней конечности, показала, что рука не опускалась в течение 10 секунд чаще у мужчин. Атаксия в конечностях, особенно в одной из них, также чаще выявлялась у мужчин.

Лёгкая или умеренная гемигипестезия, лёгкая или умеренная афазия, как и признаки гемиигнорирования одного вида раздражителей, были более распространены у мужчин.

Таким образом, данные результаты указывают на различия в проявлении некоторых клинических признаков инсульта у мужчин и женщин. Это подчёркивает важность индивидуализированного подхода к диагностике, лечению и реабилитации пациентов каждого пола с целью достижения наилучших результатов восстановления здоровья.

После оценки всех признаков по шкале инсульта (NIHSS) установлено, что у большинства пациентов выявлен инсульт средней тяжести (рис. 5).

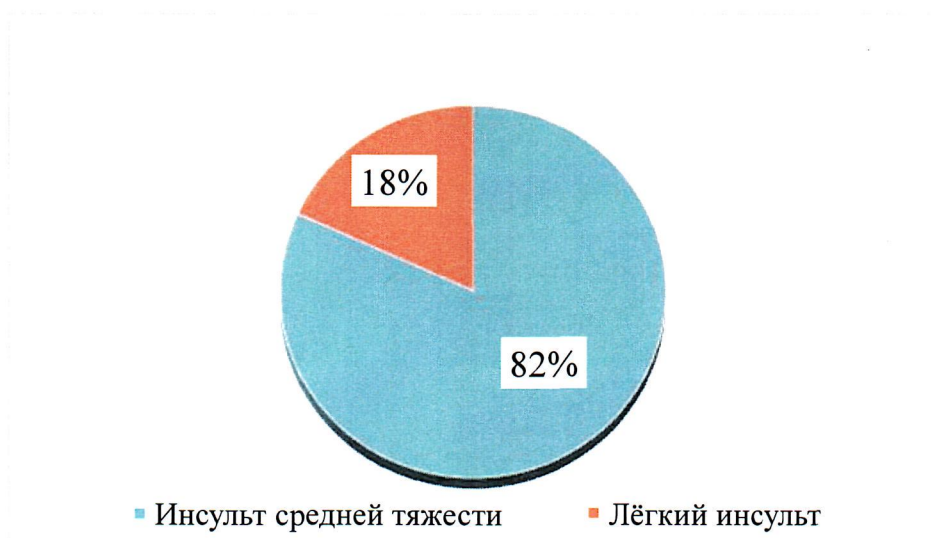


Рисунок 5 – Оценка состояния пациентов по шкале инсульта (NIHSS)

Все пациенты могли сидеть самостоятельно или с опорой. Что позволило им заниматься на комплексе ArmeoSpring.

Исходя из данных установлено, что мужчины чаще занимались на комплексе ArmeoSpring по сравнению с женщинами. Среднее время занятий мужчин в 3,2 раза превышало время занятий женщин. Это может указывать на более высокую мотивацию к тренировкам у мужчин.

#### *Клинический случай (обзор лечения)*

Мужчина, 73 года после инсульта имеет поражение левой руки. Были назначены занятия на комплексе ArmeoSpring. Проведено 14 занятий. За весь период наблюдается волнообразное колебание времени занятий. Min значение составляло 12 мин, max – 60 минут (рис. 6).

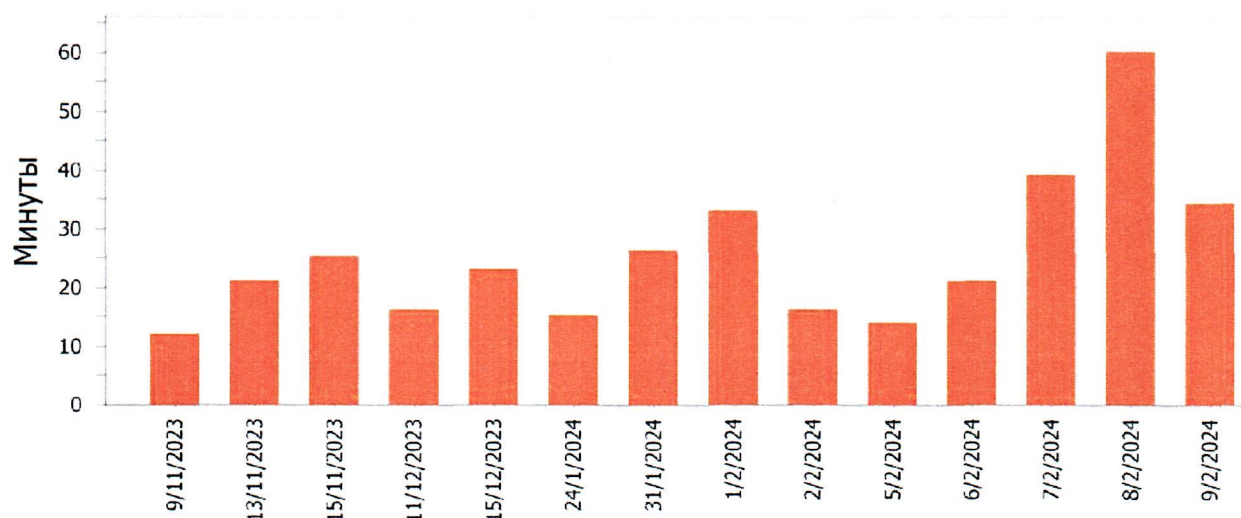


Рисунок 6 – Обзор времени занятий пациента на комплексе ArmeoSpring



Пациент обрабатывал различные задачи реабилитации от увеличения диапазона движений, до отработки функций захвата (рис. 7).

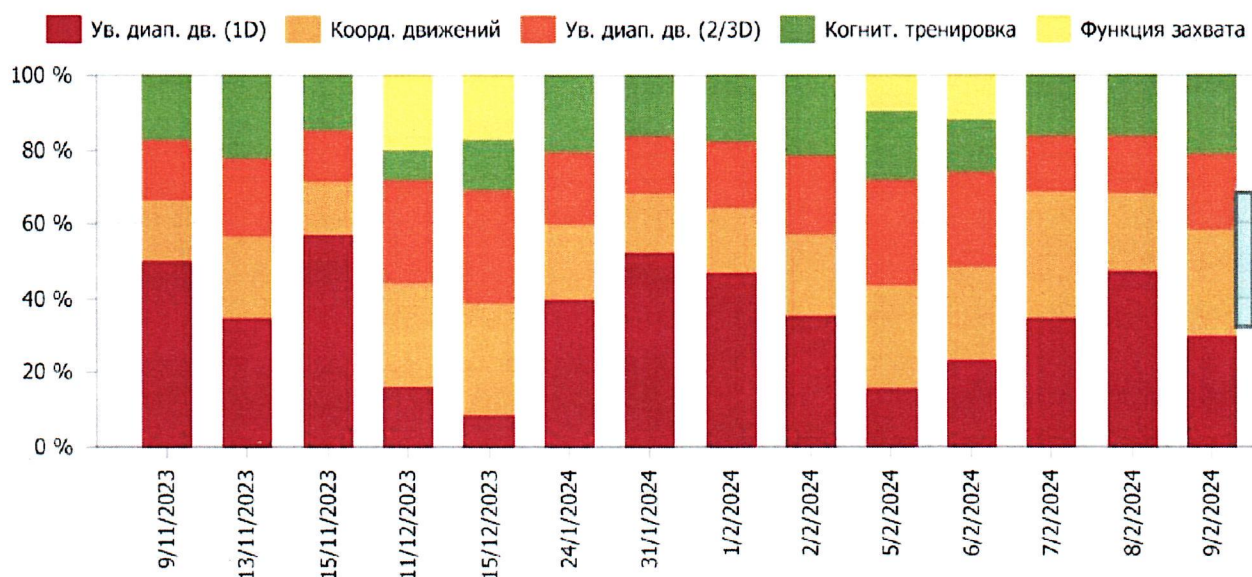


Рисунок 7 – Результаты динамики выполнения пациентом реабилитационных задач на комплексе ArmeoSpring

Исходя из данного рисунка установлено, что наиболее важной задачей лечения было увеличение диапазона движений. Вторую позицию занимала задача по улучшению координации движений. Далее когнитивная тренировка и меньше всего уделялось развитию функции захвата.

Оценка объёма движений сгибателей/разгибателей плечевого сустава пациента проведена по результатам игры «Летун». Показано, что с повышением трудности упражнений двигательные функции плечевого сустава улучшались. Снижение общих движений отмечено, лишь когда от пациента требовались максимальные усилия (рис. 8).

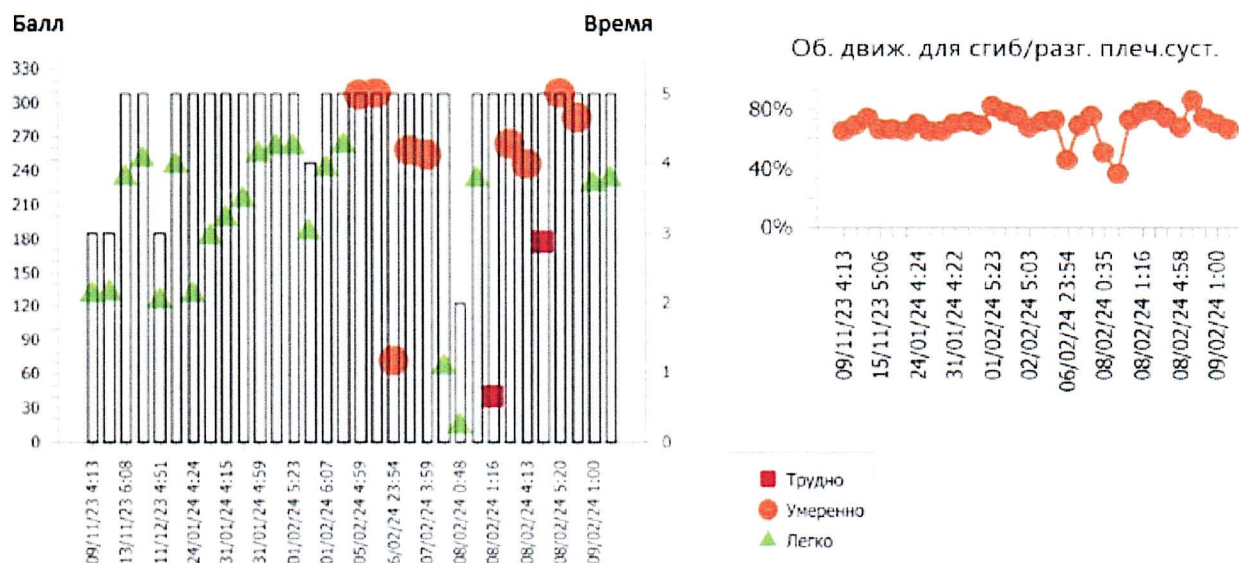


Рисунок 8 – Результаты игры «Летун» на комплексе ArmeoSpring

Анализируя игру «AIR HOCKEY» установлено, что пациент, хорошо справлялся с заданиями. Объём движений отведения/приведения плечевого сустава отмечен в пределах от 40% до 58% (рис. 9).

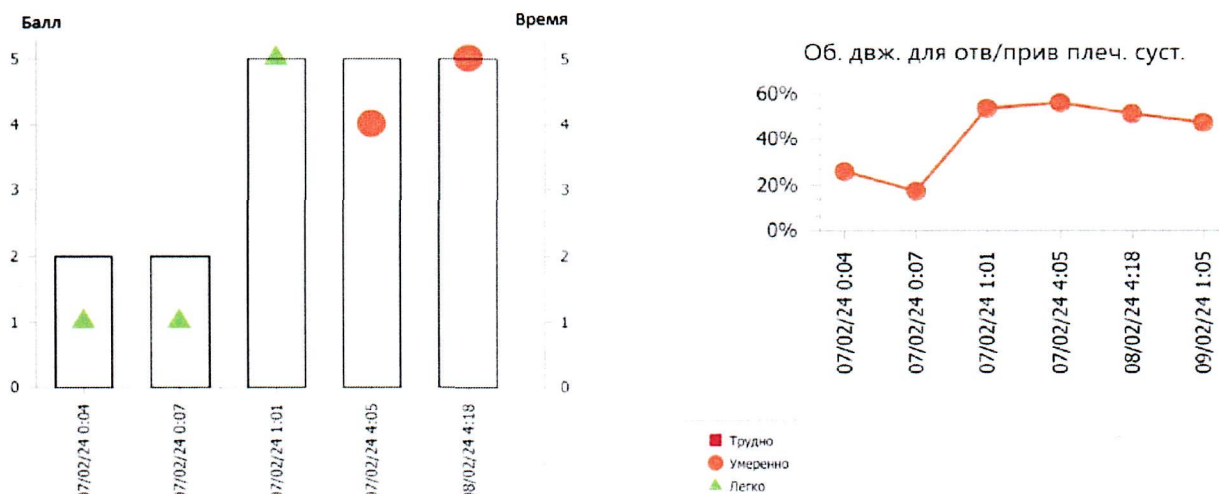


Рисунок 9 – Результаты игры «AIR HOCKEY» на комплексе ArmeoSpring

С помощью игры «Очистите океан» проведена сравнительная оценка движений пациента во фронтальной плоскости (рис. 10).

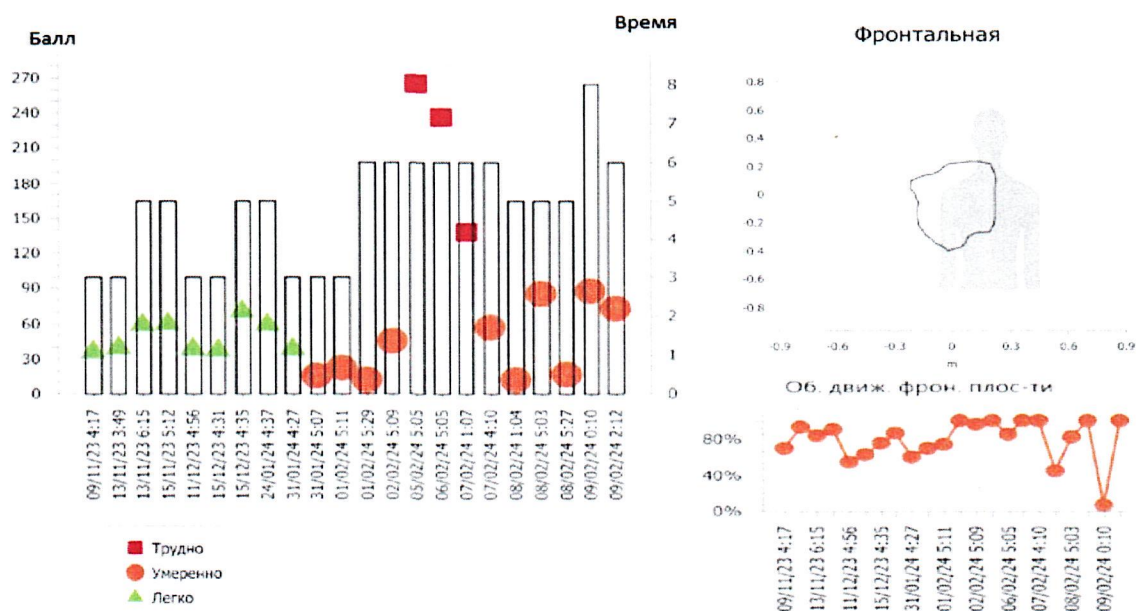


Рисунок 10 – Результаты игры «Очистите океан» на комплексе ArmeoSpring

Исходя из рисунка отмечено, что на первых занятиях пациенту было легко выполнять упражнения. Умеренный уровень сложности требовал от пациента усилий, что в свою оче-

редь отразилось на его объёме движения во фронтальной плоскости в виде снижения процентной доли охвата выполнения упражнений, в некоторых случаях со 100% до 0%.

Игра «Летун» показала, что несмотря на лёгкий и не продолжительный по времени уровень, пациент наиболее хорошо выполнял задания на 80% из 100% в первый день занятий. Далее отмечено снижение объёма движений в локтевом суставе (рис. 11).

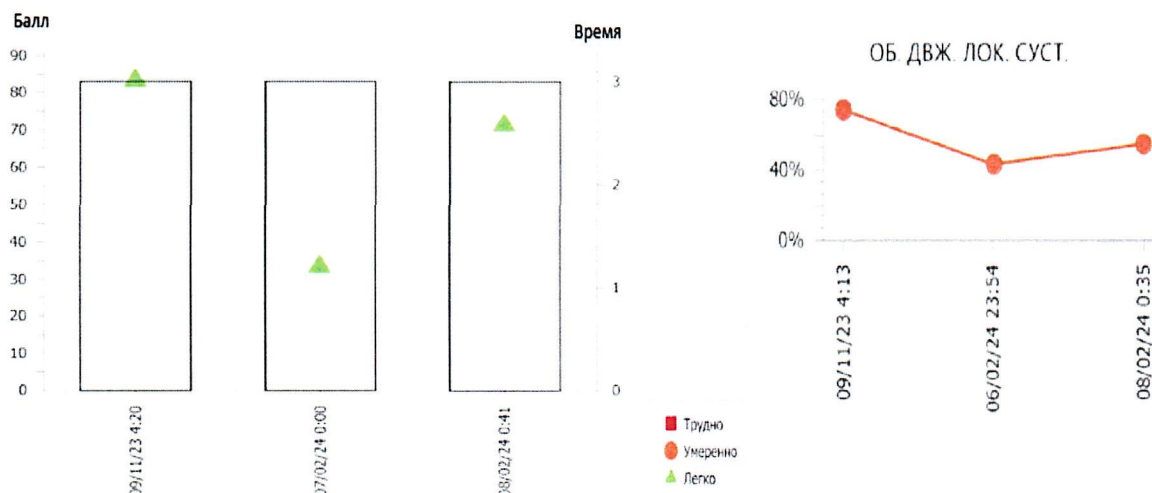


Рисунок 11 – Результаты игры «Летун» на комплексе ArmeoSpring

Для анализа эффективности применения комплекса ArmeoSpring при реабилитации пациентов после инсульта проведена сравнительная оценка динамики функций верхней конечности по опроснику DASH (рис. 12).

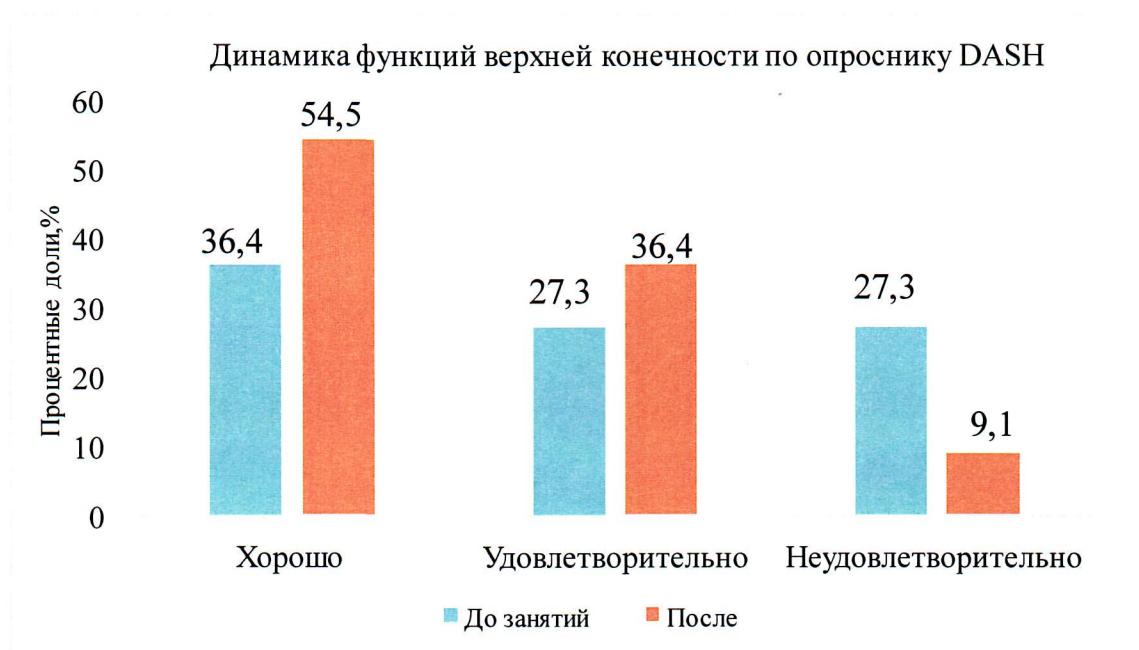


Рисунок 12 – Динамика функций верхней конечности по опроснику DASH, %

Установлено, что после занятий на системе ArmeoSpring, на 11%, увеличилось число пациентов с характеристикой хорошо и на 7% – удовлетворительно, что подтверждает эффективность занятий на системе ArmeoSpring.

### Выводы

1. Установлено, что реабилитационные системы БОС эффективны в улучшении восстановления двигательной функции, особенно у пациентов с ишемическим инсультом.

2. Анализ динамики занятий пациентов с нарушением функций верхних конечностей установил, что по мере тренированности на комплексе увеличивается уровень сложности и время выполнения упражнений, что положительно влияет на диапазон и координацию движений верхних конечностей пациентов.

3. Оценка влияния занятий с применением системы реабилитации «ArmeoSpring», выявила, что после занятий в 1,2 раза увеличилось число пациентов, у которых двигательная функция верхних конечностей оценена на хорошо и удовлетворительно.

## Список используемых источников

1. Семченко Л.Н., Жданова О.В. Информированность населения об остром нарушении мозгового кровообращения // Вестник СМУС74. 2018. №3 (22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informirovannost-naseleniya-ob-ostrom-narushenii-mozgovogo-krovoobrascheniya> (дата обращения: 10.03.2024).
2. Шарафутдинова Н.Х., Мухаметзянов А.М., Павлова М.Ю. Динамика смертности от острого нарушения мозгового кровообращения за последнее десятилетие в г. Уфе // Российский медицинский журнал. 2014. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-smertnosti-ot-ostrogo-narusheniya-mozgovogo-krovoobrascheniya-za-poslednee-desyatiletie-v-g-ufe> (дата обращения: 10.03.2024).
3. Варакин Ю.Я. Эпидемиологические аспекты профилактики нарушений мозгового кровообращения // Нервные болезни. 2005. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologicheskie-aspekty-profilaktiki-narusheniy-mozgovogo-krovoobrascheniya> (дата обращения: 20.04.2024).
4. Семченко, Л. Н. Информированность населения об остром нарушении мозгового кровообращения (мозговом инсульте) / Л. Н. Семченко, О. Ю. Герасимова, О. В. Жданова // Вестник Челябинской областной клинической больницы. – 2018. – № 4(42). – С. 34-36.
5. Rameezan BA, Zaliha O. Functional status of acute stroke patients in University Malaya Medical Centre (UMMC), Kuala Lumpur, Malaysia. Med J Malaysia. 2005;60(5):548-559.
6. Мачинский П.А., Плотникова Н.А., Ульянов В.Е., Кемайкин С.П., Рыбаков А. Г. Сравнительная характеристика показателей смертности и летальности от ишемического и геморрагического инсультов в России // Известия вузов. Поволжский регион. Медицинские науки. 2019. №3 (51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-harakteristika-pokazateley-smertnosti-i-letalnosti-ot-ishemicheskogo-i-gemorragicheskogo-insultov-v-rossii> (дата обращения: 20.04.2024).
7. Левин О.С. Постинсультные двигательные и когнитивные нарушения: клинические особенности и современные подходы к реабилитации / О. С. Левин, А. Н. Боголепова // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2020. – Т. 120, № 11. – С. 99-107. – DOI 10.17116/jnevro202012011199.
8. Ключков А.С., Хижникова А.Е., Котов-Смоленский А.М., Супонева Н.А., Черникова Л.А., Пирадов М.А. Эффективность двигательной реабилитации при постинсультном парезе руки с помощью системы биологической обратной связи «НАВИЛЕСТ» // Вестник восстановительной медицины. 2018. №2 (84). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-dvigatelnoy-reabilitatsii-pri-postinsultnom-pareze->

ruki-s-pomoschyu-sistemy-biologicheskoy-obratnoy-svyazi-habilect (дата обращения: 20.04.2024).

9. Stanton R, Ada L, Dean CM, Preston E. Biofeedback improves performance in lower limb activities more than usual therapy in people following stroke: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*. 2016;63(1):11–6. DOI: 10.1016/j.jphys.2016.11.006

10. Кантур Т.А. и др. Эффективность функциональной электростимуляции нижних конечностей у пациентов, перенесших инсульт //Тихоокеанский медицинский журнал. – 2024. – №. 4. – С. 21-25.

11. Ясинская Я. К., Добрынина Л. А. Система биологической обратной связи KINECT DELPHI (ДВИРТА) в физической реабилитации при остром нарушении мозгового кровообращения //Лечебная физическая культура: достижения и перспективы развития: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 1-2 июня 2017 г.//Под общей редакцией Т.В. Новиковой, О.В. Козыревой.–М.: РГУФКСМиТ, 2017.–222 с.: ИЛЛ. – 2017. – С. 212.

12. Маслова Н., Агафонов К., Агафонова М., Раков А. Инсульт - мультидисциплинарная проблема // Врач. 2017. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/insult-multidistsiplinarnaya-problema> (дата обращения: 20.04.2024).

13. Olczak A.; Truszczyńska-Baszak A.; Stępień A. The Use of Armeo®Spring Device to Assess the Effect of Trunk Stabilization Exercises on the Functional Capabilities of the Upper Limb—An Observational Study of Patients after Stroke. *Sensors* 2022, 22, 4336. <https://doi.org/10.3390/s22124336>

14. Ибрагимова Г.З., Сабирова А.Р., Билалова Р.Р., Ахтереев Р.Н. Факторы риска ишемического кардиоэмболического инсульта // Вестник современной клинической медицины. 2019. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/factory-riska-ishemicheskogo-kardioembolicheskogo-insulta> (дата обращения: 31.03.2024).

15. Truelsen T., Piechowski-Jozwiak B., Bonita R., et al. Stroke incidence and prevalence in Europe: a review of available data. *Eur J Neurol* 2006; 13: 581–198.

16. Старчина Ю.А. Когнитивные нарушения после инсульта // МС. 2017. №0. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnye-narusheniya-posle-insulta-1> (дата обращения: 31.03.2024).

17. Токшылыкова А.Б., Кабдрахманова Г.Б., Саркулова Ж.Н., Утепкалиева Айгуль Пазылбековна, Хамидулла А.А., Урашева Ж.У. Современные аспекты этиопатогенеза, диагностики и лечения геморрагического инсульта // АМЖ. 2020. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-aspekty-etiotopatogeneza-diagnostiki-i-lecheniya-gemorragicheskogo-insulta> (дата обращения: 31.03.2024).

18. Кондыбаева А.М., Душанова Г.А., Кужибаева К.К., Дюсембаева Ж.Б., Умутбаева Г.А. Особенности ишемического инсульта в различных возрастных группах госпитальных больных // Вестник КазНМУ. 2018. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ishemicheskogo-insulta-v-razlichnyh-voznrastnyh-gruppah-gospitalnyh-bolnyh> (дата обращения: 20.04.2024).
19. Максимова М.Ю., Фоякин А.В., Гераскина Л.А. Ишемический инсульт и антитромботическая терапия: ключевые аспекты применения // МС. 2019. №18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ishemicheskii-insult-i-antitromboticheskaya-terapiya-klyuchevye-aspekty-primeneniya> (дата обращения: 20.04.2024).
20. Коломенцев С. В. и др. Ишемический инсульт у стационарного пациента. Современный взгляд на состояние проблемы // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2017. – №. 2. – С. 206-212.
21. Литвинова М.А. Инсульт: современные тенденции развития и профилактическая работа врача // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/insult-sovremennye-tendentsii-razvitiya-i-profilakticheskaya-rabota-vracha-1> (дата обращения: 31.03.2024).
22. Чебыкин М.А., Семакова О.А., Метлицкая М.Э. Спонтанные диссекции шейных артерий как фактор риска инсульта в молодом возрасте // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – Ар. – 2020. – С. 141.
23. Langhorne P., Stott D. J., Robertson L., MacDonald J. et al. Medical complications after stroke: a multicenter study // Stroke. 2000. Vol. 31. N 6. P. 1223–1229.
24. French B.; Thomas L.H.; Leathley M.J.; Sutton C.J.; McAdam J.; Forster A.; Langhorne P.; Price C.I.M.; Walker A.; Watkins C.L.; et al. Repetitive Task Training for Improving Functional Ability after Stroke. Cochrane Database Syst. Rev. 2016, 11, CD006073. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed] [Green Version]
25. Nakayama H. Jørgensen HS, Raaschou HO, Olsen TS. Recovery of upper extremity function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study. Arch Phys Med Rehabil. (1994) 75:394–8. [https://doi.org/10.1016/0003-9993\(94\)90161-9](https://doi.org/10.1016/0003-9993(94)90161-9)
26. Кунельская Н.Л., Резакова Н.В., Гудкова А.А., Гехт А.Б. Метод биологической обратной связи в клинической практике. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2014;114(8):46–50.
27. ArmeoSpring. User Manual; Hocoma: Volketswil, Switzerland, 2009.
28. Национальный институт здравоохранения. Шкала инсульта. [https://www.ninds.nih.gov/sites/default/files/documents/NIH-Stroke-scale\\_updatedFeb2024\\_508.pdf](https://www.ninds.nih.gov/sites/default/files/documents/NIH-Stroke-scale_updatedFeb2024_508.pdf)

29. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med*. 1996 Jun;29(6):602-8. doi: 10.1002/(SICI)1097-0274(199606)29:6<602:AID-AJIM4>3.0.CO;2-L. Erratum in: *Am J Ind Med* 1996 Sep;30(3):372.