

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

УДК 616.831-005

DOI 10.34014/2227-1848-2023-4-38-47

СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ В РАННЕМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА В КАРОТИДНОМ БАССЕЙНЕ

Т.Н. Суворова^{1,2}, Н.П. Грибова²

¹ ГАУЗ «Брянская городская больница № 1», г. Брянск, Россия;

² ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Смоленск, Россия

Цель исследования – провести анализ стабیلOMETрических показателей при двигательных нарушениях у пациентов в раннем восстановительном периоде после ишемического инсульта в каротидном бассейне и проследить их динамику на фоне реабилитационных мероприятий с применением стабилотренинга с биологической обратной связью (БОС).

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 24 пациента в возрасте от 44 до 75 лет. Отбирались больные с легкими и умеренными двигательными нарушениями, проходившие лечение на II этапе медицинской реабилитации на базе ГАУЗ «Брянская городская больница № 1», с давностью инсульта от 1 до 6 мес. СтабیلOMETрическое исследование проводилось на компьютерном стабیلOMETрическом анализаторе с БОС «Стабилан-01-2» (ЗАО «ОКБ «РИТМ», г. Таганрог). Курс стабیلOMETрического тренинга, включающий различные компьютерные игры с учетом степени пареза, выраженности координаторных нарушений и индивидуальной переносимости нагрузки, составлял 7–10 сеансов. Длительность тренинга – около 5–10 мин в начале терапии с постепенным увеличением продолжительности до 15–20 мин. Статистический анализ полученных данных проводился на персональном компьютере с использованием пакетов прикладных программ MS EXCEL и IBM Statistica 12.0. Динамика оценивалась с помощью критерия Вилкоксона. Все полученные различия считались достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты. В ходе исследования отмечено изменение стабیلOMETрических показателей в сторону снижения основных параметров стабیلOMETрической пробы («Разброс по фронтали» ($p=0,049$), «Средний разброс» ($p=0,045$)) и теста Ромберга («Средний разброс» при закрытых глазах ($p=0,046$) и «Скорость изменения площади стакинезиграммы» при закрытых глазах ($p=0,043$)), что говорит об улучшении двигательных навыков пациентов в процессе восстановительного лечения.

Выводы. Результаты проведенного анализа позволяют считать стабилотренинг с БОС эффективным лечебным методом в раннем восстановительном периоде для пациентов, перенесших ишемический инсульт в каротидном бассейне.

Ключевые слова: ишемический инсульт, стабیلOMETрический анализ, двигательные нарушения, реабилитация.

Введение. Одной из наиболее актуальных проблем современной неврологии является высокая распространенность сосудистых заболеваний головного мозга, которые относятся к ведущим причинам инвалидизации и

смерти населения [1]. В последние годы в Российской Федерации отмечается тенденция к снижению смертности от цереброваскулярных заболеваний [2, 3], но неизбежным следствием этого является рост числа больных,

живущих с последствиями перенесенного инсульта [4]. Инвалидизация после инсульта занимает первое место среди причин первичной инвалидности [5]; треть пациентов, перенесших инсульт, – лица трудоспособного возраста, но к труду способны вернуться лишь 20–25 % из них [6]. В России проживает более 1 млн человек, перенесших инсульт, что составляет 0,7 % всего населения [7]. Восстановительное лечение после перенесенного инсульта представляет собой большие трудности и не всегда эффективно [8]. В нашей стране медицинская реабилитация чаще всего ограничивается применением медикаментозной терапии в сочетании с лечебной физкультурой, массажем, физиотерапией [9]. Для достижения желаемого результата в восстановлении неврологических нарушений необходимо разрабатывать оптимальные реабилитационные подходы, основанные на современных методиках. Это позволит улучшить результаты борьбы с последствиями глобальной проблемы здравоохранения – инсультом.

К основным последствиям инсульта, требующим реабилитационных мероприятий и социальной реадaptации больных, относятся стато-локомоторные нарушения, так как именно они являются ведущими инвалидизирующими факторами [10, 11]. Пережившие инсульт пациенты часто испытывают нарушение координации и поддержания вертикальной позы вследствие дефицита двигательного контроля [12].

Наиболее действенным способом восстановления утраченных функций является проведение активной двигательной реабилитации. Однако существуют серьезные разногласия и споры об относительной эффективности различных подходов к реабилитации [13].

В последние годы в практике двигательной реабилитации с целью улучшения функции равновесия успешно применяется метод компьютерного стабилотренинга с биологической обратной связью (БОС) [14]. БОС является одним из часто исследуемых и быстро развивающихся направлений в восстановительной медицине. По всему миру постоянно проводятся исследования, основанные на данной методике, что говорит о её непреходящей актуальности [15]. По некоторым позициям,

согласно мнению авторов, БОС превосходит медикаментозное лечение (длительность терапии, переносимость, неинвазивность, безопасность) [16]. Наиболее эффективен стабилотренинг в первые 3–6 мес. после приступа [17]. Имеются данные, что включение стабилотренинга для восстановления баланса в комплексную медицинскую реабилитацию пациентов, перенесших инсульт, приводило к уменьшению степени пареза в пораженных конечностях и улучшению функции равновесия [18]. Выбор стимулируемых мышц и последовательность тренировок определяет врач для каждого больного с учетом характера неврологического дефекта. Он же составляет индивидуальную программу восстановительного лечения. Так, при парезах верхних конечностей биоуправлению подвергаются мышцы общих сгибателей и разгибателей кисти; нижних конечностей – разгибатели и абдукторы бедра, разгибатели и сгибатели голени и стопы [19]. Но, несмотря на имеющиеся публикации, проблема диагностического и лечебного применения стабилотренинга далека от разрешения, так как остаётся много вопросов к самой методике и срокам её применения в зависимости от локализации очага ишемии, выраженности неврологического дефицита, а также степени и характера повреждения самих постурологических механизмов [20].

Цель исследования. Провести анализ стабилотрических показателей при двигательных нарушениях у пациентов в раннем восстановительном периоде после ишемического инсульта в каротидном бассейне и проследить их динамику на фоне реабилитационных мероприятий с применением стабилотренинга с биологической обратной связью.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 24 пациента (16 мужчин (66,6 %), 8 женщин (33,4 %)) в возрасте от 44 до 75 лет, средний возраст составил 60,5 года. Для исследования отбирались ходячие пациенты с легкими и умеренными двигательными нарушениями, проходившие лечение на II этапе медицинской реабилитации в отделении медицинской реабилитации на базе ГАУЗ «Брянская городская больница № 1». Давность острого нарушения мозгового кровооб-

ращения (ОНМК) по ишемическому типу в каротидном бассейне составила от 1 до 6 мес.

Согласно данным компьютерной и магнитно-резонансной томографии, ишемический очаг правополушарной локализации регистрировался у 15 пациентов (62,5 %), левополушарной – у 9 (37,5 %). У пациентов отмечались следующие риски развития ОНМК: фибрилляция предсердий – у 6 чел. (25 %), сахарный диабет II типа – у 3 чел. (12,5 %), нарушение толерантности к углеводам – у 2 чел. (5,8 %), артериальная гипертензия – у всех исследуемых (100 %), гемодинамически значимые стенозы брахиоцефальных артерий (>60 %) – у 6 чел. (25 %). Все пациенты перед началом курса восстановительного лечения тестировались по стандартизированным шкалам: шкала тяжести инсульта Национального института здоровья США (National Institutes of Health Stroke Scale – NIHSS), шкала силы мышц Британского комитета медицинских исследований (MRCs), шкала функциональной независимости (Functional Independence Measure – FIM). Пациентам проводилось 7–10 сеансов стабилметрического тренинга, включающего различные компьютерные игры, подобранные с учётом степени пареза, выраженности координаторных нарушений и индивидуальной переносимости нагрузки. Длительность одного сеанса составляла около 5–10 мин в начале терапии с постепенным увеличением до 15–20 мин.

Стабилографическое исследование проводилось на компьютерном стабиланализаторе с биологической обратной связью «Стабилан-01-2» (ЗАО «ОКБ «РИТМ», г. Таганрог), который включает: стабилметрическую платформу, монитор для пациента и компьютер для врача с программным обеспечением StabMed 2.12. Стабилографическое исследование применяется для диагностики двигательных расстройств, развития координации, двигательной реабилитации, оценки динамики лечения. В нашем исследовании использовались следующие методики: диагностическая – тест Ромберга, исследовательская – стабиллографическая проба.

Тест Ромберга состоит из двух проб – с открытыми и закрытыми глазами. С использова-

нием панели управления пациент устанавливается на стабиллоплатформу, центр давления совмещается с центром координат, далее проводится проба. В фоновой пробе использовалась визуальная стимуляция в виде чередующихся кругов разного цвета. Обследуемому необходимо сосчитать количество белых кругов. В пробе с закрытыми глазами используется звуковая стимуляция в виде тональных сигналов, количество которых также необходимо сосчитать. По окончании записи пробы с закрытыми глазами обследование завершалось, программа переходила к обработке результатов. Анализ результатов теста Ромберга заключается в сравнении показателей проб с открытыми и закрытыми глазами. Тестирование занимает 1,5 мин.

В процессе проведения стабиллографической пробы оценивалась выраженность нарушений функции равновесия пациента в привычной для него позе при вертикальном стоянии. Запись проводилась в один этап. Применялся модуль универсальной стабиллографической пробы (УСП), который позволяет вести запись сигнала стоящего на стабиллоплатформе человека. Время проведения пробы – 1 мин.

В ходе исследования оценивалась динамика следующих стабилметрических показателей: средний разброс R, мм (средний радиус отклонения центра давления (ЦД), определяющий средний суммарный разброс колебаний центра давления); разброс Q, мм (среднеквадратическое отклонение ЦД по соответствующему направлению относительно смещения (Q_x, Q_y)) и скорость изменения площади статокинезиграммы V_s , мм²/с (характеризует среднеамплитудную скорость изменения площади статокинезиграммы). Изменение данных показателей в сторону уменьшения по сравнению с исходными значениями (до начала курса стабиллотерапии) рассматривалось как снижение степени неустойчивости пациента. По окончании комплекса восстановительных мероприятий все пациенты накануне выписки из отделения медицинской реабилитации подлежали повторному исследованию по оценочным шкалам на основании данных клинической картины.

Статистический анализ проводился на персональном компьютере с использованием пакетов прикладных программ MS EXCEL и IBM Statistica 12.0. Динамика в каждой группе до и после лечения оценивалась с помощью критерия Вилкоксона. Все полученные различия рассматривались на уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение. В результате тестирования пациентов по клиническим шкалам перед началом курса восстановительного лечения с использованием стабилотренинга и по его завершении были обнаружены достоверные различия по всем показателям. До лечения лёгкий инсульт (1–4 балла) по шкале NIHSS зафиксирован только у 3 чел., инсульт средней тяжести (от 5 до 15 баллов) – у 21 пациента, после лечения – у 12 и 12 пациентов соответственно, при этом средние значения по шкале значительно снизились.

После курса реабилитации мышечная сила верхних и нижних конечностей достоверно возросла. Оценка по шкале MRCS до начала терапии показала следующие результаты: в 1 балл сила в верхней конечности (слабое сокращение мышц) оценена у 2 пациентов, в 2 балла (движения только в горизонтальной плоскости) – у 4 пациентов, в 3 балла (способность поднимать конечность, но не

против сопротивления) – у 10 пациентов, в 4 балла (способность поднимать конечность против небольшого сопротивления) – у 8 пациентов. Нормальной (5 баллов) мышечной силы в верхней контрлатеральной очагу ишемии конечности не отмечалось ни у одного больного. Мышечная сила в нижней конечности у 12 пациентов оценена в 3 балла, у 11 пациентов – в 4 балла, только один пациент имел нормальную мышечную силу в конечности на контрлатеральной очагу ишемии стороне.

При повторной оценке по шкале MRCS после комплекса восстановительных процедур нормальную мышечную силу в верхней изначально паретичной конечности имели 3 пациента, мышечную силу в 4 балла – большинство больных (16 чел.), в 3 балла – всего 3 пациента и в 2 балла – 2 чел., изначально мышечная сила в паретичной руке которых соответствовала 1 баллу. При повторной оценке мышечная сила в паретичных нижних конечностях соответствовала 5 баллам у 5 пациентов, 4 баллам – у большинства пациентов (17 чел.), мышечная сила в 3 балла после терапии наблюдалась только у 2 чел.

Также после лечения достоверно увеличились значения по шкале функциональной независимости (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Оценка динамики показателей до и после лечения
у пациентов с ишемическим инсультом в каротидном бассейне
Parameter dynamics in patients with ischemic stroke
in the carotid artery before and after treatment

Показатель Parameter	До лечения Before treatment		После лечения After treatment		p-критерий p-value
	Среднее Mean	Стандартное отклонение Standard deviation	Среднее Mean	Стандартное отклонение Standard deviation	
Шкала NIHSS NIH Stroke Scale/Score	7,13	1,92	4,88	2,05	0,001*
Шкала MRCS (верхняя конечность) MRC scale (upper limb)	3,00	0,93	3,83	0,76	0,001*
Шкала MRCS (нижняя конечность) MRC scale (lower limb)	3,54	0,59	4,13	0,54	0,002*

Показатель Parameter	До лечения Before treatment		После лечения After treatment		p-критерий p-value
	Среднее Mean	Стандартное отклонение Standard deviation	Среднее Mean	Стандартное отклонение Standard deviation	
Шкала FIM FIM Scale	79,67	10,83	100,58	12,92	0,001*

Примечание. * – различия показателей до и после лечения достоверны ($p \leq 0,05$). Далее обозначения те же.

Note. * – the differences in parameters before and after treatment are significant ($p \leq 0.05$). Hereinafter designations are the same.

При оценке динамики результатов стабиллографического теста до и после лечения были обнаружены достоверные различия по показателям «Разброс по фронтали» ($p=0,049$)

и «Средний разброс» ($p=0,045$): отмечалось уменьшение их значений, что говорит об улучшении функции устойчивости (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Оценка динамики показателей стабиллографического теста до и после лечения у пациентов с ишемическим инсультом в каротидном бассейне

Dynamics of stabilographic test parameters in patients with ischemic stroke in the carotid artery before and after treatment

Показатель Parameter	До лечения Before treatment		После лечения After treatment		t эмпирическое t empirical	p-критерий p-value
	Среднее Mean	Стандартное отклонение Standard deviation	Среднее Mean	Стандартное отклонение Standard deviation		
Разброс по фронтали, Qx, мм Frontal spread, Qx, mm	6,99	6,21	4,88	3,24	81,0	0,049*
Средний разброс, R, мм Mean spread, R, mm	7,85	5,64	6,43	4,30	72,0	0,045*

При оценке динамики результатов теста Ромберга до и после лечения были обнаружены достоверные различия по показателям «Средний разброс» при закрытых глазах ($p=0,046$) и «Скорость изменения площади статокинезиграмм» при закрытых глазах

($p=0,043$): их значения после лечения также достоверно снизились (табл. 3). Эти изменения говорят об уменьшении степени выраженности нарушения равновесия и координации, повышении устойчивости пациентов.

Таблица 3
Table 3

**Оценка динамики показателей теста Ромберга до и после лечения
у пациентов с ишемическим инсультом в каротидном бассейне**

**Dynamics of the Romberg test parameters in patients with ischemic stroke
in the carotid artery before and after treatment**

Показатель Parameter		До лечения Before treatment		После лечения After treatment		t эмпирическое t empirical	p-критерий p-value
		Среднее Mean	Стандартное отклонение Standard deviation	Среднее Mean	Стандартное отклонение Standard deviation		
Средний разброс, R, мм Mean spread, R, mm	Открытые глаза Eyes open	4,42	2,62	3,72	2,41	121,0	0,605
	Закрытые глаза Eyes closed	7,77	6,74	5,54	4,16	80,0	0,046
Скорость изменения площади статокинези-граммы, SV, мм ² /с Time rate of statokinesigram area, SV, mm ² /sec	Открытые глаза Eyes open	18,03	20,45	12,64	12,25	117,0	0,346

Выводы:

1. Результаты проведенного стабилметрического анализа показали достоверное снижение значений основных стабилметрических показателей, что говорит об улучшении функции устойчивости, уменьшении нарушений равновесия и координации. Это позволяет считать стабилотренинг с БОС эффективным лечебным методом реабилитации больных с ишемическим инсультом в раннем восстановительном периоде после ишемического инсульта в каротидном бассейне.

2. Включение стабилотренинга в комплекс реабилитационных процедур способствует регрессу парезов конечностей, что в свою очередь улучшает функции передвижения и самообслуживания, доказывая целесообразность и экономическую обоснованность его широкого применения.

3. Данная методика является не только лечебным, но и информативным диагностическим методом контроля динамики результатов реабилитационных мероприятий у постинсультных больных.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: Суворова Т.Н., Грибова Н.П.

Литературный поиск, участие в исследовании, обработка материала: Суворова Т.Н.

Статистическая обработка данных: Суворова Т.Н.
Анализ и интерпретация данных: Суворова Т.Н., Грибова Н.П.
Написание и редактирование текста: Грибова Н.П.

Литература

1. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016; 388: 1545–1602. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31678-6.
2. Самородская И.В., Зайратьянц О.В., Перхов В.И. Динамика показателей смертности населения от острого нарушения мозгового кровообращения в России и США за 15-летний период. *Архив патологии*. 2018; 2: 34–36.
3. Пирадов М.А., Танашиян М.М., Максимова М.Ю. Инсульт: современные технологии диагностики и лечения. 3-е изд., доп. и перераб. Москва: МЕДпресс-информ; 2018. 360. ISBN: 978-5-00030-622-2.
4. Thilarajah S., Mentiply B.F., Bower K.J. Factors Associated With Post-Stroke Physical Activity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018; 99 (9): 1876–1889.
5. Котов С.В., Исакова Е.В., Шерегешев В.И. Возможности оптимизации программы реабилитационных мероприятий у пациентов в остром периоде ишемического инсульта. *Consilium Medicum*. 2018; 20 (9): 12–16.
6. Гольдблат Ю.В. Основы реабилитации неврологических больных. Санкт-Петербург: СпецЛит; 2017. 767. ISBN 978-5-299-00671-1.
7. Стаховская Л.В., Котов С.В. Инсульт: руководство для врачей. 2-е изд., доп. и перераб. Москва: ООО «Медицинское информационное агентство»; 2018. 488. ISBN-13 (EAN) 9785604000861.
8. Мартынов М.Ю., Ясаманова А.Н., Колесникова Т.И. Окислительный стресс у больных с мозговым инсультом. *Consilium Medicum*. Неврология. 2010; 2: 14–17.
9. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Шахпаронова Н.В. Реабилитация неврологических больных. Москва: МЕДпресс-информ; 2008. 560. ISBN 978-5-00030-839-4.
10. Скворцова В.И., Гудкова В.В., Иванова Г.Е. Принципы ранней реабилитации больных с инсультом. *Журнал неврологии и психиатрии*. Прил. «Инсульт». 2002; 102 (7): 28–33.
11. Yim-Chiplis P.K., Talbot L.A. Defining and measuring balance in adults. *Biol. Res. Nurs*. 2000; 1: 321–331.
12. Maciaszek J. Effects of Posturographic Platform Biofeedback Training on the Static and Dynamic Balance of Older Stroke Patients. *J. Stroke Cerebrovasc. Dis*. 2018; 18: 1052–3057.
13. Черникова Л.А. Клинические, физиологические и нейропсихологические аспекты баланс-тренинга у больных с последствиями инсульта. *Биоуправление – 3: теория и практика*. 1998; 3: 80–87.
14. Новикова Л.Б., Акоюн А.П., Шаранова К.М. Реабилитация больных в раннем и позднем восстановительном периодах инсульта: учеб. пособие. Уфа: БГМУ; 2019. 74.
15. Zhuang M., Wu Q., Wan F. State-of-the-art non-invasive brain – computer interface for neural rehabilitation: a review. *J. Neurorestoratol*. 2020; 8 (1): 12–25. DOI: 10.26599/JNR.2020.9040001.
16. Русских О.А., Перевоицков П.В., Бронникова В.А. Применение метода биологической обратной связи в психологической реабилитации пациентов после инсульта. *Человек. Искусство. Вселенная*. 2019; 1: 137–145.
17. Плишкина Е.А., Бейн Б.Н. Влияние стабилметрического тренинга на постуральную устойчивость больных в острейшем периоде ишемического инсульта. *Вятский мед. вестн*. 2016; 1 (49): 25–29.
18. Корчажкина Н.Б., Михайлова А.А. Особенности применения стабиллоплатформ с биологической обратной связью при различных социально-значимых заболеваниях. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2019; 18 (2): 103–105.
19. Гусев Е.И., Скворцова В.И. Ишемическая болезнь головного мозга. Москва: Медицина; 2001. 327.
20. Ахмадеева Л.Р., Миняева Э.М., Ахметова Н.Р. Диагностика равновесия у пациентов после церебрального инсульта с использованием современных тестов. IV Международный конгресс «Нейро-реабилитация-2012». Москва; 2012: 10–11.

Поступила в редакцию 02.04.2023; принята 11.07.2023.

Авторский коллектив

Суворова Татьяна Николаевна – врач-невролог неврологического отделения, ГАУЗ «Брянская городская больница № 1». 241035, Россия, г. Брянск, ул. Камозина, 11; аспирант кафедры неврологии, физиотерапии и рефлексотерапии, ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 214019, Россия, г. Смоленск, ул. Крупской, 28; e-mail: tatianataratonova@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2108-9924>.

Грибова Наталья Павловна – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой неврологии, физиотерапии и рефлексотерапии, ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 214019, Россия, г. Смоленск, ул. Крупской, 28; e-mail: nevropk@smolgm.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2853-4501>.

Образец цитирования

Суворова Т.Н., Грибова Н.П. Стабилометрический анализ двигательных нарушений у пациентов в раннем восстановительном периоде после ишемического инсульта в каротидном бассейне. Ульяновский медико-биологический журнал. 2023; 4: 38–47. DOI: 10.34014/2227-1848-2023-4-38-47.

STABILOMETRIC ANALYSIS OF MOTOR DISORDERS IN PATIENTS WITH ISCHEMIC STROKE IN THE CAROTID ARTERY IN THE EARLY REHABILITATION PERIOD

T.N. Suvorova^{1, 2}, N.P. Gribova²

¹ Bryansk City Hospital No. 1, Bryansk, Russia;

² Smolensk State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Smolensk, Russia

The purpose of the study is to analyze stabilometric parameters for motor disorders in patients with an ischemic stroke in the carotid artery in the early rehabilitation period and to monitor their dynamics under rehabilitation therapy with biofeedback (BFB) stabilization training.

Materials and Methods. The study involved 24 patients aged 44–75. We chose the patients with mild and moderate motor impairments who were at the second stage of medical rehabilitation at Bryansk City Hospital No. 1. The patients suffered stroke 1–6 months ago. The stabilographic study was carried out on a BFB stabiloanalyzer “Stabilan-01-2” (RITM, Taganrog). The stabilometric training consisted of 7–10 sessions and included various computer games taking into account the type of paresis, the severity of coordination disorders and individual load tolerance. At the beginning of therapy, training lasted 5–10 minutes but gradually it increased up to 15–20 minutes. MS EXCEL and IBM Statistica 12.0 were used for statistical analysis of the obtained data. The Wilcoxon test was used to assess the dynamics. All obtained differences were significant ($p \leq 0.05$).

Results. During the study, a change in stabilometric parameters was noted towards a decrease in the main parameters of the stabilographic test (“Frontal spread” ($p=0.049$), “Mean spread” ($p=0.045$)) and the Romberg test (“Mean spread” with eyes closed ($p=0.046$) and “Time rate of statokinesigram area” with eyes closed ($p=0.043$)), which indicated an improvement in the patients’ motor skills during rehabilitation therapy.

Conclusions. The results of the analysis allow us to consider stabilization training with biofeedback an effective treatment modality in the early rehabilitation period for patients with ischemic stroke in the carotid artery.

Key words: ischemic stroke, stabilometric analysis, motor disorders, rehabilitation.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions

Research concept and design: Suvorova T.N., Gribova N.P.

Literature search, participation in the research study, data processing Suvorova T.N.

Statistical data processing: Suvorova T.N.

Data analysis and interpretation: Suvorova T.N., Gribova N.P.

Text writing and editing: Gribova N.P.

References

1. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016; 388: 1545–1602. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31678-6.
2. Samorodskaya I.V., Zayrat'yants O.V., Perkhov V.I. Dinamika pokazateley smertnosti naseleniya ot ostrogo narusheniya mozgovogo krovoobrashcheniya v Rossii i SShA za 15-letniy period [Dynamics of population mortality rates from acute cerebrovascular accident in Russia and the USA over a 15-year period]. *Arkhiv patologii*. 2018; 2: 34–36 (in Russian).
3. Piradov M.A., Tanashyan M.M., Maksimova M.Yu. *Insul't: sovremennye tekhnologii diagnostiki i lecheniya* [Stroke: Modern methods of diagnosis and treatment]. 3-e izd., dop. i pererab. Moscow: MEDpress-inform; 2018. 360. ISBN 978-5-00030-622-2 (in Russian).
4. Thilarajah S., Mentiplay B.F., Bower K.J. Factors Associated With Post-Stroke Physical Activity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018; 99 (9): 1876–1889.
5. Kotov S.V., Isakova E.V., Sheregeshev V.I. Vozmozhnosti optimizatsii programmy reabilitatsionnykh meropriyatiy u patsientov v ostrom periode ishemicheskogo insulta [Possibilities for optimizing the rehabilitation program for patients in the acute period of ischemic stroke]. *Consilium Medicum*. 2018; 20 (9): 12–16 (in Russian).
6. Gol'dblat Yu.V. *Osnovy reabilitatsii nevrologicheskikh bol'nykh* [Fundamentals for rehabilitation of neurological patients]. St. Petersburg: SpetsLit; 2017. 767. ISBN 978-5-299-00671-1 (in Russian).
7. Stakhovskaya L.V., Kotov S.V. *Insul't: rukovodstvo dlya vrachev* [Stroke: Physician's manual]. 2-e izd., dop. i pererab. Moscow: OOO «Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo»; 2018. 488. ISBN-13 (EAN) 9785604000861 (in Russian).
8. Martynov M.Yu., Yasamanova A.N., Kolesnikova T.I. Okislitel'nyy stress u bol'nykh s mozgovym insultom [Oxidative stress in patients with cerebral stroke]. *Consilium Medicum. Nevrologiya*. 2010; 2: 14–17 (in Russian).
9. Kadykov A.S., Chernikova L.A., Shakhparonova N.V. *Reabilitatsiya nevrologicheskikh bol'nykh* [Rehabilitation of neurological patients]. Moscow: MEDpress-inform; 2008. 560. ISBN 978-5-00030-839-4 (in Russian).
10. Skvortsova V.I., Gudkova V.V., Ivanova G.E. Printsipy ranney reabilitatsii bol'nykh s insultom [Principles of early rehabilitation for stroke patients]. *Zhurnal nevrologii i psikhatrii. Pril. «Insul't»*. 2002; 102 (7): 28–33 (in Russian).
11. Yim-Chiplis P.K., Talbot L.A. Defining and measuring balance in adults. *Biol. Res. Nurs*. 2000; 1: 321–331.
12. Maciaszek J. Effects of Posturographic Platform Biofeedback Training on the Static and Dynamic Balance of Older Stroke Patients. *J. Stroke Cerebrovasc. Dis*. 2018; 18: 1052–1057.
13. Chernikova L.A. Klinicheskie, fiziologicheskie i neyropsikhologicheskie aspekty balans-treninga u bol'nykh s posledstviyami insulta [Clinical, physiological and neuropsychological aspects of balance training in stroke patients]. *Bioupravlenie – 3: teoriya i praktika*. 1998; 3: 80–87 (in Russian).
14. Novikova L.B., Akopyan A.P., Sharapova K.M. *Reabilitatsiya bol'nykh v rannem i pozdnem vosstanovitel'nom periodakh insulta: ucheb. posobie* [Rehabilitation of stroke patients in the early and late recovery periods: Textbook]. Ufa: BGMU; 2019. 74 (in Russian).
15. Zhuang M., Wu Q., Wan F. State-of-the-art non-invasive brain – computer interface for neural rehabilitation: a review. *J. Neurorestoratol*. 2020; 8 (1): 12–25. DOI: 10.26599/JNR.2020.9040001.
16. Russkikh O.A., Perevoshchikov P.V., Bronnikova V.A. Primenenie metoda biologicheskoy obratnoy svyazi v psikhologicheskoy reabilitatsii patsientov posle insulta [Biofeedback method in the psychological rehabilitation of stroke patients]. *Chelovek. Iskusstvo. Vseennaya*. 2019; 1: 137–145 (in Russian).
17. Plishkina E.A., Beyn B.N. Vliyanie stabilometricheskogo treninga na postural'nyu ustoychivost' bol'nykh v ostreyshe periodo ishemicheskogo insulta [Influence of stabilometric training on postural stability in patients with acute ischemic stroke]. *Vyatskiy med. vestn*. 2016; 1 (49): 25–29 (in Russian).
18. Korchazhkina N.B., Mikhaylova A.A. Osobennosti primeneniya stabiloplatform s biologicheskoy obratnoy svyaz'yu pri razlichnykh sotsial'no-znachimyykh zabolevaniyakh [Use of stabiloplatforms with biological feedback in various socially significant diseases]. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya*. 2019; 18 (2): 103–105 (in Russian).

19. Gusev E.I., Skvortsova V.I. *Ishemicheskaya bolezni' golovnogo mozga* [Ischemic brain disease]. Moscow: Meditsina; 2001. 327 (in Russian).
20. Akhmadeeva L.R., Minyazeva E.M., Akhmetova N.R. Diagnostika ravnovesiya u patsientov posle tserebral'nogo insulta s ispol'zovaniem sovremennykh testov [Balance diagnosis in cerebral stroke patients with new tests]. *IV Mezhdunarodnyy kongress «Neyroreabilitatsiya-2012»* [4th International Congress "Neurorehabilitation-2012"]. Moscow; 2012: 10–11 (in Russian).

Received April 02, 2023; accepted July 11, 2023.

Information about the authors

Suvorova Tat'yana Nikolaevna, Neurologist, Neurological Department, Bryansk City Hospital No. 1. 241035, Russia, Bryansk, Kamozin St., 11; Postgraduate Student, Chair of Neurology, Physiotherapy and Reflexology, Smolensk State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. 214019, Russia, Smolensk, Krupskaya St., 28; e-mail: tatianataratonova@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2108-9924>.

Gribova Natal'ya Pavlovna, Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Head of the Chair of Neurology, Physiotherapy and Reflexology, Smolensk State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. 214019, Russia, Smolensk, Krupskaya St., 28; e-mail: nevrofpk@smolgm.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2853-4501>.

For citation

Suvorova T.N., Gribova N.P. Stabilometricheskij analiz dvigatel'nyh narushenij u pacientov v rannem vostanovitel'nom periode posle ishemicheskogo insulta v karotidnom bassejne [Stabilometric analysis of motor disorders in patients with ischemic stroke in the carotid artery in the early rehabilitation period]. *Ulyanovskiy mediko-biologicheskij zhurnal*. 2023; 4: 38–47. DOI: 10.34014/2227-1848-2023-4-38-47 (in Russian).