

*На правах рукописи*

**ГЛЕБОВА ОЛЬГА ВАЛЕРЬЕВНА**

**МЕХАНИЧЕСКАЯ СТИМУЛЯЦИЯ ОПОРНЫХ ЗОН СТОП  
В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ИНСУЛЬТА**

14.01.11 – Нервные болезни

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Москва 2014

**Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении  
«Научный центр неврологии» Российской академии медицинских наук**

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор **Максимова Марина Юрьевна**

**Научный консультант:**

доктор медицинских наук, профессор **Черникова Людмила Александровна**

**Официальные оппоненты:**

**Дамулин Игорь Владимирович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры неврологии и нейрохирургии Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Боголепова Анна Николаевна**, доктор медицинских наук, профессор кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики лечебного факультета Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Ведущее учреждение:** Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская Медицинская академия постдипломного образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «14» октября 2014 г. в 12:00 часов на заседании диссертационного совета Д 001.006.01 при ФГБУ «НЦН» РАМН по адресу: 125367, Москва, Волоколамское шоссе, 80

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «НЦН» РАМН по адресу: 125367, Москва, Волоколамское шоссе, 80

Автореферат разослан « \_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 001.006.01,  
кандидат медицинских наук

Е.В. Гнедовская

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Инсульт представляет собой важную медико-социальную проблему, поскольку является самой распространенной причиной инвалидизации населения [Суслина З.А., Пирадов М.А., 2009]. По данным разных авторов только у 10 - 20% больных, переживших инсульт, отмечается полное восстановление нарушенных функций уже в первые недели заболевания, что позволяет им вернуться к прежней работе. У остальных больных сохраняется в той или иной степени выраженный неврологический дефицит, зачастую приводящий к стойкой инвалидизации и полной потере трудоспособности [Суслина З.А., 2007; Гусев Е.И. и др., 2007]. Самой распространенной причиной инвалидизации являются двигательные нарушения, которые развиваются в остром периоде инсульта в 80 – 90% случаев [Кадыков А.С., 2008]. Помимо двигательных нарушений у большинства больных, перенесших инсульт, наблюдается изменение мышечного тонуса. При этом, в острейшем периоде инсульта в 75%-80% случаев встречается мышечная гипотония, которая в течение последующих нескольких недель преобразуется в повышение мышечного тонуса по спастическому типу. Спастичность, в свою очередь, способствует изменению вязко-эластических свойств самой мышцы, то есть приводит к развитию так называемой гипержесткости мягких тканей. В противоположность гипертонусу, который определяется как повышенное сопротивление на пассивное растяжение, гипержесткость мягких тканей проявляется в виде чрезмерного сопротивления как к пассивному, так и к активному мышечному растяжению. Гипержесткость может вызываться как повышенной активностью неврального входа к мышце, так и миопластическими процессами (изменениями собственно в самой мышце в виде потери саркомеров, увеличения слабых связей актина и миозина и атрофией мышечных волокон типа II). Спастичность и гипержесткость часто усиливают выраженность двигательных нарушений, препятствуют восстановлению двигательных навыков и имеют тенденцию к нарастанию в течение первых месяцев после инсульта, часто приводя к развитию контрактур при отсутствии реабилитации. Вместе с тем следует учитывать, что легкая или умеренная спастичность в разгибателях нижней конечности на первых этапах после инсульта, напротив,

способствует восстановлению функции ходьбы, а мышечная гипотония в них затрудняет переход в вертикальное положение [Черникова Л.А 2003; Li Chen 2012].

В экспериментальных исследованиях, выполненных в ГНЦ РФ ИМБП РАН, была показана прямая роль опорной афферентации в контроле структурно-функциональной организации тонической реакции мышц и установлено, что опорная афферентация выполняет роль триггера в системе позно-тонических реакций, облегчая (при наличии опоры) или тормозя (при ее отсутствии) включение тонических двигательных единиц [Григорьев А.И., 2004; Khusnutdinova D. 2004]. Для профилактики позно-тонических нарушений, связанных с выпадением опорной афферентации, в ГНЦ РФ ИМБП РАН был создан стимулятор опорных зон стопы под названием «Корвит», позволяющий имитировать показатели физического воздействия на стопу при ходьбе. В ряде работ продемонстрировано значение этого устройства для коррекции тонических и позных нарушений в условиях микрогравитации [Миллер Т.Ф., 2010]. Однако вопрос об использовании этого метода в остром периоде инсульта остается открытым, что явилось основанием для выполнения этого исследования.

**Цель исследования:** Изучить влияние раннего включения механической стимуляции опорных зон стоп на восстановление двигательных нарушений и функций опоры и ходьбы в остром периоде инсульта.

#### **Задачи исследования**

1. Изучить влияние включения в реабилитационную программу с первых суток инсульта механической стимуляции опорных зон стоп на тяжесть неврологических нарушений (тяжесть инсульта, двигательных нарушений в ноге, функциональную независимость, индекс повседневной активности) в остром периоде инсульта.

2. Провести сравнительный анализ и оценить сроки восстановления функций опоры и ходьбы в остром периоде инсульта у больных, получавших механическую стимуляцию опорных зон стоп, и в контрольной группе.

3. Оценить воздействие занятий на имитаторе подошвенной нагрузки «Корвит» на мышечный тонус и вязко-эластические свойства мышц в остром периоде инсульта.

4. Изучить влияние механической стимуляции опорных зон стоп на реорганизацию двигательных зон коры головного мозга и процессы нейропластичности с помощью функциональной МРТ.

5. Разработать и оптимизировать протокол внедрения механической стимуляции опорных зон стоп в программу ранней реабилитации больных в острейшем периоде инсульта.

### **Научная новизна**

Впервые выполнено клинико-инструментальное исследование, изучающее мышечный тонус и вязко-эластические свойства мышц и реорганизацию супраспинальных структур, отвечающих за ходьбу, в остром периоде инсульта у больных, получавших помимо традиционных методов реабилитации комплекс механической стимуляции опорных зон стоп с первых часов развития инсульта.

Изучено влияние механической стимуляции опорных зон стоп на тяжесть неврологических нарушений, освоение больными навыков опоры и ходьбы. Доказано, что наибольшая эффективность механической стимуляции опорных зон стоп наблюдается при локализации очага в задней ножке внутренней капсулы и у больных с сахарным диабетом.

Выявлено, что применение имитатора подошвенной нагрузки «Корвит» у больных в остром периоде инсульта способствуют нормализации мышечного тонуса путем его повышения в случае гипотонии или его снижения при спастичности, что позволяет рассматривать механостимуляцию опорных зон стоп как способ профилактики развития гипотонии и спастичности.

### **Практическая значимость**

Разработан и внедрен в клиническую практику метод ранней реабилитации с применением имитатора подошвенной нагрузки «Корвит» у больных с первых часов развития инсульта, находящихся в отделении острых нарушений мозгового кровообращения.

Показано, что механическая стимуляция опорных зон стоп способствует более быстрому восстановлению функций опоры и ходьбы.

Использование данной методики возможно у пациентов, к которым при нестабильности гемодинамики не могут быть применены традиционные методы реабилитации.

### **Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Применение механической стимуляции опорных зон стоп способствует уменьшению степени тяжести неврологических нарушений и наиболее быстрому восстановлению функций опоры и ходьбы.

2. Занятия на имитаторе «Корвит» в течение острого периода инсульта способствует нормализации мышечного тонуса (повышению в случае гипотонии и снижению в случае повышения его).

3. В первые сутки инсульта наблюдается изменение биомеханических свойств мышц в виде ухудшения эластичности в мышцах голени; применение механической стимуляции опорных зон стоп нивелирует эти явления.

4. Механическая стимуляция опорных зон стоп повышает эффективность восстановительного лечения при локализации очаговых изменений в задней ножке внутренней капсулы и у больных с сахарным диабетом.

5. Использование имитатора подошвенной нагрузки «Корвит» в режиме медленной ходьбы с первых часов развития инсульта способствует формированию паттерна активации супраспинальных структур, отвечающих за локомоцию.

### **Апробация работы**

Работа апробирована и рекомендована к защите на совместном заседании I, II, III, V, VI неврологических отделений, отделения нейрохирургии, отделения реанимации и интенсивной терапии, отделения лучевой диагностики научно-консультативного отделения, отделения нейрореабилитации и физиотерапии, лаборатории гемореологии и нейроиммунологии ФГБУ «НЦН» РАМН 20 мая 2014 года (Протокол №3). Материалы диссертации были представлены и обсуждены на I национальной конференции «От фундаментальной неврологической науки к клинике» (Москва, 2014), XVI Международной конференции «Современные стратегии и тактика в неврологии» (Трускавец, 2014), 2-й конференции неврологов «Актуальные вопросы неврологии» (Душанбе, 2014).

Полученные результаты внедрены в практику работы 2 неврологического отделения, блок интенсивной терапии, отделения нейрореабилитации и физиотерапии ФГБУ «НЦН» РАМН.

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 5 научных работ, в том числе 3 печатные работы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК.

**Личный вклад автора.** Автором лично выполнено клиническое обследование пациентов в процессе стационарного лечения, осуществлен подбор медикаментозной терапии, освоена методика проведения и самостоятельно выполнялись занятия с пациентами на имитаторе подошвенной нагрузки "Корвит", изучен принцип оценки вязко-эластических свойств мышц устройством Myoton PRO. Выполнена аналитическая и статистическая обработка, обобщение полученных данных, сформулированы выводы и практические рекомендации, подготовлены публикации.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 129 страницах машинописного текста, содержит 37 таблиц и иллюстрирована 25 рисунками. Работа состоит из введения, обзора литературы, общей характеристики обследованных и методов исследования, собственных результатов, обсуждения, выводов, практических рекомендаций и указателя литературы. Библиографический указатель содержит 136 источник литературы, из которых 43 отечественных и 93 иностранных авторов.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **Общая характеристика больных**

В ходе диссертационного исследования было обследовано 56 пациентов: 32 мужчины и 24 женщины в возрасте от 31 до 81 года, средний возраст  $60,1 \pm 10,5$  Ме=61 [55;65] лет, поступивших на лечение в острейшем периоде инсульта (1-7 сутки), средний срок поступления  $2,1 \pm 2,04$  Ме=1[1;3] сутки ОНМК. Одним из основных критериев включения больных в исследование являлась степень тяжести неврологических нарушений от 6 до 20 баллов по шкале оценки инсульта Национального института здоровья США (National Institutes of Health Stroke Score (NIHSS)). В проведенном исследовании средний балл по NIHSS составил  $11,6 \pm 3,5$  Ме=11[9;14] баллов, что соответствует инсульту средней степени тяжести.

**Критериями исключения из исследования были:** 1) обнаружение флотирующего тромба в венах нижних конечностей; 2) температура тела выше 38°; 3) кожные воспалительные заболевания в области стоп; 4) ортопедическая патология нижних конечностей, препятствующая наложению ортезов с пневмостельками имитатора опорной нагрузки «Корвит»; 5) соматические заболевания в стадии декомпенсации: сердечно-сосудистая недостаточность, нестабильная стенокардия, острый инфаркт миокарда, АД выше 220/120 мм рт. ст.

Все пациенты имели сопутствующую соматическую патологию: артериальную гипертонию (АГ), ишемическую болезнь сердца (ИБС), атеросклероз в 100% случаев, сахарный диабет 2 типа встречался в 28,6% (n=16) случаев, нарушение ритма сердца наблюдалось (23,2%) (n=13).

Все пациенты были разделены методом случай-контроль на основную и контрольную группы. Основную группу составили 32 больных (16 мужчин и 16 женщин) в возрасте от 31 до 81 года, средний возраст  $58,5 \pm 10,5$  (Me=60,5 [LQ -52; UQ – 63,5]) лет. Контрольная группа включала 24 пациента (16 мужчин и 8 женщин) в возрасте от 32 до 81 года, средний возраст  $62,2 \pm 10,6$  (Me = 63[LQ-58; UQ-67,5]) лет. Пациенты основной и контрольной групп были сопоставимы по полу и возрасту  $p > 0,05$  (Табл. 1).

Таблица 1.

Распределение больных по полу и возрасту

	Основная группа (n=32)	Контрольная группа (n=24)	p-level
Средний возраст	$58,5 \pm 10,5$	$62,2 \pm 10,6$	p=0,1
Мужчины	16 (50%)	16 (66,7%)	p= 0,15

Больные основной и контрольной групп были сопоставимы по основным клиническим характеристикам, в том числе по наличию чувствительных нарушений. Снижение болевой чувствительности отмечалось у 16 (50%) пациентов основной группы и у 15 (62,5%) пациентов контрольной группы, нарушение глубокой чувствительности у 10 (31,3%) пациентов основной и 10 (41,7%) пациентов



контрольной группы. Отсутствие чувствительных нарушений наблюдалось у 11 пациентов основной и у 4 пациентов контрольной группы. У 5 пациентов основной и контрольной групп чувствительность не оценивалась по причине речевых нарушений (Табл. 2).

Таблица 2.

Распределение больных основной и контрольных групп по основным клиническим характеристикам

Клинические признаки		Основная группа (n=32)	Контрольная группа (n=24)	p-level
Давность инсульта		1[1;2]	1[1;4]	0,66
Тяжесть инсульта		10[8,5;12]	12[10;15]	0,053253
Тип инсульта	Инфаркт	28 (87%)	20 (84%)	p>0,05
	Кровоизлияние	4 (13%)	4(16%)	p>0,05
Локализация	Ствол мозга	2 (6,25%)	2 (8,33%)	p>0,05
	Кора мозга	1 (3,13%)	3 (12,5%)	p>0,05
	Корково-подкорковый	12 (37,5%)	11 (45,83%)	p>0,05
	Подкорковый	17 (53,12%)	8 (33,34%)	p>0,05
Латерализация	Правое полушарие	18 (60%)	14 (63,6%)	p>0,05
	Левое полушарие	12 (40%)	8 (36,4%)	p>0,05
Снижение болевой чувствительности		16 (50%)	15(62,5%)	p >0,05
Нарушение глубокой чувствительности		10 (31,3%)	10 (41,7%)	p >0,05

**Клинико-инструментальное обследование.** При поступлении и на 21 сутки всем пациентам был проведен неврологический осмотр с использованием международных оценочных шкал: шкалы Национального института здоровья США (NIHSS) - для оценки тяжести неврологических нарушений, шкалы Rankin - для оценки функциональной независимости больного от окружающих, шкалы Fugl-Meyer - для оценки двигательных нарушений в ноге, шкалы Ashworth - для оценки мышечного тонуса (при гипотонии нами было введено значение -1,0), индекса Barthel - для оценки повседневной активности.

Всем пациентам при поступлении выполнен комплекс инструментальных методов исследования, включающий МРТ головного мозга (для изучения характера и локализации очаговых изменений); ДС вен нижних конечностей (для исключения флотирующего тромбоза вен нижних конечностей); ЭХО-КГ; ДС МАГ.

Кроме того, 13 больным (8 из основной и 5 из контрольной группы) при поступлении и на 21 сутки была выполнена фМРТ с применением пассивной сенсомоторной парадигмы, имитирующей процесс ходьбы, 21 больному (13 из основной и 8 из контрольной группы) - исследование вязко-эластических свойств мышц (динамической жесткости и эластичности) паретичной голени с помощью прибора MyotonPRO.

**Методы ранней реабилитации.** Все пациенты как основной, так и контрольной группы получали курс реабилитационных мероприятий, включающий ЛФК, массаж, нервно-мышечную электростимуляцию дистальных отделов паретичной руки, при необходимости проводилась вертикализация на аппарате «Erigo».

Пациенты основной группы дополнительно к вышеуказанным реабилитационным мероприятиям с первых суток инсульта получали механическую стимуляцию опорных зон стоп (МСС) на аппарате «Корвит» в режиме медленной ходьбы (75 шаг/мин) по 20 мин 2 раза в сутки 5 раз в неделю в течение 3-х недель.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НЦН» РАМН (протокол №13/11 от 14.12.2011 г.), все пациенты перед выполнением исследовательских процедур прошли процедуру подписания информированного согласия.

**Статистическая обработка результатов** проводилась с помощью критерия Манна-Уитни (U-тест) и парного теста Вилкоксона на персональном компьютере с применением пакета прикладных программ STATISTICA 7.0 (Stat Soft<sup>®</sup>, 2003). Данные представлены в виде медианы и 25%, 75% квартилей медианы. Статистически значимыми различия считались при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Изучение влияния механической стимуляции опорных зон стоп на тяжесть неврологического дефицита в остром периоде инсульта

На момент включения в исследование основная и контрольная группы были сопоставимы по основным клиническим признакам. Как в основной, так и в контрольной группе после курса реабилитации наблюдалось статически значимое уменьшение степени неврологических нарушений. Однако на 21 сутки инсульта достоверного различия этих показателей между группами не наблюдалось (Табл. 3).

Таблица 3.

Средние значения (Me [LQ; UQ]) показателей неврологических нарушений в основной и контрольной группах.

Показатели неврологического дефицита		Основная группа (n=32)	Контрольная группа (n=24)	M-W U test
NIHSS	При поступлении	10[8,5;12]	12,5[10;15]	0,053253
	На 21 сутки	5[4;8]	7[4;11]	0,093024
Wilcoxon test		0,000001	0,000018	
Fugl-Meyer	При поступлении	7,5[4;8]	4[4;8]	0,064568
	На 21 сутки	19[14;22]	11[8;23]	0,110560
Wilcoxon test		0,000001	0,000089	
Rankin	При поступлении	5[4;5]	5[4;5]	0,516147
	На 21 сутки	3[2;3,5]	3,5[3;4]	0,077760
Wilcoxon test		0,000001	0,00006	
Barthel	При поступлении	25 [17,5;35]	15 [15;32,5]	0,207095
	На 21 сутки	65[50;72]	55[45;70]	0,148457
Wilcoxon test		0,000001	0,000027	

Дальнейший анализ показал, что эффективность реабилитационных мероприятий зависит от таких клинических факторов, как тяжесть инсульта и локализация очага.

Так, оказалось, что в группе больных с *тяжелым инсультом* на 21 сутки от развития заболевания достоверное улучшение всех изучаемых показателей наблюдалось как в основной, так и в контрольной группе (Табл. 4). Вместе с тем, в основной группе улучшение (в процентах) такого показателя как степень двигательных нарушений в ноге было более значительно, чем улучшение аналогичного показателя у больных контрольной группы (Рис. 1).

Таблица 4.

Средние значения (Me [LQ; UQ]) показателей эффективности реабилитационных мероприятий у больных с *тяжелым инсультом*.

Показатели оценки эффективности		Основная группа (n=7)	Контрольная группа (n=9)	M-W U test
NIHSS	При поступлении	16[14;17]	16 [15;18]	0,469755
	На 21 сутки	10[8;13]	11 [7; 13]	0,606469
Wilcoxon test		0,017961	0,000655	
Fugl-Meyer	При поступлении	4[4;8]	4 [4;4]	0,351049
	На 21 сутки	13[7;18]	8[6;10]	0,299126
Wilcoxon test		0,017961	0,017961	
Rankin	При поступлении	5[5;5]	5 [5;5]	1,000
	На 21 сутки	4[2;4]	4 [4;5]	0,173776
Wilcoxon test		0,017961	0,027709	
Barthel	При поступлении	20[15;25]	15[10;15]	0,141608
	На 21 сутки	50[35;70]	35[25;55]	0,299126
Wilcoxon test		0,017961	0,011719	

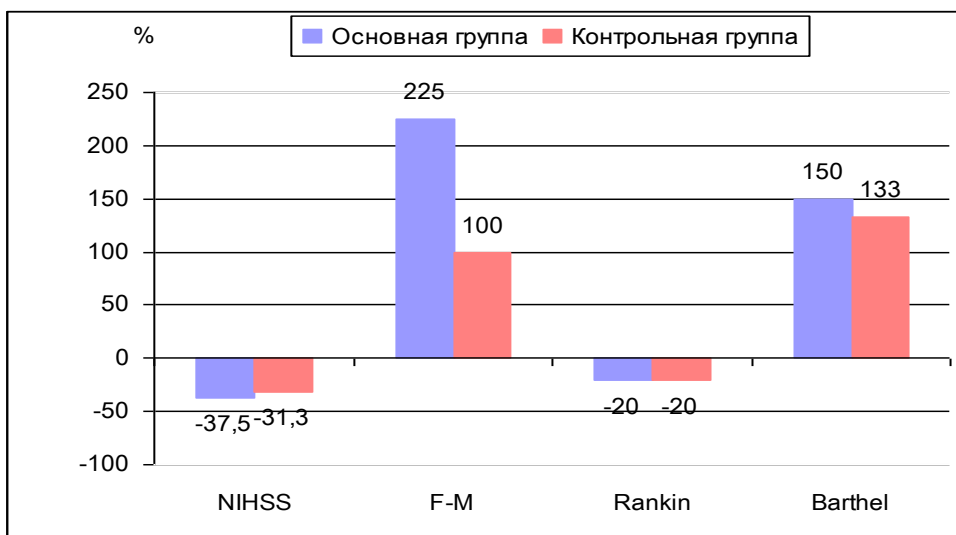


Рисунок 1. Степень изменения (в %) на 21 сутки показателей эффективности реабилитационных мероприятий у больных с тяжелым инсультом.

Оказалось, также, что включение МСС в реабилитацию больных с подкорковой локализацией очаговых изменений способствует более значительному снижению тяжести инсульта и повышению функциональной независимости больных от окружающих.

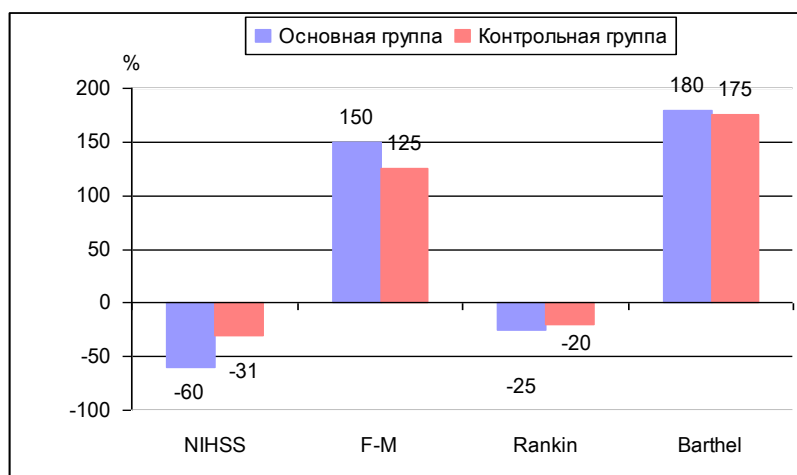


Рисунок 2. Степень изменения (в %) на 21 сутки показателей эффективности реабилитационных мероприятий в основной и контрольной группах больных с подкорковой локализацией очаговых изменений.

Эти данные были подтверждены при сравнении динамики изменения этих показателей в процентах (Рис 2).

Как известно, локализация очага в области внутренней капсулы имеет неблагоприятный прогноз для восстановления нарушенных двигательных функций. В связи с этим, одной из задач данного исследования явилось изучения влияния

включения в реабилитацию механической стимуляции опорных зон стоп на эффективность проводимого лечения при локализации очаговых изменений во внутренней капсуле.

После курса реабилитации на 21 сутки от момента развития инсульта в обеих группах отмечалась достоверная положительная динамика всех показателей. При сравнении показателей первичной эффективности реабилитационных мероприятий в основной и контрольной группах на 21 сутки были выявлены статистически значимые различия между такими показателями как тяжесть инсульта (по шкале NIHSS) и функциональная независимость (по шкале Rankin) (Табл. 5).

Таблица 5.

Средние значения (Me [LQ; UQ]) показателей эффективности реабилитационных мероприятий при локализации очаговых изменений во внутренней капсуле

		Основная группа (n=18)	Контрольная группа (n=12)	M-W U test
NIHSS	При поступлении	11[7;12]	13,5[11,5;17,5]	0,020251
	На 21 сутки	4,5[3;8]	8,5[6,5;11,5]	<b>0,039152</b>
Wilcoxon test		0,000196	0,002218	
Fugl-Meyer	При поступлении	7,5[4;8]	4 [4;6]	0,071600
	На 21 сутки	20[12;23]	8,5[6,5;22]	0,158429
Wilcoxon test		0,000196	0,005062	
Rankin	При поступлении	5[4;5]	5 [5;5]	0,200782
	На 21 сутки	3[2;3]	4 [3;4]	<b>0,041900</b>
Wilcoxon test		0,000196	0,005062	
Barthel	При поступлении	27,5[15;35]	15[12,5;22,5]	0,103800
	На 21 сутки	57[42;70]	50[35;72]	0,391305
Wilcoxon test		0,000196	0,003346	

Известно, что применение реабилитационных мероприятий в остром периоде кардиогенного эмболического инсульта имеет ряд особенностей, связанных в первую

очередь с наличием патологии сердечно-сосудистой системы и обширностью инфарктов мозга. Вследствие этого, одной из задач данного исследования являлось изучение эффективности МСС у этой категории больных.

Проведенное исследование показало, что включение МСС в реабилитацию **больных с кардиогенным эмболическим инсультом** повышает эффективность восстановления двигательных нарушений в ноге у этих больных. Так, оказалось, что в контрольной группе больных после курса реабилитации отмечено достоверное снижение тяжести инсульта и показателя функциональной независимости, а также увеличение индекса повседневной активности, в то же время выраженность двигательных нарушений в ноге достоверно не менялась. В отличие от контрольной в основной группе, в реабилитацию которой была включена МСС, наблюдалось достоверное улучшение всех исследуемых показателей, в том числе и снижение степени выраженности двигательных нарушений в ноге (рис. 3).

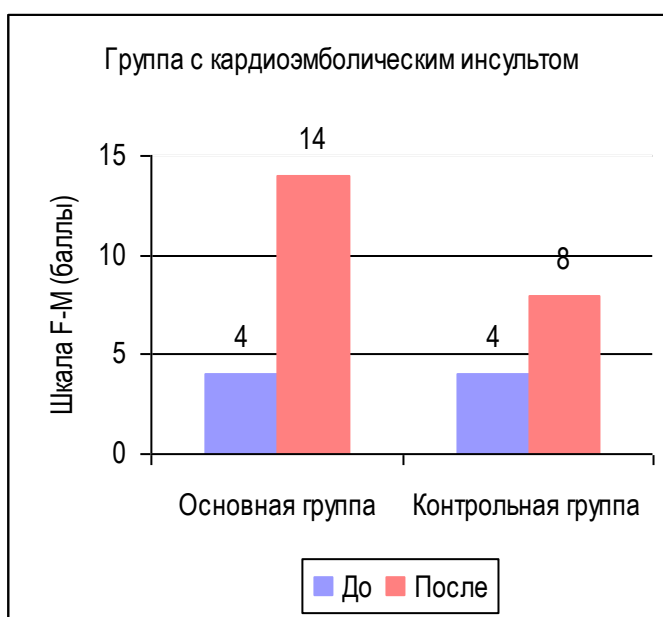


Рисунок 3. Средние значения степени тяжести двигательных нарушений в ноге у больных с кардиогенным эмболическим инсультом до и после курса реабилитации.

Как известно, сахарный диабет осложняет течение острого периода инсульта и замедляет восстановление нарушенных двигательных функций. Поэтому одной из задач настоящего исследования явилось изучение влияния МСС на динамику восстановления двигательных функций у больных сахарным диабетом. После курса реабилитации на 21 сутки от момента развития инсульта в основной группе

наблюдалось достоверное улучшение всех исследуемых показателей. В контрольной группе достоверное улучшение отмечалось только по таким показателям как тяжесть инсульта (шкала NIHSS) и повседневная активность (индекс Barthel). По таким показателям как выраженность двигательных нарушений в ноге (шкала Fugl-Mayer) и функциональная независимость (шкала Rankin) достоверных изменений на 21 сутки получено не было (Табл. 6).

Таблица 6.

Средние значения (Me [LQ; UQ]) показателей эффективности реабилитационных мероприятий у больных с острым инсультом и сахарным диабетом (до и после курса реабилитации).

		Основная группа (n=11)	Контрольная группа (n=5)	M-W U test
NIHSS	При поступлении	12[8;12]	11[11;13]	0,731478
	На 21 сутки	7[4;9]	8[7;11]	0,392716
Wilcoxon test		0,003346	0,043115	
Fugl-Meyer	При поступлении	6[4;9]	4[4;4]	0,249521
	На 21 сутки	18[10;24]	6[4;8]	0,046606
Wilcoxon test		0,003346	0,108810	
Rankin	При поступлении	5[4;5]	5[4;5]	0,892738
	На 21 сутки	3[3;4]	3[3;4]	0,460181
Wilcoxon test		0,003346	0,067890	
Barthel	При поступлении	25[10;40]	15[15;35]	0,954357
	На 21 сутки	65[45;70]	50[35;60]	0,649233
Wilcoxon test		0,004439	0,043115	

### **Изучение влияния механической стимуляции опорных зон стоп на восстановление функции опоры и ходьбы в остром периоде инсульта**

Проведенное исследование показало, что применение МСС, проводимой 2 раза в сутки в течение 20 мин 5 дней в неделю в течение трех недель, способствовало более раннему восстановлению баланса в положении сидя и стоя, а также функции ходьбы



(Табл. 7). При этом следует отметить, что в основной группе 5 из 32 пациентов, в контрольной группе 8 из 24 больных не смогли самостоятельно передвигаться к концу 21 сутки от момента развития инсульта.

Таблица 7.

Средние значения (Me [LQ; UQ]) сроков восстановления баланса и ходьбы в основной и контрольной группах

	Основная группа (n=32)	Контрольная группа(n=24)	M-W U test
Сроки восстановления баланса в положении сидя	6[4;7]	8[6;10]	0,0325
Сроки восстановления баланса в положении стоя	9[6;10]	13[8;17]	0,1084
Сроки восстановления функции ходьбы	11[9;13]	15[11;19]	0,026744

Корреляционный анализ выявил зависимость сроков восстановления баланса в положении сидя и стоя от тяжести инсульта ( $r=0,626671$ ,  $p=0,000000$ ;  $r=0,813280$ ,  $p=0,000000$  соответственно) и от степени двигательных нарушений в ноге ( $r=-0,624116$ ,  $p=0,000000$ ;  $r=-0,810113$ ,  $p=0,000000$  соответственно).

Сроки восстановления функции ходьбы зависели от величины очага поражения ( $r=-0,297341$ ,  $p=0,049979$ ). Чем обширнее был очаг, тем позже были сроки освоения первых шагов.

Особый интерес вызывает анализ тех 13 больных (5 из основной группы и 8 из контрольной), которые к 21 суткам от начала инсульта не освоили навык самостоятельного передвижения.

У этих больных чаще, чем у остальных наблюдалось вовлечение в процесс внутренней капсулы, что является дополнительным неблагоприятным фактором восстановления (Рис. 4). Кроме того, у этих больных чаще, чем у остальных отмечались в клинической картине тромбозы вен нижних конечностей и пневмонии. Так же все эти пациенты имели повышенную массу тела и относились к более старшей возрастной группе.

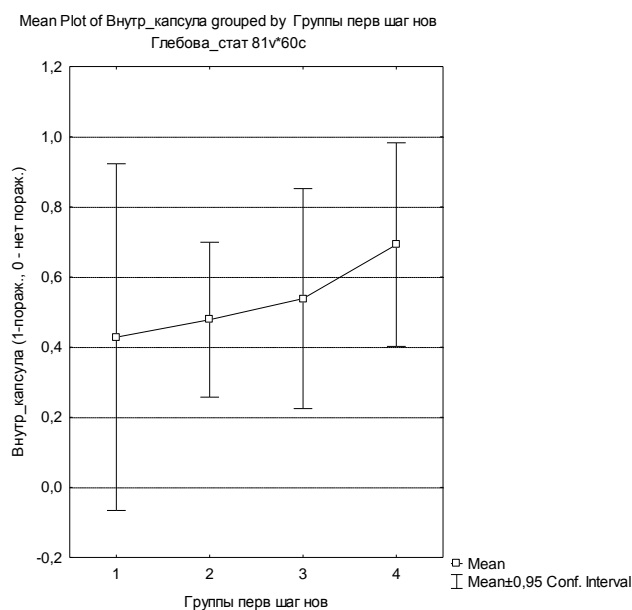


Рисунок 4. Средние значения встречаемости очаговых изменений во внутренней капсуле при различных сроках освоения навыка ходьбы (1 – группа больных, которые освоили навык ходьбы на 1 неделе после развития инсульта, 2 – группа больных, освоивших навык ходьбы на 2 неделе после развития инсульта и 3 – группа больных, которые освоили навык ходьбы на 3 неделе после развития инсульта, 4 – группа больных, которые к 21 суткам не освоили навык ходьбы).

#### **Состояние тонуса в мышцах голени в первые сутки развития инсульта и его изменения под влиянием механической стимуляции опорных зон стоп**

При оценке состояния тонуса в мышцах голени паретичной ноги в первые сутки развития инсульта по шкале Ashworth оказалось, что у 36 (64%) из 56 больных в мышцах голени определялась гипотония, у 9 (16%) из 56 – тонус не был изменен, также у 9 (16%) из 56 – незначительное повышение мышечного тонуса в разгибателях голени и у 2 (4%) – умеренное повышение.

При этом выявлялась зависимость состояния мышечного тонуса от тяжести инсульта ( $r = -0,39$ ;  $p = 0,002790$ ) и степени пареза в ноге ( $r = 0,3$ ;  $p = 0,025$ ) при поступлении.

После курса реабилитации как в основной, так и в контрольной группе наблюдалось достоверное изменение мышечного тонуса. В основной группе в отличие от контрольной у большинства больных отмечался тонус не изменялся (62,5%). Следует подчеркнуть, что ни у одного больного основной группы не отмечалось даже умеренного повышения тонуса. В контрольной группе (рис 5).

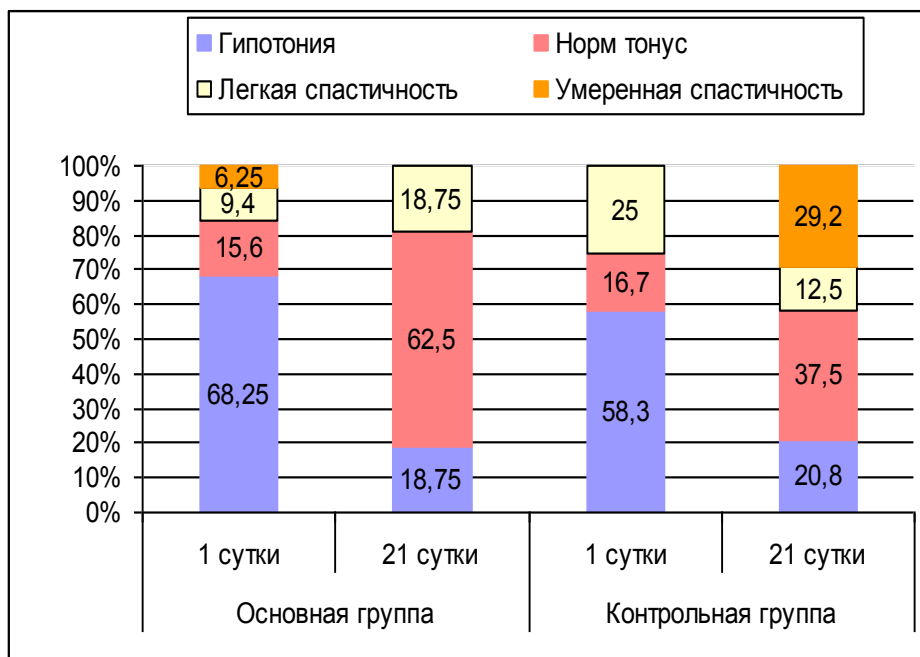


Рисунок 5. Состояние мышечного тонуса в разгибателях стопы в основной и контрольной группах до и после курса реабилитации.

Отдельно были проанализированы группы больных с гипотонией в первые сутки развития инсульта и больные, у которых тонус изначально был повышен в разгибателях стопы.

Как видно из Таблицы 8, как в основной, так и контрольной группе у больных с гипотонией на 21 сутки наблюдалась нормализация мышечного тонуса, при этом на 21 сутки не было выявлено статистически значимого различия в состоянии мышечного тонуса между основной и контрольной группами.

Таблица 8.

Средние значения (Me [LQ; UQ]) состояния мышечного тонуса при поступлении и на 21 сутки в разгибателях стопы в основной и контрольной группах у больных с гипотонией.

Сроки обследования	Основная группа (n=22)	Контрольная группа (n=14)	M-W U test
При поступлении	-1[-1;-1]	-1 [-1;-1]	0,468783
На 21 сутки	0 [-1;0]	0 [-1;1]	0,653844
Wilcoxon pairs test	0,001090	0,007686	

В то же время у больных с повышенным мышечным тонусом в основной и контрольной группах к 21 суткам после развития инсульта наблюдались разнонаправленные изменения. Как видно из Таблицы 9 у больных основной группы с повышенным тонусом в разгибателях голени, в комплексное лечение которых была включена МСС, на 21 сутки наблюдалось достоверное снижение мышечного тонуса. У больных же контрольной группы с повышенным тонусом в разгибателях стоп, которые получали традиционное лечение, на 21 сутки наблюдалось повышение мышечного тонуса.

Таблица 9.

Средние значения (Me [LQ; UQ]) состояния мышечного тонуса при поступлении и на 21 сутки в разгибателях стопы в основной и контрольной группах у больных с повышенным тонусом.

Сроки обследования	Основная группа (n=5)	Контрольная группа (n=6)	M-W Utest
При поступлении	1 [1;2]	1 [1;1]	0,468783
На 21 сутки	0 [0;1]	2 [1;2]	0,053844
Wilcoxon pairs test	0,001090	0,007686	

#### **Влияние механической стимуляции опорных зон стоп на вязко-эластические свойства мышц голени паретичной ноги**

У 21 пациента (13 из основной и 8 из контрольной) нами были изучены вязко-эластические свойства мышц, такие как динамическая жесткость и эластичность. У всех больных в первые сутки развития инсульта определялось значительное снижение динамической жесткости в передней большеберцовой мышце ( $p=0,001055$ ) и повышение этого показателя в камбаловидной мышце ( $p=0,006500$ ). Кроме того, наблюдалось ухудшение эластичности исследуемых мышц, особенно камбаловидной мышцы (Табл.10).

Таблица 10.

Средние значения (Me [LQ; UQ]) биомеханических показателей исследуемых мышц у здоровых лиц и у больных при поступлении.

		Норма	Больные	p-level
Передняя большеберцовая мышца	Эластичность	0,9 [0,9;1,1]	1,1 [1;1,3]	0,005716
	Жесткость (Н/м)	395 [345;429]	352 [314;375]	0,001055
Камбаловидная мышца	Эластичность	1,3 [1,1;2,1]	2,2 [1,9;2,5]	0,000320
	Жесткость (Н/м)	300 [285;321]	325 [309;337]	0,006500

При оценке взаимосвязи между клиническими характеристиками и вязко-эластическими свойствами в мышцах голени была выявлена связь возраста больных и показателя эластичности передней большеберцовой мышцы ( $r= 0,462415$ ,  $p= 0,034805$ ), тяжести инсульта и динамической жесткости передней большеберцовой мышцы ( $r=-0,436231$ ,  $p= 0,048045$ ), эластичности камбаловидной мышцы ( $r=-0,450153$ ,  $p= 0,040593$ ), а также давности инсульта и эластичности камбаловидной мышцы ( $r= -0,457645$ ,  $p= 0,036974$ ).

При оценке показателя динамической жесткости после курса реабилитации в основной группе в камбаловидной мышце отмечалось снижение этого показателя ( $p=0,01$ ), в то время как в передней большеберцовой мышце достоверного изменения этого показателя по сравнению с исходными данными не отмечалось ( $p=0,44$ ). В контрольной группе достоверных изменений показателя динамической жесткости как в камбаловидной, так и передней большеберцовой мышце не наблюдалось (Табл. 11).

Таблица 11.

Средние значения (Me [LQ; UQ]) показателя динамической жесткости в основной и контрольной группах до и после курса реабилитации.

	Норма	Больные при поступлении	Основная группа на 21 сутки	Контрольная группа на 21 сутки
Передняя большеберцовая мышца	395[345;429]	352[314;375]	319[281;331]	299[278;352]#
Камбаловидная мышца	300[285;321]	325[309;337]	281[262;325]**	311[291;323]

# -  $p = 0,08$ ; \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$

При изучении показателя эластичности, оказалось, что после курса реабилитации этот показатель в передней большеберцовой мышцы практически не изменялся как в основной, так и в контрольной группе. Что касается показателя эластичности камбаловидной мышцы, то в основной группе выявлена некоторая тенденция к снижению этого показателя по сравнению с исходным значением, что свидетельствует об улучшении эластических свойств камбаловидной мышцы, в контрольной группе динамики этого показателя по сравнению с исходным значением практически не наблюдалось (Табл. 12).

Таблица 12.

Средние значения (Me [LQ; UQ]) показателя эластичности в основной и контрольной группах до и после курса реабилитации.

	Норма	Больные при поступлении	Основная группа на 21 сутки	Контрольная группа на 21 сутки
Передняя большеберцовая мышца	0,94 [0,86;1,06]	1,10 [0,98;1,33]	1 [0,88;1,39]	1,15 [1,03;1,42]
Камбаловидная мышца	1,32 [1,1;2,07]	2,23 [1,94;2,49]***	1,87 [1,48;2,72]#	2,39 [1,98;2,63]

# -  $p = 0,08$ ; \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$

Проведенное исследование показало, что уже в первые сутки после развития инсульта как в сгибателях (передней большеберцовой мышце), так и в разгибателях

(камбаловидной мышце) стопы отмечались достоверные изменения вязко-эластических свойств мышц у больных по сравнению с нормой, что выражалось в повышении динамической жесткости в камбаловидной мышце, по-видимому, связанное с рефлекторным напряжением в этой мышце, и снижении этого показателя в передней большеберцовой мышце, что возможно отражает развившийся парез сгибателей голени. В основной группе, в отличие от контрольной группы на фоне применения МСС наблюдалось достоверное улучшение вязко-эластических свойств в камбаловидной мышце.

### **Влияние механической стимуляции опорных зон стоп на реорганизацию супраспинальных структур**

Функциональная МРТ (фМРТ) с использованием пассивной сенсомоторной парадигмы, имитирующей локомоцию, было выполнено у 8 пациентов основной группы и у 5 пациентов контрольной группы при поступлении и на 21 сутки инсульта.

В основной группе после проведения курса реабилитации, включающего МСС 2 раза в сутки 5 раз в неделю в течение 3-х недель, отмечалась отчетливая положительная динамика в неврологическом статусе, в контрольной группе - на 21 сутки инсульта статистически значимых различий показателей неврологического дефицита получено не было ( $p > 0,05$ ) (Табл. 13).

Таблица 13.

Средние значения (Me [LQ; UQ]) основных показателей неврологического дефицита в основной и контрольной группах до и после лечения

		Основная группа (n=8)	Контрольная группа (n=5)
NIHSS	При поступлении	11[9;15]	15[10;15]
	На 21 сутки	6[5;10]	11[6;13]
Wilcoxon test		0,0117	0,0678
Fugl-Meyer	При поступлении	6[4;8]	4[4;4]
	На 21 сутки	15[12;20]	8[4;12]
Wilcoxon test		0,0117	0,108
Rankin	При поступлении	5[4;5]	5[4;5]
	На 21 сутки	3[3;4]	4[3;5]
Wilcoxon test		0,0117	0,108
Barthel	При поступлении	25[22;35]	15[12;40]

	На 21 сутки	57[50;67]	25[25;55]
Wilcoxon test		0,0117	0,108

Кроме того, при оценке сроков восстановления баланса и функции ходьбы, оказалось, что в основной группе восстановление баланса в состоянии сидя отмечалось у 75% больных в течение первой недели после развития инсульта, в то время как в контрольной группе наиболее часто (у 40%) в течение второй недели. Восстановление баланса в положении стоя наблюдалось у 50 % больных основной группы и у 40% больных контрольной группы в течение третьей недели. Что касается восстановления функции ходьбы, то следует отметить, что большинство (62,5%) больных основной группы совершили первые самостоятельные шаги на третьей неделе, в то время как большинство (60%) больных контрольной группы – только на четвертой неделе (Рис. 6).

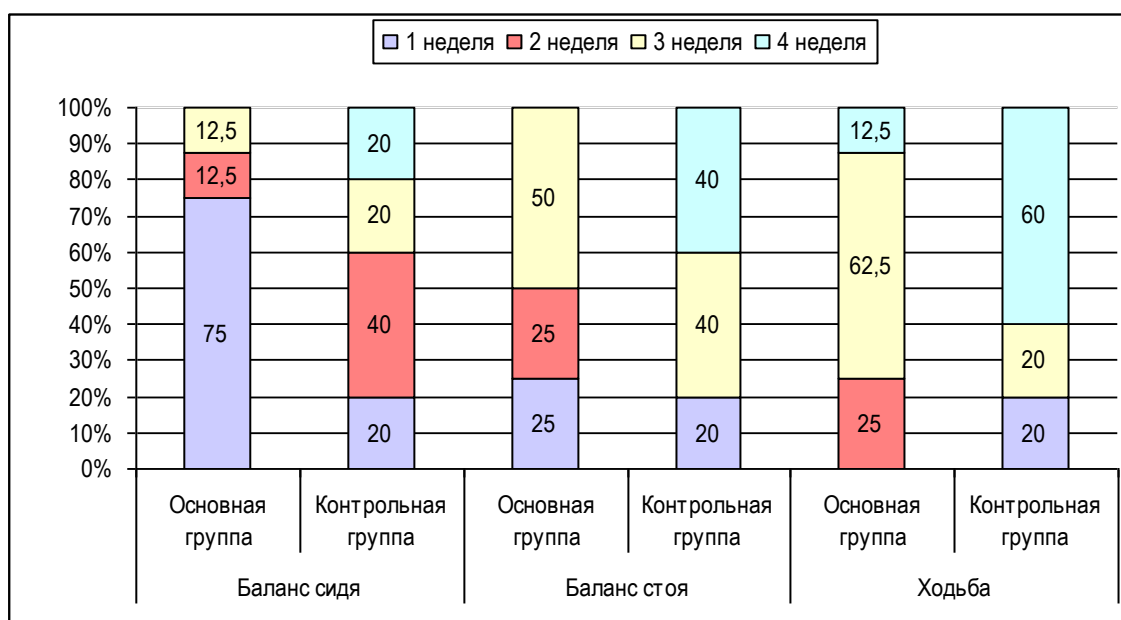


Рисунок 6. Частота восстановления баланса и функции ходьбы у больных основной и контрольной групп.

При оценке МР-данных, выполненных при поступлении наблюдалась дезорганизация супраспинальных структур как в основной, так и в контрольной группе (рис 7).



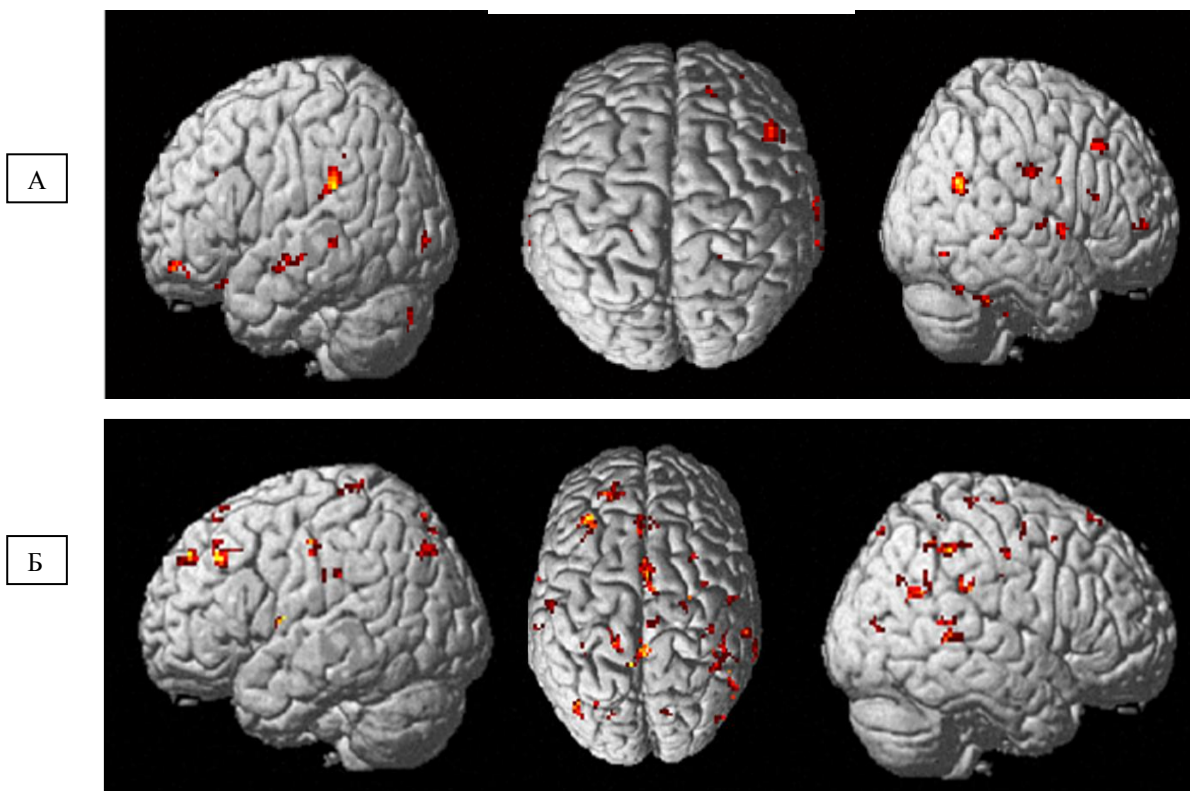
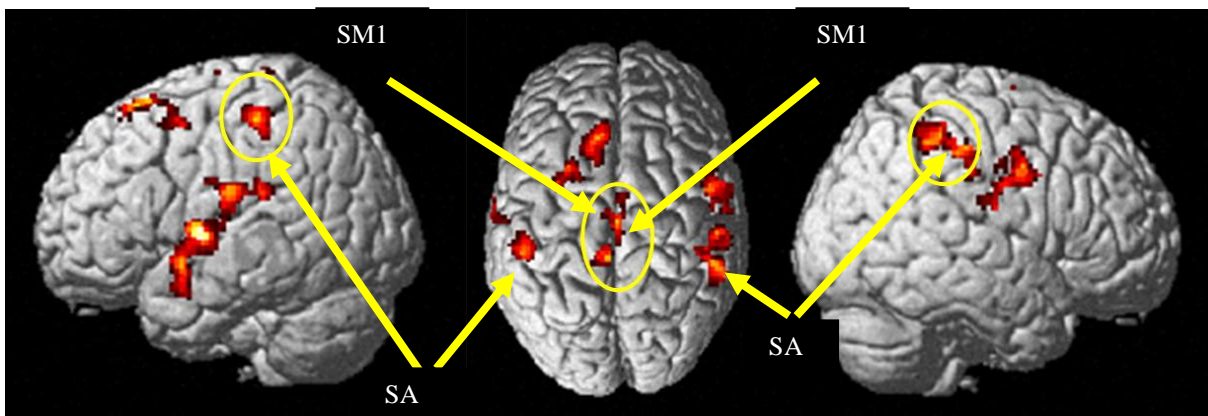


Рисунок 7. Дезорганизация супраспинальных структур, ответственных за локомоцию в основной (А) и контрольной (Б) группах ( $T=2,5$ ).

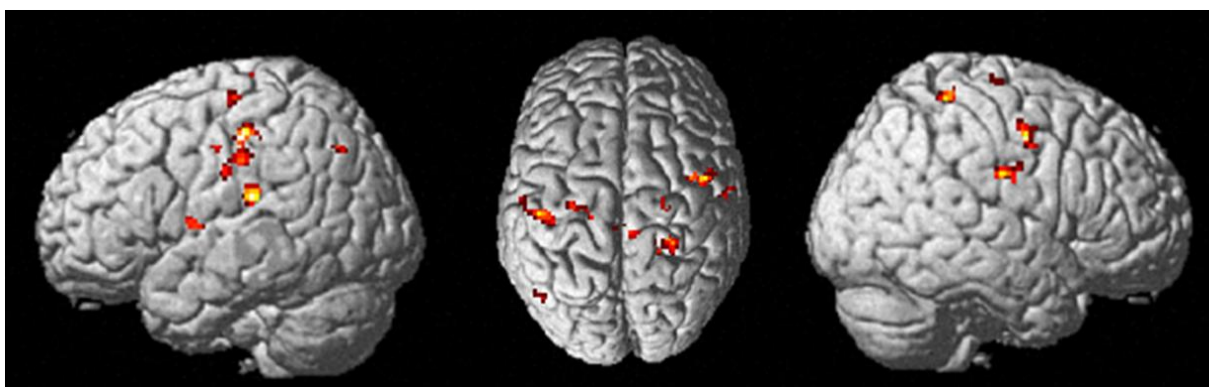
При оценке фМРТ на 21 сутки инсульта в основной группе отмечалось начало формирования паттерна активации супраспинальных структур, контролирующей локомоцию. Так, активация первичной сенсомоторной коры SM1 (парацентральная доля) и дополнительной моторной коры SMA отмечалась, в основном, в контралатеральном полушарии, в то время как активация вторичной сенсомоторной области SA (правая и левая нижние теменные доли) превалировала на стороне очага в ипсилатеральном полушарии (Рис. 8).



**Рисунок 8.** Формирование паттерна корковой активации в основной группе больных на 21 сутки.

$P_{uncor}=0,091$ ;  $T=5,97$ ;  $Z=3,45$ ; MNI (x,y,z) 0-16-72 (мм). Объем зоны активации 246 вокселей (vxl), преимущественно расположенные в левом полушарии большого мозга. Формирование паттернов активности вторичной сенсорной коры левого полушария (SA):  $P_{uncor}=0,088$ ;  $T=5,47$ ;  $Z=3,31$ ; MNI (x,y,z) 48-32-54 (мм). Зона активации вторичной сенсорной коры правого полушария (SA)  $T=8,13$ ;  $P_{uncor}=0,018$ ;  $Z=3,94$ ; MNI 58-46-48 (мм). Объем зоны активации вторичной сенсорной коры слева 129 vxl, справа 274 vxl. Зона активации дополнительной моторной коры (SMA)  $T=6,77$ ;  $P_{uncor}=0,051$ ;  $Z=3,65$  MNI(x,y,z) 14-20-60 (мм). Объем зоны активации 174 vxl.

При оценке данных фМРТ на 21 сутки от момента развития инсульта в контрольной группе значимых изменений по сравнению с исходными данными не наблюдается, сохраняется дезактивация корковых структур, ответственных за локомоцию (Рис. 9).



**Рисунок 9.** Дезорганизация супраспинальных структур, ответственных за локомоцию, в контрольной группе на 21 сутки ( $T=2,5$ ).

Можно предположить, что эффективность включения МСС в раннюю реабилитации больных с острым инсультом (уменьшение выраженности двигательного дефицита, более ранние сроки восстановления баланса и функции ходьбы, нормализация мышечного тонуса и улучшение вязко-эластических свойств мышц голени паретичной ноги) обусловлена, прежде всего, коррекцией познотонических нарушений в гравитационной мускулатуре ног и туловища, возникших в результате функциональной опорной депривации. Это предположение подтверждается данными фМРТ, при которой были получены данные, свидетельствующие о том, что на фоне усиленного потока опорной афферентации, создаваемого МСС от аппарата Корвит», в течение 3 недель с момента развития инсульта, наблюдается реорганизация супраспинальных структур, отвечающих за локомоцию, в виде начала формирования характерного паттерна активации. При этом, ипсилатерально наблюдается преобладание активации чувствительных зон (вторичной сенсомоторной коры), а в контралатеральном полушарии превалирует активация первичной сенсомоторной коры и возникает активация дополнительной моторной коры.

## **ВЫВОДЫ**

1. Комплекс реабилитационных мероприятий, включающий механическую стимуляцию опорных зон стоп, позволяет ускорить восстановление мышечной силы в паретичной ноге, баланса в положении сидя и стоя, ходьбы и общей функциональности активности по шкалам Rankin и Barthel.

2. Программа реабилитации, включающая механическую стимуляцию опорных зон стоп, позволяет повысить эффективность реабилитационных мероприятий при «неблагоприятной» локализации очага в подгруппах больных с инфарктами в глубоких отделах полушарий большого мозга с вовлечением задней ножки внутренней капсулы и большими инфарктами, обусловленными кардиогенной тромбоэмболией, а также у больных с сахарным диабетом. К факторам, определяющим тяжелую степень двигательных нарушений и неспособность к самостоятельному передвижению к концу острого периода инсульта, относятся локализация очаговых изменений в задней ножке внутренней капсулы и прилежащих

к ней областях; аспонтанность, инертность, анозогнозия при развитии нарушения мозгового кровообращения в правом полушарии большого мозга; повышенная масса тела; пожилой возраст.

3. Включение механической стимуляции опорных зон стоп в программу ранней реабилитации (начиная с первых суток) инсульта способствует нормализации мышечного тонуса в парализованных конечностях в случаях гипотонии и снижению мышечного тонуса в случаях его повышения.

4. В первые сутки после развития инсульта в передней большеберцовой мышце (сгибателе стопы) регистрируется снижение динамической жесткости, а в его антагонисте камбаловидной мышце (разгибателе стопы) – повышение динамической жесткости, что приводит к уменьшению показателя асимметрии тонуса по сравнению с нормой. Ранняя механическая стимуляция опорных зон стоп способствует снижению динамической жесткости и улучшению эластических свойств камбаловидной мышцы, что способствует повышению показателя асимметрии тонуса.

5. По данным фМРТ механическая стимуляция опорных зон стоп в остром периоде инсульта способствует восстановлению двигательных функций, баланса и ходьбы за счет реорганизации двигательной системы в виде увеличения зоны активации в нижней теменной доле в ипсилатеральном полушарии, а также увеличения зон активации в парацентральной доле и появления дополнительных зон активации в областях двигательного анализатора контралатерального полушария.

#### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Целесообразно включение механической стимуляции опорных зон стоп в программу реабилитации больных: с подкорковой локализацией инфарктов, с вовлечением задней ножки внутренней капсулы и сахарным диабетом.
2. Больным с ОНМК рекомендуется проведение занятий на имитаторе подошвенной нагрузки «Корвит» с целью профилактики развития спастичности.

3. Механическая стимуляция опорных зон стоп безопасна и эффективна у больных с нестабильной гемодинамикой, т.к. не требует от пациента каких-либо усилий и проводится в пассивном режиме.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Глебова О.В., Максимова М.Ю., Черникова Л.А. Механическая стимуляция опорных зон стоп в остром периоде среднетяжелого и тяжелого инсульта// **Вестник восстановительной медицины.** – 2014.- С.71 – 75.
2. Максимова М.Ю., Михальченко В.Н., Синева Н.А., Глебова О.В., Водопьянов Н.П. Нейромидин в восстановлении двигательных функций после ишемического инсульта // **Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.** – 2013. - 2. - С. 25- 27
3. Глебова О.В., Максимова М.Ю., Черникова Л.А. Влияние механической стимуляции опорных зон стоп на мышечный тонус и биомеханические свойства мышц в паретичной голени в остром периоде инсульта// **Здравоохранение Таджикистана.** - 2014. – 1. – с.135 – 139.
4. Глебова О.В., Максимова М.Ю., Черникова Л.А., Механическая стимуляция опорных зон стоп в остром периоде инсульта // Сборник статей и тезисов I национальной конференции «От фундаментальной неврологической науки к клинике». М., - 2014. – с.15-19.
5. Глебова О.В., Максимова М.Ю., Черникова Л.А., Суслина З.А. Использование имитатора подошвенной нагрузки «Корвит» у больных в остром периоде инсульта//Материалы XVI Международной конференции 23–25 апреля 2014 года, г. Трускавец «Современные стратегии и тактика в неврологии», с.154 – 159.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ОНМК	острое нарушение мозгового кровообращения
МСС	механическая стимуляция опорных зон стоп
фМРТ	функциональная магнитно-резонансная томография
SM1	первичная сенсомоторная кора
SMA	дополнительная моторная кора
SA	вторичная сенсорная кора