



Клиническое наблюдение

Визуальная и акустическая обратная связь по опорной реакции для нижних и верхних конечностей на примере пациентки после инсульта

Исакова Е.В.¹ • Егорова Ю.В.¹

Исакова Елена Валентиновна – д-р мед. наук, науч. сотр. отделения неврологии¹; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0804-1128>

✉ 129110, г. Москва, ул. Щепкина, 61/2, Российская Федерация.

Тел.: +7 (916) 904 85 52; +7 (495) 631 74 32.

E-mail: isakovael@mail.ru

Егорова Юлия Владимировна – очный аспирант кафедры неврологии факультета усовершенствования врачей¹; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3504-046X>. E-mail: pjv90@mail.ru

Инсульт – основная причина инвалидности взрослого населения в мире. Последствия инсульта могут включать в себя различные нарушения – двигательные, когнитивные, эмоционально-поведенческие расстройства, что ведет к снижению активности больного в повседневной жизни, нарушению способности к самообслуживанию, а также негативно влияет на качество жизни. В настоящей статье дано описание клинического случая применения новой комплексной программы нейрореабилитационного лечения у пациентки в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта со спастическим гемипарезом, умеренными когнитивными и аффективными расстройствами. Программа нейрореабилитации основана на использовании биологической обратной связи по опорной реакции с применением слухового и зрительного каналов, где последовательно применяются классические статические и динамические стабилметрические тренировки в положении больного стоя на платформе, а также занятия с использованием силового джойстика для верхней конечности в положении больного сидя. Кроме того, комплексная программа включала в себя занятия с логопедом-нейропсихологом и занятия лечебной физкультурой. В результате лечения отмечено улучшение общего

состояния пациентки, восстановление функции движения верхней конечности, нормализация когнитивных функций, регресс аффективных расстройств. Полученный в ходе лечения эффект был стойким, при оценке неврологического статуса в динамике через 3 месяца прогрессирования неврологической симптоматики не выявлено. Таким образом, комплексное восстановительное лечение, основанное на комбинации повышенной физической активности с сенсорной стимуляцией, задачами для когнитивных функций, может способствовать хорошему восстановлению после инсульта.

Ключевые слова: инсульт, нейрореабилитация, постинсультные нарушения, биологическая обратная связь по опорной реакции, стабилметрия, силовой джойстик для верхней конечности

Для цитирования: Исакова ЕВ, Егорова ЮВ. Визуальная и акустическая обратная связь по опорной реакции для нижних и верхних конечностей на примере пациентки после инсульта. Альманах клинической медицины. 2021;49(6):435–442. doi: 10.18786/2072-0505-2021-49-016.

Поступила 10.03.2021; доработана 31.03.2021; принята к публикации 05.04.2021; опубликована онлайн 06.04.2021

¹ ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»; 129110, г. Москва, ул. Щепкина, 61/2, Российская Федерация

Инсульт выступает одной из ведущих причин смертности и инвалидности в мире, в настоящее время масштаб проблемы оценивается специалистами как всемирная неинфекционная эпидемия [1, 2]. Медико-социальные последствия инсульта

колоссальны: 31% больных, перенесших инсульт, нуждается в посторонней помощи, 20% не могут самостоятельно ходить, у больных развиваются когнитивные (40–70%) и аффективные (29–36%) расстройства, только 8% выживших способны вернуться к прежней работе [3, 4].

Установлено, что одна из наиболее частых причин стойкой утраты трудоспособности – нарушение движений в руке. Полное восстановление моторной функции верхней конечности после инсульта отмечается не более чем у 20%, при этом ее сохранность, наряду с адекватной когнитивной деятельностью и стабильным эмоциональным состоянием, служит важным предиктором повышения функциональной активности, расширения возможностей эффективной медицинской реабилитации и процесса ресоциализации больного [5]. Нарушение нормального функционирования верхней конечности, утрата ее базовых функций, включая снижение способности достичь цель «объект», проводить с объектом манипуляции, осуществлять содружественные координированные движения обеих рук, затрудняют выполнение самых простых привычных бытовых навыков, таких как прием пищи, переодевание, поддержание личной гигиены и др., что, безусловно, негативно влияет на состояние больного, ухудшая качество его жизни [6, 7].

Эффективное восстановление функции верхней конечности неразрывно связано с компенсацией когнитивного дефицита и коррекцией эмоционального статуса. Исследования последних десятилетий, обосновывая важность когнитивной обработки любого движения и сопровождающей его эмоциональной окраски, убедительно демонстрируют координирующую роль высших психических функций в моделировании этапов функционального восстановления [8, 9], что определяет построение оптимальной программы нейрореабилитации после инсульта, основываясь не исключительно на контексте двигательной парадигмы, но и на компонентах мультимодального эффекта, формируя взаимодействие с контрольными сенсомоторными сигналами, объединяющими планирование движения, его осознание, тренируя память, внимание, повышая мотивацию [10].

Перспективным представляется использование комплексных подходов, обосновывающих применение различных по физической природе стимуляций как составной части компьютерных технологий в целях максимального вовлечения всех анализаторных систем в реабилитационный процесс. При этом значительно расширяются возможности воздействия на сенсорные системы при использовании биологической обратной связи (БОС). БОС по опорной реакции активно внедряется в реабилитационный процесс, позволяя выполнять

разноплановые задачи, начиная от выработки устойчивости при поддержании вертикальной позы, уменьшения выраженности головокружения, аффективных и невротических реакций, повышения стабильности вегетативного обеспечения и заканчивая когнитивной стимуляцией и коррекцией речевой функции [11, 12]. В ходе выполнения тренировок включаются различные каналы – и зрительный, и слуховой, обеспечивающие БОС в доступной игровой форме. Разрабатываются новые более универсальные мобильные установки, расширяющие возможности применения силовых платформ, например, с использованием силового джойстика для восстановления двигательных функций верхней конечности [13, 14].

Учитывая вышеизложенное, представляется интересным опыт применения в комплексной программе нейрореабилитации тренингов с БОС по опорной реакции в стандартном положении пациента стоя на стабилметрической платформе, которые реализуются в стандартной 2D-виртуальной среде, а также в совокупности с применением легкого, более мобильного варианта платформы с силовым джойстиком для верхней конечности. Комплексная программа также включает в себя занятия с логопедом-нейропсихологом и лечебную физкультуру, что позволяет добиться мультимодального воздействия, стимулирующего процессы восстановления в головном мозге после перенесенного церебрального инсульта [15, 16].

Клиническое наблюдение

Пациентка Д. 59 лет находилась на стационарном лечении в неврологическом отделении МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского со следующим диагнозом: «Последствия перенесенного ишемического инсульта в вертебрально-базиллярном бассейне на фоне гипертонической болезни, атеросклероза, ишемической болезни сердца, сахарного диабета 2-го типа. Атеротромботический подтип по TOAST. Левосторонний спастический гемипарез с умеренным нарушением функции движения. Дизартрия. Оценка состояния по шкале Рэнкина – 3 балла».

При поступлении пациентка предъявляла жалобы на слабость и онемение в левых конечностях, снижение памяти, повышение артериального давления, головокружение, неустойчивость, шаткость при ходьбе, смазанную, нечеткую речь.

Анамнез заболевания. При внезапном развитии слабости в левых конечностях, нарушении речи, системном головокружении, шаткости,



на фоне повышения артериального давления до 170/100 мм рт. ст. пациентка бригадой скорой медицинской помощи была госпитализирована в отделение для больных с острыми нарушениями мозгового кровообращения лечебно-профилактического учреждения по месту жительства, где проходила лечение с диагнозом «ишемический инсульт в вертебрально-базилярном бассейне. Центральный гемипарез слева с выраженным нарушением функции движения». По данным компьютерной томографии головного мозга отмечены признаки острого нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу в области правых отделов моста на фоне единичных мелкоочаговых изменений вещества головного мозга сосудистого генеза, а также умеренные явления перивентрикулярного лейкоареоза. По данным дуплексного сканирования магистральных артерий головы: облитерирующий атеросклероз брахиоцефальных артерий. Изгиб позвоночных артерий в первом сегменте с обеих сторон. Стеноз общей сонной артерии в области бифуркации справа 20%. Стеноз внутренней сонной артерии справа 20%. По окончании острого периода пациентка была переведена в неврологическое отделение МОНКИ им. М.Ф. Владимирского для проведения реабилитационного лечения.

Анамнез жизни: росла и развивалась в соответствии с возрастом. Перенесенные заболевания и операции: ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь 3-й стадии, 3-й степени, сахарный диабет 2-го типа, экзогенное ожирение 2-й степени. Образование высшее, работала инженером. В настоящее время не работает, на пенсии, инвалид 3-й группы. Замужем, имеет двух детей – дочь 38 лет и сына 34 лет. Вредные привычки отрицает.

Состояние пациентки при поступлении было удовлетворительным: артериальное давление 130/80 мм рт. ст., частота сердечных сокращений 70 ударов в минуту. Сознание ясное (15 баллов по шкале комы Глазго), пациентка активна. Органы и системы – без существенных отклонений. *Неврологический статус:* общемозговых и менингеальных симптомов нет. Черепно-мозговые нервы: глазные щели $d = s$, движения глазных яблок в полном объеме. Нистагма нет. Фотореакции $d = s$, живые. Реакция на конвергенцию и аккомодацию сохранена. Лицо симметричное. Язык по средней линии, движение языка не ограничено. Речь дизартрична. Объем пассивных движений полный. Сила мышц в верхних конечностях D – 5 баллов, S – 3 балла; в нижних конечностях D – 5 баллов, S – 3,5 балла. Тонус в левых конечностях повышен по спастическому типу. Оценка уровня спастичности по шкале мышечной спастичности Эшворта – 3 балла. Двигательная

функция руки по шкале Фугл-Мейера – 46 баллов. Верхняя и нижняя проба Барре – положительная слева. Периаральные и сухожильные рефлексы $d < s$, средней живости. Патологические стопные знаки отсутствуют. Координаторные пробы (пальценосовую, пяточкоколенную) выполняет справа удовлетворительно, слева с мимопаданием. В позе Ромберга неустойчива (падает в стороны, больше влево). Походка атактическая. Самостоятельно передвигается с опорой, при ходьбе по улице использует палочку, по отделению ходит, опираясь рукой о стену. Чувствительные нарушения: левосторонняя болевая гемигипестезия. Тазовые функции контролирует.

Оценка нейропсихологического статуса: пациентка доступна вербальному контакту. В месте, времени и собственной личности ориентирована, критична, обращенную речь понимает полностью, собственная речь замедленная, смазанная, пытается подбирать слова, удобные для произнесения, делает паузу, чтобы правильно сказать. Со слов родственников, обслуживать себя в полной мере не может, старается помогать родным по дому, но получается плохо из-за наличия гемипареза, быстрой утомляемости. Оценка по IQCODE (Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly – Опросник родственника о когнитивном снижении у пожилого человека) – 81 балл, что свидетельствовало о развитии когнитивных нарушений после инсульта. Оценка по шкале MMSE (Mini-Mental State Examination – Краткая шкала оценки психического статуса) – 25 баллов, по шкале MoCA (Montreal Cognitive Assessment – Монреальская когнитивная шкала) – 23 балла (умеренное снижение когнитивных функций). Оценка по тесту Шульте – среднее время, затраченное на попытку, составило 79 секунд; тест «Повторение цифр в прямом и обратном порядке» (субтест VI теста Векслера) – в прямом порядке может повторить цепочку из 4 цифр, в обратном – из 3; тест на фонетическую и семантическую речевую активность – 9 и 13 слов соответственно; тест «Символы и цифры» – 30 символов за 90 секунд; тест «Заучивание 10 слов» по Лурия: после 1-го повторения – 2 слова, после 2-го – 3 слова, после 3-го – 4 слова, после 4-го – 5 слов, после 5–6-го – 6 слов, после 7-го – 7 слов, после 8-го – 8 слов, после 9-го – 9 слов, после 10 повторений – 10 слов, через 1 час – 4 слова; тест Струпа: 1-я картинка (чтение названий цветов, черно-белая) – 55 секунд, 2-я картинка (названия цветов у цветных фигур) – 70 секунд (2 ошибки), 3-я картинка (название цвета, которым написано слово (цветные слова)) – 130 секунд, 8 ошибок; тест «Кубики Коса» – 28 баллов.

Фон настроения снижен, раздражительна, слезлива, эмоционально лабильна, фиксирована на своем состоянии. Субклинически выражена тревога

и депрессия по шкале HADS (Hospital Anxiety and Depression Scale – Госпитальная шкала тревоги и депрессии): уровень тревоги – 10 баллов, уровень депрессии – 9 баллов; по шкале Бека – легкая депрессия (15 баллов), легкая тревога (7 баллов). Оценка по шкале Рэнкина – 3 балла. Индекс повседневной активности Бартела – 90 баллов. Оценка качества жизни по опроснику SF-36: физическое функционирование – 60 баллов, ролевое функционирование – 25, боль – 74, общее здоровье – 65, жизнеспособность – 75, социальное функционирование – 50, эмоциональное функционирование – 66,7, психологическое здоровье – 52 балла.

Курс нейрореабилитационного лечения включал проведение тренинга с применением силового джойстика для верхней конечности на базе статической стабилметрической платформы с БОС по опорной реакции с использованием в процессе тренинга зрительных и слуховых каналов. Затем проводилось занятие в положении стоя на стабилметрической платформе с БОС по опорной реакции с использованием в процессе тренинга зрительных и слуховых каналов [16, 17]. Программа завершалась выполнением общеукрепляющих упражнений лечебной физкультуры, занятием с логопедом-нейропсихологом. Пациентка получала стандартную фармакотерапию с применением антиагрегантных, гипотензивных, гиплипидемических препаратов.

При выписке отмечалось улучшение самочувствия, настроения, улучшилась память, концентрация внимания, уменьшилась общая слабость, сохранялась шаткость, но уверенность при движении немного возросла – увеличилась сила в левых конечностях, пациентка стала реже использовать средства дополнительной опоры при ходьбе, старалась обходиться без них, уменьшился уровень спастичности (2 балла по шкале мышечной спастичности Эшворта), увеличился объем и улучшились функции движения в левой руке, при оценке по шкале Фугл-Мейера (оценка двигательной функции руки) наблюдалось увеличение показателя до 53 баллов.

При проведении нейропсихологического тестирования после лечения отмечена положительная динамика: оценка по шкале МоСА составила 26 баллов, по тесту Шульте среднее время, затраченное на попытку, составляло 70 секунд; тест «Повторение цифр в прямом и обратном порядке» (субтест VI теста Векслера) – в прямом порядке может повторить цепочку из 5 цифр, в обратном – из 4; тест на фонетическую и семантическую речевую активность – 12 и 18 слов соответственно; тест «Символы и цифры» – 36 символов за 90 секунд; тест «Заучивание 10 слов» по Лурия: после 1-го повторения – 3 слова, после 2-го – 4 слова, после 3-го – 5 слов, после

4-го – 6 слов, после 5-го – 8 слов, после 6–8-го – 9 слов, после 9–10 повторений – 10 слов, через 1 час – 5 слов; тест Струпа: 1-я картинка (чтение названий цветов, черно-белая) – 45 секунд, 2-я картинка (названия цветов у цветных фигур) – 70 секунд (1 ошибка), 3-я картинка (название цвета, которым написано слово (цветные слова)) – 100 секунд (2 ошибки); тест «Кубики Коса» – 32 балла. При оценке по шкале HADS у пациентки отмечалось уменьшение показателей уровня депрессии (7 баллов), уровня тревоги (5 баллов). По шкале Бека для оценки депрессии и по шкале тревоги Бека отмечено снижение показателей (10 и 4 балла соответственно). Оценка по шкале Рэнкина составила 3 балла. Индекс повседневной активности Бартела увеличился до 95 баллов.

Через 3 месяца на визите пациентки в клинику была проведена оценка динамики состояния. Со слов больной, отметила значительное улучшение общего самочувствия, повышение настроения, уменьшилось ощущение слабости, отсутствия сил, улучшилась память и концентрация внимания, появилась уверенность при ходьбе, уменьшилась шаткость, выросла сила в левых конечностях. Со слов родственников, пациентка стала более собранной, уменьшились жалобы на неспособность сосредоточиться, рассеянность, пациентка стала более оптимистична, активна, более самостоятельна, требует меньше помощи для себя. Речь стала четкой, слова произносит уверенно. При оценке неврологического статуса отмечена положительная динамика в виде регресса атактических нарушений, уменьшение левостороннего гемипареза, сила увеличилась до 4 баллов в руке и 5 баллов в ноге, при оценке уровня спастичности отмечена нормализация мышечного тонуса, по шкале мышечной спастичности Эшворта показатель уменьшился до 1 балла. Оценка по шкале Фугл-Мейера (оценка двигательной функции руки) составила 60 баллов, пациентка стала более устойчивой в позе Ромберга, более уверенно выполняет координаторные пробы, периодически отмечается миоподпадание, чаще при волнении. Походка улучшилась. Ходит без палочки на улице и по дому, но медленно, старается не торопиться, еще сохраняется страх падения.

При проведении повторного нейропсихологического тестирования также отмечена положительная динамика: оценка по шкале МоСА составила 27 баллов; по тесту Шульте среднее время, затраченное на попытку, было равно 62 секундам; тест «Повторение цифр в прямом и обратном порядке» (субтест VI теста Векслера) – в прямом порядке может повторить цепочку из 5 цифр, в обратном – из 4; тест на фонетическую и семантическую речевую активность – 12 и 19 слов соответственно; тест «Символы и цифры» – 40 символов за 90 секунд; тест «Заучивание



10 слов» по Лурия: после 1-го повторения – 3 слова, после 2-го – 4 слова, после 3-го – 5 слов, после 4-го – 6 слов, после 5-го – 8 слов, после 6–8-го – 9 слов, после 9–10 повторений – 10 слов, через 1 час – 5 слов; тест Струпа: 1-я картинка (чтение названий цветов, черно-белая) – 45 секунд, 2-я картинка (название цветов у цветных фигур) – 65 секунд (1 ошибка), 3-я картинка (название цвета, которым написано слово (цветные слова)) – 95 секунд (1 ошибка); тест «Кубики Коса» – 36 баллов. При оценке по шкале HADS показатель уровня депрессии составил 2 балла, уровня тревоги – также 2 балла, что говорит об отсутствии у пациентки тревоги и депрессии. При оценке по шкале Бека уровень депрессии составил 1 балл, показатель тревоги – 2 балла. Оценка по шкале Рэнкина – 2 балла. Индекс повседневной активности Бартела увеличился до 95 баллов. Оценка по опроснику SF-36: физическое функционирование – 75 баллов, ролевое функционирование – 50, боль – 100, общее здоровье – 67, жизнеспособность – 80, социальное функционирование – 75, эмоциональное функционирование – 67, психологическое здоровье – 72.

Реабилитационный диагноз, согласно Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья, используемой в процессе медицинской реабилитации, представлен в таблице. Отражена динамика доменов до лечения, после лечения и через 3 месяца наблюдения.

Обсуждение

Представлен клинический случай, демонстрирующий эффективность комплексной программы нейрореабилитации после инсульта, основой которого стало использование тренингов с БОС по опорной реакции. В ходе лечебного процесса применялся как новый оптимизированный подход с силовым джойстиком для верхней конечности на базе статической стабилметрической платформы, так и классический тренинг в положении пациентки стоя на стабилметрической платформе с БОС по опорной реакции с использованием в процессе тренинга зрительных и слуховых каналов [15]. Проведение тренингов с использованием БОС по опорной реакции осуществлялось с постановкой большой определенной двигательной-когнитивной задачи, уровень сложности которой менялся в ходе выполнения процедур и повышался по мере адаптации к условиям и нагрузке. Помимо «статических» тренингов, при выполнении которых нужно было удерживать постоянную, максимально стабильную позу, перед пациенткой ставилась задача выполнения «динамических» тренингов. Для

Диагноз по Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья

Показатель	Домен	До лечения	После лечения	Через 3 месяца наблюдения
Функции организма				
интеллектуальные функции	b117	b117.1	b117.1	b117.1
функция памяти	b144	b144.2	b144.1	b144.1
функция эмоций	b152	b152.2	b152.1	b152.1
функции мышления	b160	b160.2	b160.1	b160.1
вестибулярные функции	b235	b235.2	b235.2	b235.1
функции артикуляции	b320	b320.2	b320.1	b320.0
функция артериального давления	b420	b420.2	b420.1	b420.1
функции мышечной силы	b730	b730.3	b730.2	b730.1
функции мышечного тонуса	b735	b735.2	b735.2	b735.1
моторно-рефлекторные функции	b750	b750.2	b750.2	b750.1
контроль произвольных двигательных функций	b760	b760.2	b760.2	b760.1
функции стереотипа походки	b770	b770.2	b770.2	b770.1
Структуры организма				
структура головного мозга	s110	s110.2	s110.2	s110.2
Активность и участие				
речь	d330	d330.2	d330.2	d330.1
разговор	d350	d350.2	d350.2	d350.1
изменение позы тела	d410	d410.2	d410.1	d410.1
поддержание положения тела	d415	d415.2	d415.1	d415.1
перемещение тела	d420	d420.2	d420.2	d420.1
поднятие и перенос объектов	d430	d430.3	d430.2	d430.1
использование точных движений кисти	d440	d440.3	d440.2	d440.1
использование кисти и руки	d445	d445.3	d445.2	d445.1
ходьба	d450	d450.2	d450.2	d450.1
передвижение с использованием технических средств	d465	d465.2	d465.1	d465.0
одевание	d540	d540.1	d540.1	d540.0
выполнение работы по дому	d640	d640.3	d640.2	d640.2

этого требовалась значительная концентрация внимания, консолидация слуховой и зрительной памяти, в том числе хорошая зрительная реакция, диктующая необходимость адекватной перемены позы для сохранения устойчивости и равновесия при быстро изменяющихся условиях 2D-среды.

При проведении занятия мы активно задействовали аудио- и зрительные сенсорные входы, пациентке давались звуковые сигналы поощрения при отличном выполнении задания и, соответственно, сигналы поражения. Кроме того, использовали панель сложных комбинированных тренировок управления центром давления в простой виртуальной среде, таких как «Мелодия», где звуковое сопровождение было важной составляющей тренинга. Пациентка должна была зрительно запомнить условия виртуальной среды, консолидировать слуховую память для процесса запоминания и воспроизведения аудиальной информации, при этом постоянно контролируя движение паретичной верхней конечностью или сохраняя устойчивость вертикальной позы [16].

В ряде ранее проведенных работ К. Yasuda и соавт. с использованием силовой платформы у пожилых людей была показана эффективность метода для улучшения баланса и предотвращения риска падений на основе двойной задачи, в частности увеличения соматосенсорной информации за счет тактильных ощущений и использования когнитивной нагрузки [17]. Значимость включения в процесс тренировки именно слухового канала сенсорной БОС подчеркнута в исследовании N. Hasegawa и соавт. По мнению авторов, она в большей степени по сравнению со зрительной способствует улучшению моторного обучения динамическому контролю позы, в первую очередь за счет усиления интеграции проприоцептивных стимулов [18, 19]. Эффективность использования технологий мультимодального сенсорного усиления для повышения устойчивости во время выполнения статических задач и для улучшения баланса во время динамических задач отмечена в одном из недавних обзоров К.Н. Sienko и соавт. [20]. Положительные результаты при коррекции постинсультных вестибуло-атактических нарушений в случае использования БОС по опорной реакции были отмечены и нами и представлены в ранее опубликованных работах [16]. В настоящем наблюдении нами показано комплексное применение БОС как при тренировке в положении больного стоя на стабилометрической

платформе с опорой на нижние конечности, так и при использовании опорной функции руки.

Механизм, с помощью которого информация о сенсорном увеличении обрабатывается и используется структурами центральной нервной системы (ЦНС), в настоящее время активно обсуждается. Доминирующая гипотеза говорит о наличии сенсорной перенастройки, в частности о том, что обратная связь движения тела обеспечивает ЦНС коррелятом с сигналами, поступающими от ее неповрежденных сенсорных входов (например, зрение, слух, проприоцепция). В связи с этим пациенты, получающие сенсорное увеличение (аугментацию) за счет других сохраненных информационных каналов, учатся все больше опираться на эти неповрежденные системы. Другие возможные структуры наблюдаемого положительного эффекта включают: механизмы когнитивной обработки (обработка информации сенсорного увеличения является исключительно когнитивной, без выборочной регуляции сенсорных входов ЦНС); механизм так называемого шестого чувства (ЦНС интерпретирует информацию сенсорного увеличения как новый отдельный сенсорный канал); контекстно-зависимую адаптацию (новая сенсомоторная программа используется в ходе многократного взаимодействия с определенным адаптированным устройством и доступна только при применении этого устройства).

В представленном нами клиническом случае у пациентки после инсульта было отмечено улучшение ряда функций, включая движение верхней конечности, нейропсихологический статус в результате проведенного лечения, что позволяет констатировать: тренировки, основанные на движении с БОС по опорной реакции с использованием зрительного и слухового каналов, ведут не только к реорганизации сенсомоторного анализатора, но и к восстановлению интегративной деятельности мозга. Несомненно, важным представляется тот факт, что достигнутый в ходе лечения положительный эффект отличался стойкостью, при проведении обследования в динамике через 3 месяца нами не было отмечено нарастания неврологического дефицита, что свидетельствовало о продолженном действии запущенного на основе БОС по опорной реакции механизма нейропластичности, способствующего активации восстановительных процессов ЦНС.

Заключение

Комплексная реабилитационная программа, включавшая тренировки на основе БОС по



опорной реакции с использованием слухового и зрительного каналов, где последовательно применялись классические статические и динамические стабилметрические тренировки в положении больного стоя на платформе, а также занятия с использованием силового джойстика

для верхней конечности в положении больного сидя, дала хорошие результаты. Комбинация повышенной физической активности с сенсорной стимуляцией, задачами для когнитивных функций может способствовать хорошему восстановлению после инсульта. ☺

Дополнительная информация

Согласие пациента

Пациентка добровольно подписала информированное согласие на публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме в журнале «Альманах клинической медицины».

Финансирование

Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

Участие авторов

Оба автора внесли равный вклад в написание статьи. Оба автора прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией, согласны нести ответственность за все аспекты работы и гарантируют, что ими надлежащим образом были рассмотрены и решены вопросы, связанные с точностью и добросовестностью всех частей работы.

Литература / References

1. Frias I, Starrs F, Gisiger T, Minuk J, Thiel A, Paquette C. Interhemispheric connectivity of primary sensory cortex is associated with motor impairment after stroke. *Sci Rep.* 2018;8(1): 12601. doi: 10.1038/s41598-018-29751-6.
2. Feigin VL, Norrving B, Mensah GA. Global Burden of Stroke. *Circ Res.* 2017;120(3):439–448. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.116.308413.
3. GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet.* 2018;392(10159):1789–1858. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32279-7. Erratum in: *Lancet.* 2019;393(10190):e44.
4. Villa RF, Ferrari F, Moretti A. Post-stroke depression: Mechanisms and pharmacological treatment. *Pharmacol Ther.* 2018;184:131–144. doi: 10.1016/j.pharmthera.2017.11.005.
5. Edwards LL, King EM, Bueteftisch CM, Borich MR. Putting the "Sensory" Into Sensorimotor Control: The Role of Sensorimotor Integration in Goal-Directed Hand Movements After Stroke. *Front Integr Neurosci.* 2019;13:16. doi: 10.3389/fnint.2019.00016.
6. De Bruyn N, Saenen L, Thijs L, Van Gils A, Ceulemans E, Essers B, Lafosse C, Michielsens M, Beyens H, Schillebeeckx F, Alaerts K, Verheyden G. Sensorimotor vs. Motor Upper Limb Therapy for Patients With Motor and Somatosensory Deficits: A Randomized Controlled Trial in the Early Rehabilitation Phase After Stroke. *Front Neurol.* 2020;11:597666. doi: 10.3389/fneur.2020.597666.
7. Клочков АС, Хижникова АЕ, Назарова МА, Черникова ЛА. Патологические синергии в руке у пациентов с постинсультными гемипарезами. *Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова.* 2017;67(3): 273–287. doi: 10.7868/S0044467717030066. [Klochkov AS, Khizhnikova AE, Nazarova MA, Chernikova LA. [Pathological upper limb synergies of poststroke patients]. *I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity.* 2017;67(3):273–287. Russian. doi: 10.7868/S0044467717030066.]
8. Котов СВ, Исакова ЕВ, Слюнькова ЕВ. Применение технологии нейроинтерфейс «мозг – компьютер» + экзоскелет в составе комплексной мультимодальной стимуляции при реабилитации пациентов с инсультом. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2019;119(12-2): 37–42. doi: 10.17116/jnevro201911912237. [Kotov SV, Isakova EV, Slyun'kova EV. [Usage of brain – computer interface + exoskeleton technology as a part of complex multimodal stimulation in the rehabilitation of patients with stroke]. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2019;119(12-2):37–42. Russian. doi: 10.17116/jnevro201911912237.]
9. Frey J, Najib U, Lilly C, Adcock A. Novel TMS for Stroke and Depression (NoTSAD): Accelerated Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation as a Safe and Effective Treatment for Post-stroke Depression. *Front Neurol.* 2020;11:788. doi: 10.3389/fneur.2020.00788.
10. De Luca R, Manuli A, De Domenico C, Lo Voi E, Buda A, Maresca G, Bramanti A, Calabrò RS. Improving neuropsychiatric symptoms following stroke using virtual reality: A case report. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(19):e15236. doi: 10.1097/MD.00000000000015236.
11. Genthe K, Schenck C, Eicholtz S, Zajac-Cox L, Wolf S, Kesar TM. Effects of real-time gait biofeedback on paretic propulsion and gait biomechanics in individuals post-stroke. *Top Stroke Rehabil.* 2018;25(3):186–193. doi: 10.1080/10749357.2018.1436384.
12. 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. *J Physiother.* 2017;63(1):11–16. doi: 10.1016/j.jphys.2016.11.006.
13. Гимазов РМ. Обоснование методики коррекции свойств двигательных способностей человека с использованием биологической обратной связи по опорной реакции. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2019;96(3): 41–49. doi: 10.17116/kurort20199603141. [Gimazov RM. [Substantiation of a procedure for correction of the properties of human motor abilities via biofeedback for support reaction]. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy.* 2019;96(3):41–49. Russian. doi: 10.17116/kurort20199603141.]
14. Gordt K, Gerhardy T, Najafi B, Schwenk M. Effects of Wearable Sensor-Based Balance and Gait Training on Balance, Gait, and Functional Performance in Healthy and Patient Populations: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Gerontology.* 2018;64(1):74–89. doi: 10.1159/000481454.
15. Кубряк ОВ, Гроховский СС, Исакова ЕВ, Котов СВ. Биологическая обратная связь по опорной реакции: методология и терапевтические аспекты. М.: ИПЦ «Маска»; 2015.



128 с. [Kubryak OV, Grokhovskiy SS, Isakova EV, Kotov SV. [Biofeedback for support reaction methodology and therapeutic aspects]. Moscow: Maska; 2015. 128 p. Russian.]

16. Кубряк ОВ, Исакова ЕВ, Котов СВ, Романова МВ, Гроховский СС. Повышение вертикальной устойчивости пациентов в остром периоде ишемического инсульта. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2014;114(12-2):61–65. doi: 10.17116/jnevro201411412261-65. [Kubriak OV, Isakova EV, Kotov SV, Romanova MV, Grokhovskii SS. [Increase in patient vertical stability in acute period

of ischemic stroke]. S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry. 2014;114(12-2):61–65. Russian. doi: 10.17116/jnevro201411412261-65.]

17. Yasuda K, Saichi K, Iwata H. Haptic-Based Perception-Empathy Biofeedback Enhances Postural Motor Learning During High-Cognitive Load Task in Healthy Older Adults. *Front Med (Lausanne)*. 2018;5:149. doi: 10.3389/fmed.2018.00149.

18. Hasegawa N, Takeda K, Sakuma M, Mani H, Maejima H, Asaka T. Learning effects of dynamic postural control by auditory biofeedback versus visual biofeedback training. *Gait*

Posture. 2017;58:188–193. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.08.001.

19. Hasegawa N, Takeda K, Mancini M, King LA, Horak FB, Asaka T. Differential effects of visual versus auditory biofeedback training for voluntary postural sway. *PLoS One*. 2020;15(12):e0244583. doi: 10.1371/journal.pone.0244583.

20. Sienko KH, Seidler RD, Carender WJ, Goodworth AD, Whitney SL, Peterka RJ. Potential Mechanisms of Sensory Augmentation Systems on Human Balance Control. *Front Neurol*. 2018;9:944. doi: 10.3389/fneur.2018.00944.

Visual and acoustic feedback on the support reaction for upper and lower extremities: a case study of a female patient after a stroke

E.V. Isakova¹ • Yu.V. Egorova¹

Stroke is the leading cause of adult disability worldwide. The consequences of a stroke can include various disorders, namely, motor, cognitive, emotional, and behavioral disorders, which, in their turn, lead to a decreased daily life activities and self-care ability, and affect quality of life of the patients. This article describes a clinical case of the implementation of a new comprehensive program for neurorehabilitation treatment in a female patient in the early recovery period from ischemic stroke with spastic hemiparesis, moderate cognitive impairment and affective disorders. The neurorehabilitation program is based on the use support reaction biofeedback through auditory and visual channels. Classical static and dynamic stabilometric trainings were sequentially used in the patient standing on the platform, as well as exercises with a force joystick for the upper limb in the sitting position. The multifaceted program also included classes with a speech therapist/neuropsychologist, as well as physical therapy with an instructor. The treatment resulted in an improvement in the patient's general condition, restoration of the upper limb movement function,

normalization of cognitive functions, and regression of affective disorders. The treatment-related effects were persistent, and the assessment of the neurological status at 3 months' follow-up showed no deterioration of neurological symptoms. Thus, the multifaceted rehabilitation treatment based on the combination of increased physical activity and sensory stimulation, as well as cognitive tasks, may facilitate good recovery after a stroke.

Key words: stroke, neurorehabilitation, post-stroke disorders, support reaction biofeedback, stabilometry, power joystick for the upper limb

For citation: Isakova EV, Egorova YuV. Visual and acoustic feedback on the support reaction for upper and lower extremities: a case study of a female patient after a stroke. *Almanac of Clinical Medicine*. 2021;49(6):435–442. doi: 10.18786/2072-0505-2021-49-016.

Received 10 March 2021; revised 31 March 2021; accepted 5 April 2021; published online 6 April 2021

Elena V. Isakova – MD, PhD, Research Fellow, Department of Neurology¹; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0804-1128>

✉ 61/2 Shchepkina ul., Moscow, 129110, Russian Federation. Tel.: +7 (916) 904 85 52; +7 (495) 631 74 32. E-mail: isakovael@mail.ru

Yulia V. Egorova – Postgraduate Student, Chair of Neurology, Postgraduate Training Faculty¹; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3504-046X>. E-mail: pjv90@mail.ru

Informed consent statement

The patient has voluntarily signed her informed consent to the publication of personal medical information in an anonymized form in the *Almanac of Clinical Medicine* journal.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests.

Authors' contributions

Both authors have equally contributed to the manuscript. Both authors have read and approved the final version of the manuscript before submission, agreed to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work have been appropriately investigated and resolved.

¹Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI); 61/2 Shchepkina ul., Moscow, 129110, Russian Federation