

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab516531>

Гомонимная гемианопсия и зрительный неглект. Часть II — реабилитация

М.А. Шурупова^{1, 2, 3}, А.Д. Айзенштейн¹, Г.Е. Иванова^{1, 4, 5}¹ Федеральный центр мозга и нейротехнологий, Москва, Российская Федерация;² Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева, Лечебно-реабилитационный научный центр «Русское поле», Чехов, Российская Федерация;³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация;⁴ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация;⁵ Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Настоящая статья является второй частью литературного обзора, посвящённого наиболее распространённым и трудно дифференцируемым зрительно-пространственным нарушениям, возникающим после правополушарного инсульта, — гомонимной гемианопсии и одностороннему пространственному игнорированию (синдром неглекта).

В первой части обзора были подробно рассмотрены феноменология данных расстройств, способы диагностики и критерии их различия. Во второй части обзора освещены современные методы их реабилитации, основанные на рекомендациях Всемирной федерации нейрореабилитации. Для коррекции гомонимной гемианопсии предлагаются саккадическая тренировка, тренировка гемианопсического чтения, световая стимуляция зрительного поля и др. Для коррекции синдрома неглекта проводятся тренировки зрительного сканирования, плавного прослеживания взгляда, адаптация с помощью призм, патчи на глаза, неинвазивная стимуляция мозга и др.

Представлены рекомендации по способам реабилитации и срокам их проведения, освещены современные клинические исследования. Кроме того, в качестве инновационных обозначены методы айтрекинга и виртуальной реальности. Изложенная в настоящей статье информация направлена специалистам реабилитационной медицины.

Ключевые слова: неглект; гемианопсия; одностороннее пространственное игнорирование; коррекция; айтрекинг; реабилитация; инсульт.

Как цитировать:

Шурупова М.А., Айзенштейн А.Д., Иванова Г.Е. Гомонимная гемианопсия и зрительный неглект. Часть II — реабилитация // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2023. Т. 5, № 3. С. 237–254. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab516531>

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab516531>

Homonymous hemianopia and visual neglect: Part II — rehabilitation

Marina A. Shurupova^{1, 2, 3}, Alina D. Aizenshtein¹, Galina E. Ivanova^{1, 4, 5}

¹ Federal center of brain research and neurotechnologies, Moscow, Russian Federation;

² Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Medical and Rehabilitation Scientific Center "Russkoe pole", Chekhov, Russian Federation;

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation;

⁴ The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russian Federation;

⁵ Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

This article is the second part of a literary review of the most common and difficult to differentiate between visual–spatial disorders, namely, homonymous hemianopia and unilateral spatial neglect, which occur after a right hemisphere stroke. In the first part of the review, the phenomenology of these disorders, diagnostic methods, and criteria for their difference were comprehensively explored.

The second part highlights modern methods of rehabilitation based on the recommendations of the World Federation for Neurorehabilitation. For the rehabilitation of homonymous hemianopia, the following interventions are recommended: saccadic training, hemianopic reading training, restorative visual field training, etc. For the rehabilitation of the neglect syndrome, the following interventions are encouraged: visual scanning training, optokinetic/smooth pursuit therapy, prism adaptation, eye patching, noninvasive brain stimulation, etc.

Recommendations on the methods and timing of their implementation are presented, and modern clinical studies are highlighted. In addition, the innovative methods of eye tracking and virtual reality are described.

The information presented herein is sent to rehabilitation medicine specialists.

Keywords: homonymous hemianopia; hemispatial neglect; rehabilitation; eye tracking; rehabilitation; stroke.

To cite this article:

Shurupova MA, Aizenshtein AD, Ivanova GE. Homonymous hemianopia and visual neglect: Part II — rehabilitation. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2023;5(3):237–254. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab516531>

Received: 29.06.2023

Accepted: 14.07.2023

Published: 29.09.2023

Список сокращений

ВФН — Всемирная федерация нейрореабилитации (World Federation for Neurorehabilitation)

ГГ — гомонимная гемианопсия

РКИ — рандомизированное контролируемое исследование

SCT (saccadic scanning training) — саккадическая тренировка

rTMS (rhythmic transcranial magnetic stimulation) — ритмическая транскраниальная магнитная стимуляция

tDCS (transcranial direct current stimulation) — транскраниальная стимуляция постоянным током

VST (visual scanning training) — тренинг зрительного сканирования

МКФ — Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья

ВВЕДЕНИЕ

Нарушение зрительных функций и зрительного восприятия, по разным оценкам, развивается в 25–80% случаев правополушарного инсульта [1–3]. Гемианопсия (в частности, гомонимная гемианопсия, ГГ) и одностороннее пространственное игнорирование (синдром неглекта) являются наиболее распространёнными постинсультными зрительно-пространственными нарушениями [4].

Гемианопсия — частичная потеря полей зрения в обоих глазах — возникает при повреждении непосредственно зрительных путей в постхиазмальной области. У пациентов с левосторонней гемианопсией (вариант ГГ), развившейся вследствие правополушарного инсульта, выпадает левая половина зрительного поля [5]. Данная симптоматика ГГ наиболее схожа с синдромом неглекта. Одностороннее пространственное игнорирование (неглект, односторонний пространственный неглект, гемипространственный неглект, гемипространственное сенсорное невнимание) — нарушение осознания пространства, при котором пациенты не воспринимают информацию и не реагируют на различные стимулы или условия, возникающие с контралатеральной стороны поражения головного мозга, даже если нет элементарных нарушений сенсорной или моторной функции [6, 7], и, как правило, проявляется с левой стороны после правополушарного инсульта.

В первой части обзора были подробно рассмотрены феноменология данных расстройств, способы диагностики и критерии их различия [8]. В данной статье, которая является второй частью литературного обзора, посвящённого гомонимной гемианопсии и неглекту, мы рассмотрим современные методы реабилитации этих расстройств. Перед тем, как излагать реабилитационные методы и техники, напомним, что у пациентов и с гемианопсией, и с неглектом может происходить спонтанное восстановление — исчезновение или успешное самокомпенсирование расстройства. Однако такое спонтанное восстановление затрагивает, как правило, до половины пациентов и ограничено первым полугодием постинсультного периода [9, 10].

Критерии поиска и включения литературных источников

Для отбора литературных источников был использован поиск в базах данных PubMed, Google Scholar, Cochrane по следующим ключевым словам и их комбинациям на русском и английском языках: «гомонимная гемианопсия» («hemianopia»), «неглект» («hemispatial neglect»), «инсульт» («stroke»), «реабилитация» («rehabilitation»), «коррекция» («correction»), «айтрекинг» («eye tracking»). В результате было отобрано 70 источников. Глубина поиска составила 20 лет. Кроме того, были использованы 4 источника, датированные более ранним периодом (1979–1999), поскольку они содержат концептуальную информацию в рамках настоящего обзора. Критерии включения: обзоры литературы, оригинальные статьи, метаанализы, клинические руководства и рекомендации; публикации с полным текстом на английском и русском языках. Критерии исключения: публикации низкого методологического качества; материалы конференций.

РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ С ГОМОНИМНОЙ ГЕМИАНОПСИЕЙ

Зрительная реабилитация у пациентов с гомонимной потерей поля зрения направлена на восстановление максимально возможной степени независимости в профессиональной и другой повседневной деятельности, как правило, путём разработки средств компенсации зрительного дефицита. В последних клинических рекомендациях Всемирной федерации нейрореабилитации (ВФН, World Federation for Neurorehabilitation) от 2021 года определены коррекционные методы для пациентов с неглектом и гемианопсией [11]. Для реабилитации пациентов с гемианопсией предлагаются саккадическая тренировка, тренировка гемианопсического чтения и световая стимуляция слепого поля.

Саккадическая тренировка

Саккадическая тренировка (saccadic scanning training, SCT; compensatory visual field training) подразумевает

под собой задачу на поиск зрительных стимулов, расположенных в различных локациях зрительной сцены, в том числе в «слепом» поле зрения. SCT направлена на улучшение быстрого сканирования зрительного поля с учётом того, что выпадение поля зрения будет оставаться у большинства пациентов с ГГ. Это достигается путём увеличения амплитуд сканирующих саккад, уменьшения их общего количества [12] и уменьшения латентности для генерации саккад в направлении слепого поля. Важной особенностью тренировки является ограничение подвижности головы, для того чтобы тренировать именно движения глаз. Вследствие такой тренировки происходит систематическое закрепление компенсаторных глазодвигательных стратегий. Показано также, что у пациентов после саккадической тренировки улучшаются и функции повседневной активности [13]. Кросс-модальная зрительно-слуховая тренировка также помогает улучшить зрительное сканирование и чтение в поражённом полуполе [14, 15] благодаря стимуляции бимодальных представительства в сохранном верхнем двухолмии [15].

SCT является уже практически классическим методом реабилитации зрительных расстройств [16, 17]. В метаобзоре К.Р. Liu с соавт. [18] представлен ряд рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) по использованию

методов зрительного саккадического сканирования, и показаны достоверные улучшения в зрительно-пространственных функциях, в том числе зрительном поиске объектов [19–21]. В недавнем исследовании J. Zihl и соавт. [22] было показано, что у пациентов с ГГ положительные результаты саккадической тренировки (в среднем 11 занятий по 45 минут) вместе с тренировкой чтения (аналогично, в среднем 11 занятий) сохраняются не только после прохождения реабилитационного курса, но и спустя 5 лет после него. Реабилитационный курс, как в случае [22], может состоять из детекции целевого стимула среди массива дистракторов (отвлекающих объектов), распределённых по всему экрану, или же постепенно смещающихся в поражённое полуполе, как, например, на тренажёре RehaCom (HASOMED GmbH, Магдебург, Германия) в модуле «Эксплорация» [21]. В случае детекции целевого стимула пациент должен нажать на кнопку клавиатуры.

Большую перспективу представляет собой саккадическая тренировка с использованием метода айтрекинга (видеорегистрация движений глаз), поскольку позволяет в режиме реального времени отображать положение взора пациента на экране. Медицинский специалист получает возможность наблюдать за тем, куда именно смотрит пациент, когда выполняет задание на рассматривание/детекцию стимула. Однако наиболее важно, что и сам пациент видит реальное положение своего взора и может осознанно корректировать это положение, что, фактически, и представляет собой зрительную биологическую обратную связь. Нашим авторским коллективом ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России проводится пилотное исследование по изучению эффективности применения альтернативного коммуникатора C-Eye II Pro (AssisTech Sp. z o.o., Польша) для саккадической тренировки у пациентов, имеющих зрительные расстройства, в том числе гемианопсию, после инсульта [23]. Новизна исследования заключается и в том, что изначально разработчиком не предусматривалось применение коммуникатора в целях коррекции зрительно-пространственных расстройств¹ [24], однако наличие отображение взора пациента на мониторе и программная возможность управлять объектами интерфейса с помощью фиксации взора пользователя формируют средство для тренировки с биологической обратной связью. Во время реабилитационного занятия пациент сидит напротив монитора и совершает детекцию целевого объекта с помощью удержания фиксации взора на нём, затем, когда объект после этого перемещается, пациент вновь должен его зрительно зафиксировать, и т.д. (рис. 1).

Одной из важных проблем реабилитации любого пациента, получившего реабилитационные мероприятия в условиях круглосуточного стационара, является продолжение восстановительных процедур уже после выписки,

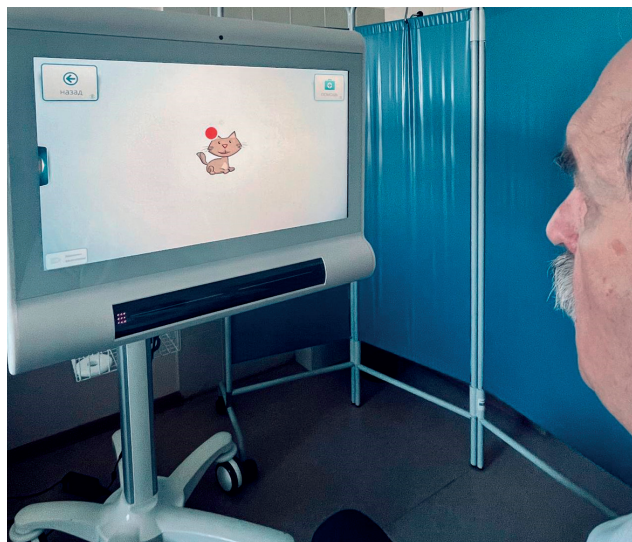


Рис. 1. Реабилитационное занятие пациента с гемианопсией на аппарате альтернативной коммуникации с использованием метода айтрекинга C-Eye II Pro (AssisTech Sp. z o.o., Польша) в ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России. Выполняется саккадическая тренировка (SCT), когда пациент фиксирует взор (красный кружок — отображение взора пациента) на стимуле (кот), а стимул перемещается в другое положение.

Fig. 1. Rehabilitation session of a patient with hemianopia on an alternative communication device using the eye-tracking method C-Eye II Pro (AssisTech Sp. Z o.o., Poland) at the Federal State Budgetary Institution “Federal Center for Brain and Neurotechnology” of the FMBA of Russia. Saccadic training (SCT) was performed: when the patient fixes his/her gaze (the red circle is the patient’s gaze) on the stimulus (cat), the stimulus moves to another position.

¹ Assistive Technology Systems [интернет-ресурс]. C-Eye II Pro. Режим доступа: <https://assistech.eu/en/c-eye-pro-en/>.

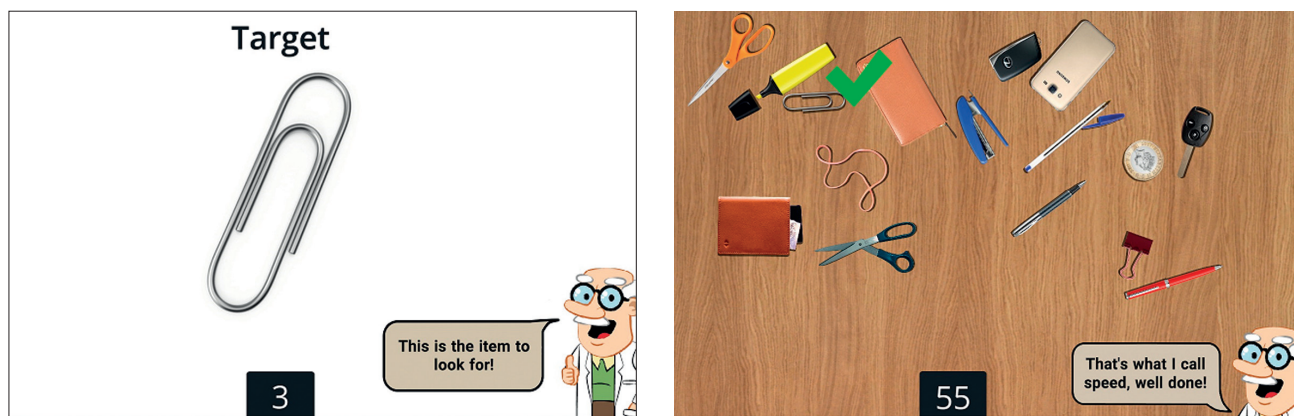


Рис. 2. Бесплатное программное обеспечение Eye-Search Therapy (<https://www.eyesearch.ucl.ac.uk>) для саккадической тренировки. Слева — ознакомление пациента с целевым стимулом (скрепка), справа — правильно выполненное задание — детекция целевого стимула с помощью компьютерной мыши.

Fig. 2. Free Eye-Search Therapy Software (<https://www.eyesearch.ucl.ac.uk>) for saccadic training. Left: familiarization of the patient with the target stimulus (paper clip). Right: a correctly completed task through the detection of the target stimulus using a computer mouse.

в домашних условиях, без необходимости в дорогостоящем оборудовании, которое может себе позволить только медицинская организация. Одним из таких домашних инструментов для SCT являются различные компьютерные программы, которые пациент может установить на домашнее устройство и заниматься самостоятельно. Примером такой бесплатной программы является Eye-Search Therapy², где пациентам с гемианопсией и неглектом предлагается ряд задач в зависимости от стороны локализации и степени дефицита; там же с этой целью осуществляется и первичная диагностика пациента. Пациент выполняет тренировочные поисковые задачи, детектируя стимул с помощью мышки (рис. 2), задания усложняются по мере его прогресса. Разработчики Eye-Search Therapy (R. Szalados и соавт.) продемонстрировали в 2021 году на большой выборке пациентов (>400) эффективность такой реабилитации как для пациентов с гемианопсией, так и с неглектом и их сочетанием [25].

Тем не менее компьютеризированные тренировки имеют ряд очевидных недостатков, связанных со взаимодействием пациента только с экраном, 2D-объектами, отсутствием полноценной мануальной деятельности и, соответственно, координации глаз–рука, что сказывается на незначительных улучшениях в повседневной активности [26]. В квазиэкспериментальном исследовании L. Мена-Гарсиа и соавт. [27] была продемонстрирована эффективность некомпьютеризированной саккадической тренировки, где пациенты с ГГ взаимодействовали с реальными 3D-объектами окружающей среды. Пациенты в течение 12 недель тренировались одновременно в реабилитационном центре и проходили домашние занятия, где им предлагалось выполнять постепенно усложняющиеся версии фактически настольных игр (лото, домино, танграм и т.д.), раздаточные материалы которых зависели

от стороны и тяжести зрительного дефицита. Данные упражнения основывались преимущественно на поисково-достигающих задачах, которые должны выполняться в кратчайшее время и без движений головы за счёт последовательной зрительно-пространственной обработки: саккад, фиксаций, распознавания стимулов, пространственного картирования, движений рук, зрительно-моторной координации. Полученные результаты эффективности такого реабилитационного курса свидетельствуют о том, что, во-первых, SCT можно проводить в условиях игровой деятельности, приближённой к повседневной, без наличия компьютера или монитора; во-вторых, опять-таки, пациент может самостоятельно заниматься в домашних условиях без дополнительного оборудования.

Тренировка гемианопсического чтения

Беглое чтение требует асимметричного параfoвеального зрения: при чтении слева направо критически важными являются около 5° (зрительных градусов) влево и 8° вправо от фовеа [28]. Соответственно, ГГ приводит к нарушениям чтения. Обучение гемианопсическому чтению влечёт за собой глазодвигательную компенсацию дефицита параfoвеального зрения.

Для тренировки гемианопсического чтения используется «оптокинетический» подход: буквы, слоги, слова представлены в виде одной текстовой строки, которая перемещается справа налево на экране компьютера, а пациенту необходимо прочитать слова в середине экрана. Движение слов вызывает прослеживающие движения глаз по направлению движения и оптокинетический нистагм в противоположную сторону. Метод приводит к улучшению скорости чтения, уменьшению ошибок и числа фиксаций взора [29]. Недавнее РКИ продемонстрировало, что пациентам с левосторонней ГГ эффективнее проводить тренировку горизонтального гемианопсического чтения, а пациентам с правосторонней ГГ — вертикального, однако

² Eye-Search Therapy UCL Institute of Neurology | UCL Multimedia [интернет-ресурс]. Режим доступа: <https://www.eyesearch.ucl.ac.uk>.

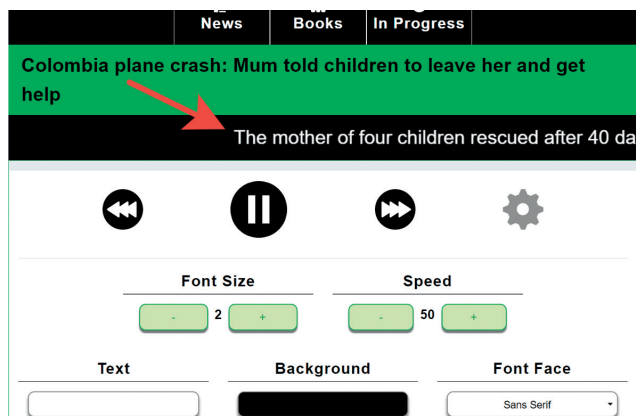


Рис. 3. Тренировка гемианопсического чтения на бесплатном англоязычном сервисе Read-Right (<https://www.readright.ucl.ac.uk/>). Красная стрелка указывает на движение текстовой строки справа налево. Внизу изображены настройки предъявления текста.

Fig. 3. Training of hemianopic reading on the free English Read-Right service (<https://www.readright.ucl.ac.uk/>). The red arrow indicates the movement of the text string from right to left. The text presentation settings are shown below.

в случае вертикальной тренировки скорость чтения всё равно остаётся ниже [30]. Рекомендуемое число тренировок, как и в случае с SCT, приближается к 20, кроме того, показана эффективность тренировок зрительного поиска и чтения в домашних условиях [19]. Для тренировки чтения в виде домашних занятий также существует бесплатный сервис Read-Right³, однако, к сожалению, на нём могут тренироваться только англоговорящие пациенты (рис. 3).

Световая стимуляция слепого поля

Световая стимуляция слепого поля (restorative visual field training) предназначена для усиления обработки зрительной информации остаточными нейронными структурами. Во время каждого сеанса пациенты сосредотачиваются на центральной точке, отображаемой на экране, и реагируют каждый раз, когда видят световые стимулы, появляющиеся в другом месте экрана. Световые стимулы обычно предъявляются вдоль границы неповреждённого и повреждённого полей зрения. Однако к этому подходу у многих исследователей есть ряд сомнений: например, в одной из последних работ было показано увеличение зрительного поля только на 1 угловой градус [21]. Кроме того, такая реабилитация подходит не более чем 5% пациентов, у которых обнаруживаются остаточные зрительные функции в поражённом полушарии/областях скотомы (различение света, движения, формы или цветов). При сравнении методов SCT, гемианопсического чтения (компенсаторные методы) и световой стимуляции слепого поля (восстановительный метод), ВФН подчёркивает, что первые два приводят к более быстрому восстановлению зрительных функций.

³ Welcome To Read-Right [интернет-ресурс]. Режим доступа: <https://www.readright.ucl.ac.uk/>.

Согласно клиническим рекомендациям ВФН, только саккадическая тренировка и гемианопсическое чтение получают уровень рекомендаций В, опираясь на уровень доказательности от 2b до 1a по классификации Оксфордского центра доказательной медицины (Centre for Evidence-Based Medicine, CEBM).

Транскраниальная стимуляция

На последнем конгрессе ВФН в 2022 году одной из центральных тем обсуждения была тема восстановления зрительных функций после инсульта. В качестве нового реабилитационного способа предлагались методы с использованием неинвазивной транскраниальной стимуляции зрительных областей мозга, обладающей нейромодуляционным воздействием и приводящей к функциональной реорганизации и нейропластическим изменениям в зрительной системе [31]. Клиницисты в плацебоконтролируемом исследовании показали, что всего 10 дней зрительной тренировки в сочетании с транскраниальной стимуляцией случайным шумом (transcranial random noise stimulation, tRNS) над первичными зрительными областями приводят к резкому улучшению визуального восприятия (в частности, движения в поражённом полушарии) у пациентов с гемианопсией [32]. Исследования демонстрируют, что зрительная тренировка в сочетании со стимуляцией мозга может значительно сократить период реабилитации с месяцев до недель и привести к быстрому улучшению у пациентов с гемианопсией, что указывает на потенциал данного метода в восстановлении повреждённых зрительных способностей. Отечественные клиницисты продемонстрировали в когортном исследовании [33] эффективность положительного влияния транскраниальной стимуляции постоянным током (transcranial direct current stimulation, tDCS) на качество зрительного восприятия и качество жизни пациентов с гемианопсией (по соответствующим опросникам) также за 10 процедур. Кроме того, авторы с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии со зрительной парадигмой выявили повышенную активацию затылочной коры после tDCS. Однако приведённые исследования, как и у других авторов [34], содержат недостаточное количество пациентов (до 10–11 человек). Обзоры литературы сообщают о протоколах и результатах когортных и контролируемых исследований [35], но мета- и систематических обзоров РКИ в настоящий момент по данному методу ещё нет, в отличие от синдрома неглекта [36].

РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ НЕГЛЕКТА

Реабилитация пациентов с синдромом неглекта имеет гораздо более обширную методологическую, историческую и доказательную основу, чем пациентов с гемианопсией, и насчитывает существенное количество метаобзоров и РКИ. Отметим, что последний Кокрейновский обзор

2021 года, куда вошли 65 РКИ с числом участников 1951, заключил, что эффективность немедикаментозных вмешательств (рассматривались методы зрительных тренировок, ношения призм, привлечения внимания к поражённой стороне тела, виртуальной реальности, двигательных упражнений, неинвазивной стимуляции мозга, электрической стимуляции, акупунктуры) при синдроме неглекта наблюдается в отношении симптомов игнорирования, измеряемых традиционными способами, но остаётся недоказанной (very low-quality evidence) в отношении улучшения повседневных функций [37]. В качестве основного критерия эффективности авторы изучали влияние вмешательств на долгосрочные показатели (измеряемые минимум месяц спустя после вмешательства) функциональной независимости по соответствующей шкале (шкалы Катрин Бергего [Catherine Bergego Scale]; функциональной независимости, FIM; Ривермид, индекс Бартела и т.д.). Авторы обзора заключают, что для доказательства эффективности реабилитации необходимо проводить больше строгих РКИ с большими выборками пациентов.

Вместе с тем ВФН предлагают целый ряд способов для реабилитации синдрома неглекта, основываясь на опубликованных РКИ высокого качества, которые позволяют дать рекомендации [11].

Коррекционные подходы, согласно МКФ

Для реабилитации пациентов с неглектом предлагаются подходы, направленные, согласно концепции Международной классификации функционирования, ограниченной жизнедеятельности и здоровья (МКФ), на структуры организма, функции организма, активность и участие.

Структуры организма

Структуры организма относят к анатомическим структурам мозга, которые могут быть активированы с помощью таких механизмов нейропластичности, как транскраниальная стимуляция и лекарственная терапия.

Транскраниальная стимуляция

Левосторонние теменные системы внимания, как правило, гиперактивны у пациентов с левосторонним игнорированием, что препятствует функциональному восстановлению поражённых правосторонних систем внимания. Во время неинвазивной транскраниальной стимуляции (rTMS — ритмическая транскраниальная магнитная стимуляция) временно ослабляется гиперактивное неповреждённое левое полушарие в теменной области для активации функционирования правого полушария и восстановления баланса функционирования сетей внимания обоих полушарий [38]. Рекомендуются не менее 20 сессий длительностью 20 минут. Транскраниальная стимуляция на сегодняшний день является самым дорогостоящим методом коррекции неглекта и требует задействованности квалифицированного медицинского персонала. Транскраниальную стимуляцию можно применять раньше,

чем другие методы лечения, поскольку механизм действия не требует активного вовлечения со стороны пациента. Метаобзор А.Р. Salazar и соавт. [36] выявил доказательства умеренного качества (moderate-quality evidence) эффективности протоколов транскраниальной стимуляции в сочетании с другими видами коррекции в отношении синдрома неглекта и показателей повседневных функций.

Лекарственная терапия

Лекарственная терапия подразумевает назначение лекарственных средств, усиливающих процессы внимания. В исследовании В.В. Ковальчук и соавт. [39] показано положительное влияние кортексина на снижение проявлений синдрома неглекта. Продемонстрировано также положительное воздействие ригитогина (агониста дофаминовых рецепторов) на селективное внимание при неглекте [40]. Потенциально лекарственные препараты могут быть полезны в качестве дополнительного, но не первичного лечения. Однако терапевтические эффекты противоречивы, и необходимо учитывать многие потенциальные взаимодействия с другими лекарственными средствами, которые принимает пациент. Антидепрессанты, назначаемые в связи с постинсультной депрессией, могут оказывать дополнительное положительное влияние на неглект, но не должны назначаться только с этой целью.

Коррекция функций организма

Функции организма относят к методам когнитивной реабилитации, они направлены на компенсацию дефицита. Коррекция функций организма включает в себя как нисходящие, так и восходящие методы.

Нисходящие (top-down) методы

Среди нисходящих методов выделяют тренинг зрительного сканирования и тренировку внимания.

Тренинг зрительного сканирования (visual scanning training, VST), саккадическая тренировка (SCT)

Самый популярный метод реабилитации, направленный на привлечение внимания пациента и зрительное сканирование контралатерального поражению части пространства [41]. Практически аналогичен описанному выше SCT для гемианопсии. Пациенту необходимо зрительно искать определённые стимулы, рассматривать изображения, копировать рисунки, читать, писать и т.д., при этом также вырабатывается стратегия последовательного направления зрительного внимания в игнорируемое полуполе. Может проводиться в компьютеризированной форме (монитор/планшет, мышка), в форме проецируемого на стену изображения с использованием лазерной указки, в форме настольных игр и т.д. В результате тренинга снижается как число ошибок, так и время поиска стимулов на игнорируемой стороне. Поскольку VST ведёт к снижению симптомов только зрительного игнорирования (а не других модальностей), для достижения эффективности требуется много занятий (>40).

Описанные выше реабилитационные инструменты для гемианопсии справедливы и для синдрома неглекта (например, бесплатная программа Eye-Search Therapy). В ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России проводятся с пациентами с неглектом аналогичные реабилитационные занятия на аппарате C-Eye II Pro и [23], а также на тренажёре RehaCom, в основном в модуле «Саккады», который специально для пациентов с неглектом предусматривает оптокинетическую стимуляцию, облегчающую выполнение задания («снежинки», плавнодвигающиеся справа налево по экрану; рис. 4), которая



Рис. 4. Сеанс реабилитации пациента с синдромом неглекта на аппарате RehaCom (HASOMED GmbH, Магдебург, Германия; в данной модификации тренажёр встроен в C-Eye II Pro, но отслеживание глаз в тренажёре не осуществляется) в ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России. Визуальная тренировка (VST) выполняется в модуле «Саккады»: пациент фиксирует свой взгляд в центре (на солнце) и должен определить, с какой стороны (слева или справа) появился целевой стимул (автобус), нажав соответствующую кнопку на клавиатуре. Белые «снежинки» на мониторе — дополнительная оптокинетическая стимуляция справа налево.

Fig. 4. Rehabilitation session of a patient with neglect syndrome on a RehaCom (HASOMED GmbH, Magdeburg, Germany) (in this modification, the simulator is built into C-Eye II Pro, but no eye tracking was carried out in the simulator) at the Federal State Budgetary Institution “Federal Center for Brain and Neurotechnology” of the FMBA of Russia. Visual training (VST) is performed in the “Saccades” module: the patient fixes his/her gaze in the center (in the sun) and must detect which side (left or right) the target stimulus (bus) appeared by pressing the corresponding button on the keyboard. White “snowflakes” on the monitor as additional optokinetic stimulation from right to left.

вызывает произвольный оптокинетический рефлекс влево. Пациент должен детектировать расположение целевого стимула (слева или справа от центра экрана) нажатием на кнопку клавиатуры, при этом учитываются число ошибок и реакция пациента в левой и правой части монитора.

В методическом пособии Е.В. Никитаевой [42] предлагается большой набор коррекционных методик, используемых нейропсихологом при занятии с пациентом с неглектом и направленных на сканирование игнорируемого поля, а также представлены рекомендации медицинскому персоналу, родственникам.

Зрительное сканирование также нередко сочетают с глазодвигательной гимнастикой: например, в работе И.Л. Губиной и И.Е. Савельевой [43] описан опыт применения такой гимнастики по Фельденкрайзу, однако авторы даже не используют методы математической статистики при оценке результатов, что затрудняет оценку эффективности такого вмешательства.

Тренировка внимания

Ориентировочное и произвольное внимание можно тренировать с помощью различных способов: компьютеризированными и настольными упражнениями, с помощью двигательных тренировок (например, беговых дорожек с виртуальной реальностью) и т.д. [44]. Улучшение процессов внимания приводит к более успешному выполнению двойных задач (например, смотреть и запоминать услышанные цифры или смотреть и ходить одновременно). Однако тренировка внимания является элементом составной коррекции неглекта и не должна основываться исключительно на компьютеризированном обучении, поскольку такие улучшения часто не являются стабильными в долгосрочной перспективе.

Восходящие (bottom-up) методы

К восходящим методам, основанным на определённом сенсорном канале, относятся сенсорная стимуляция, зрительно-моторная обратная связь (фидбэк), адаптация с помощью призм и патчей на глаза, зеркальная терапия.

Сенсорная стимуляция

Оптокинетическая тренировка / тренировка плавного прослеживания глаз. Единственный метод реабилитации неглекта, имеющий достаточную доказательную базу [45]. Пациентам необходимо следить за плавнодвигающимся в сторону игнорируемого пространства стимулом. Стимулы предъявляются обычно на экране компьютера или на стене с помощью проектора. Когда взор пациента достигает игнорируемой стороны, даётся инструкция его удерживать там в течение нескольких секунд. Так, в РКИ G. Kerkhoff и соавт. [45] пациенты в группе с тренировкой плавного прослеживания наблюдали за несколькими десятками стимулов, которые плавно двигались со скоростью от 2,6° до 11,2°/с справа налево. Количество стимулов и скорость стимулов изменялись от попытки к попытке, и по достижении левого края

монитора пациентам необходимо было вернуть положение взора направо, при этом движения головой не допускались. Авторы наблюдали значительно бльшие улучшения у группы с тренировкой плавного прослеживания, чем у группы с саккадической тренировкой.

Тренировка плавного прослеживания может быть выполнена и на ранних стадиях после инсульта, даже у постели больного. Рекомендуется провести 20 или более сеансов (по 30 минут). Улучшения наблюдаются не только в зрительной модальности синдрома неглекта, но и в остальных модальностях и проявлениях, в том числе анозогнозии.

ВФН заключает, что тренировка плавного прослеживания для пациентов с неглектом более эффективна, чем саккадическая, имеет класс рекомендаций В, основанный на уровне доказательности от 2b до 1a по классификации СЕВМ.

К.В. Бучацкий [46] предложил собственную автоматизированную технологию диагностики и коррекции неглекта, основанную на методе айтрекинга, со зрительной биологической обратной связью. Этап диагностики происходит по методу зрительного сканирования, а этап коррекции — по методу тренировки плавного прослеживания глаз в программном обеспечении NeuroVisual Computer System.

Гальваническая вестибулярная стимуляция. Применение слабого электрического тока через два электрода, прикреплённых за обоими ушами (над сосцевидными костями), активирует вестибулярную систему через вестибулярные нервы, что оказывает хороший терапевтический эффект на тактильный неглект, в том числе на тактильное угасание, ощущение положения поражённой руки [47]. Рекомендуется до 20 или более сеансов продолжительностью 20 минут. Может использоваться как дополнительное лечение, особенно при тактильном неглекте. Могут быть использованы те же электростимуляторы, что и для tDCS.

Активация руки/кисти с/без одновременной периферической электрической стимуляции. Произвольное движение игнорируемой конечности (приведение, отведение), которое может сочетаться с аппликацией электродов на эту конечность для увеличения её активности. Данный метод часто не применяется на ранней стадии неглекта из-за тяжёлого гемипареза или пlegии. Но в более позднем периоде при одновременной электростимуляции метод оказывается недорогим и полезным, особенно эффективным для терапии игнорируемой конечности, на которую не нацелено большинство других методов коррекции неглекта (кроме вышеописанного).

Чрескожная электрическая стимуляция нервов. Применение слабых электрических токов на поражённую область шеи/верхней части спины [48] оказывает влияние на постуральную устойчивость и общее внимание. Эта портативная и недорогая техника легко применяется в качестве дополнительной коррекции неглекта; рекомендуется не менее 20 сеансов длительностью 20 минут.

Вибрационное воздействие на мышцы шеи. Применение вибрационного устройства (диаметром не более 2 см) на мышцы шеи с поражённой стороны на частоте

не более 60–80 Гц для активации мышечных волокон приводит к смещению взора (за счёт смещения положения головы и глаз) в сторону более симметричного положения относительно средней линии тела [49]. Рекомендуется не менее 20 сеансов по 30 минут. Реабилитация может проводиться у постели больного в рамках физиотерапии или даже на дому.

Зрительно-моторный фидбэк

Пациент поднимает деревянный или металлический стержень неповреждённой рукой (с помощью указательного и большого пальца) так, чтобы его левая и правая половины были уравнены, и стержень не упал. Поскольку пациент будет игнорировать контралатеральную сторону, его захват будет больше смещён вправо, тогда стержень наклонится влево и упадёт, осуществляя, таким образом, обратную связь для пациента, чтобы он корректировал свой захват ближе к середине стержня. Метод недорогой и легко применим, может быть реализован в различных условиях, в том числе дома у пациента. Рекомендуется от 20 и более сеансов по 20–30 минут каждый.

Адаптация с помощью призм

Распространённый вид пассивной реабилитации [50]. Очки с призмами на обоих стёклах для отклонения взора на ипсилатеральную пораженную сторону (следовательно, отклонение взора направо при левостороннем неглекте, угол отклонения должен составлять не менее 10 зрительных градусов). Пациент носит их в течение 20–30 минут за сеанс, выполняет зрительно-моторные задачи (не ходит при этом), например дотягивается до чашки на столе или на полке. Во время занятий происходит адаптация моторной системы пациента, его моторной координации под зрительную информацию, получаемую с другого ракурса (более правого). После снятия очков эта адаптация у пациентов всё ещё сохраняется (у здоровых людей она исчезает довольно быстро), пациент совершает движения, которые теперь программируются премоторной системой левее, чем реальный объект. Таким образом, возникает переориентация пространственного внимания в игнорируемую сторону (рис. 5, а, б). Метод имеет широкий исследовательский базис, однако оценки эффектов терапии разнятся: так, по данным метаанализа J. Li с соавт. [51], метод помогает только временно улучшить симптомы неглекта, а по данным систематического обзора A.S. Champod с соавт. [52], метод помогает улучшить не только симптомы неглекта, но и повседневную активность (например, чтение, письмо) и функциональную независимость. Рекомендуется минимум 8 сеансов по 20–30 минут, которые следует начинать как можно раньше [53].

Патчи на глаза

Метод ношения повязок (патчей) на глазах для того, чтобы закрыть правые полуполя зрения обоих глаз (соответственно, назальную половину левого глаза и темпоральную половину правого глаза) для активации

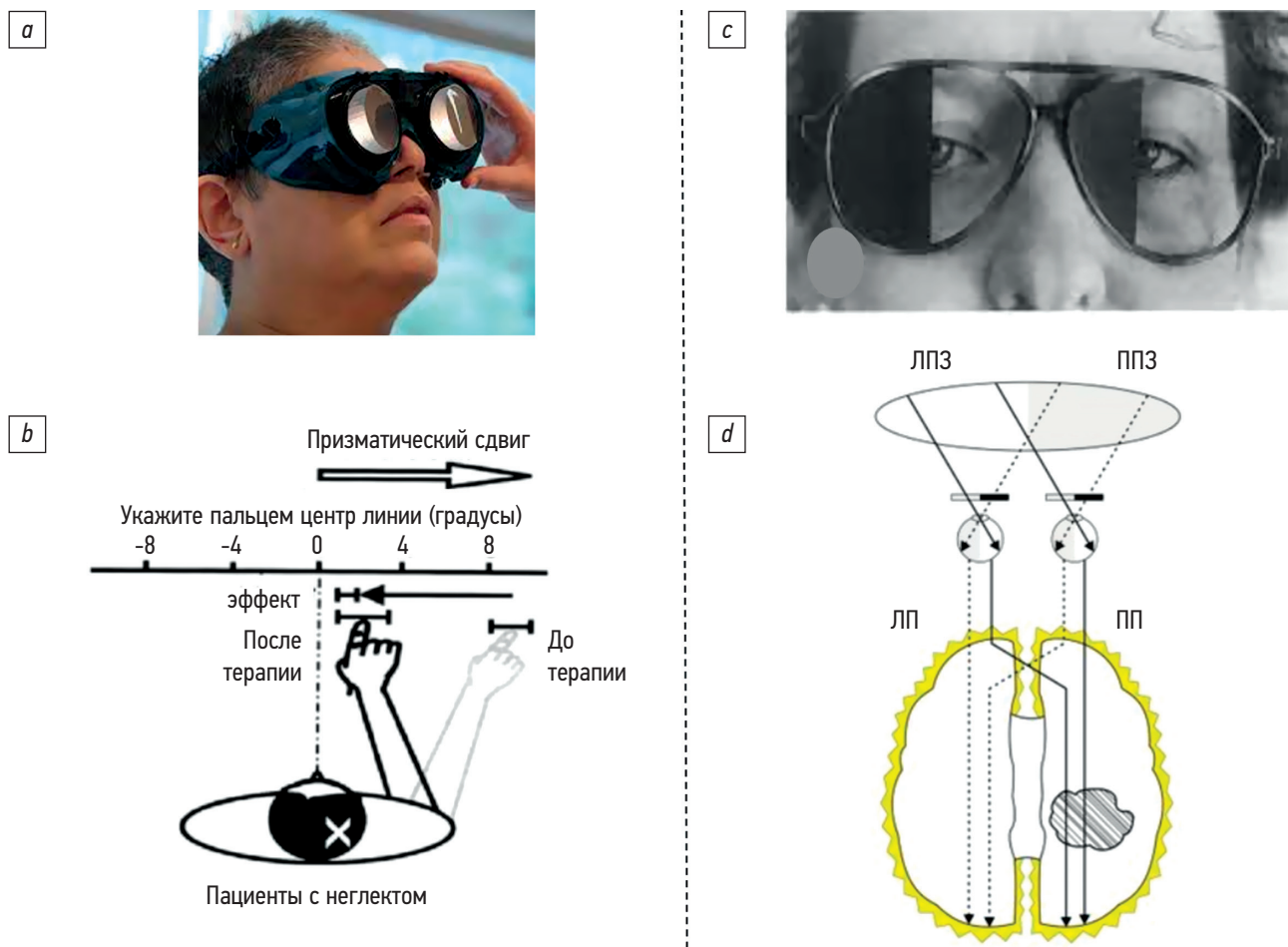


Рис. 5. Методы пассивной реабилитации синдрома неглекта: адаптация с помощью призм (*a, b*) и патчи на глаза (*c, d*). *a* — внешний вид очков с призмами; *b* — адаптация пациента после терапии с призмами (ипсилатеральная ошибка вправо при указании центра линии становится меньше после терапии); *c* — внешний вид очков с патчами; *d* — при ношении патчей на правых полуполях зрения обоих глаз у пациентов с левосторонним неглектом и инсультом правого полушария стимулируется правое полушарие и уменьшается активация левого полушария, что приводит к восстановлению межполушарного баланса. (По N. Smania и соавт. [54]; Y. Rossetti и соавт. [56], с изменениями). ЛПЗ — левое поле зрения; ППЗ — правое поле зрения; ЛП — левое полушарие; ПП — правое полушарие.

Fig. 5. Passive therapies of neglect syndrome: prism adaptation (*a, b*) and eye patching (*c, d*). *a* — appearance of the prismatic goggles; *b* — adaptation of the patient following prism therapy (the ipsilateral error to the right when indicating the center of the line becomes smaller after therapy); *c* — appearance of glasses with patches; *d* — offering patches on the right half-fields of vision of both eyes in patients with left-sided neglect and stroke of the right hemisphere; the right hemisphere is stimulated, and the activation of the left hemisphere decreases, which leads to the restoration of interhemispheric balance. (According to N. Smania et al., [54] and Y. Rossetti et al., [56], with changes). ЛПЗ — left field of vision; ППЗ — right field of vision; ЛП — left hemisphere; ПП — right hemisphere.

внимания на левые полуполя зрения. В отличие от ношения повязки только на правом глазу (наиболее распространённый вариант патча), при котором возникнет одновременная активация обоих полушарий, закрывание обоих правых полуполей зрения должно активировать только правое полушарие (рис. 5, *c, d*) [54]. Является также весьма распространённым видом пассивной реабилитации, описанным в широком ряде исследований [54, 55], однако, по-видимому, для достижения эффекта должен обязательно сочетаться с активной реабилитацией (VST, тренировка внимания и т.д.) [18]. Методическое пособие Е.В. Никитаевой [42] содержит схему для самостоятельного вырезания и склейки таких очков.

Зеркальная терапия

Хорошо описанная терапия моторных нарушений, при которой используется зеркало, чтобы пациент увидел в нём свою сохранную конечность, выполняющую различные моторные задачи, которая может использоваться при неглекте, ассоциированном с гемипарезом [57]. Рекомендуется от 20 или более сеансов по 20–30 минут каждый.

Активность

Поскольку активность пациента ограничена, подразумевается оказание компенсаторной помощи пациенту как с помощью лиц, осуществляющих уход, так и с помощью реабилитационного компенсаторного оборудования.

Участие

Ограничение участие пациента в жизни общества требует компенсации этого ограничения с помощью взаимодействия с семьёй, обществом (в юридическом, экономическом и политическом аспектах), инклюзивности.

В заключение ВФН подчёркивает, что для более вероятного достижения лучшего результата лечения следует использовать несколько различных методов лечения в комбинации — одновременно или последовательно. Кроме того, клинические рекомендации ВФН [11] предлагают использование методов реабилитации синдрома неглекта в следующие сроки (фазы).

Ранняя фаза после инсульта (первые 2 месяца): следует использовать методы, которые требуют меньшего когнитивного контроля, осознанности и участия со стороны пациента: rTMS, чрескожную электрическую стимуляцию нервов, оптокинетическую/тренировку плавного прослеживания глаз, вибрацию мышц шеи. По возможности реабилитацию можно начинать уже у постели пациента.

Средняя фаза после инсульта (спустя 2 месяца): следует добавить методы, требующие более активного участия пациента во время коррекции: визуальную сканирующую тренировку (VST), тренировку внимания, зеркальную терапию, зрительно-моторный фидбэк и активацию руки с одновременной электрической стимуляцией.

Поздняя фаза после инсульта (спустя 6 месяцев): следует включить в реабилитацию больше двойных задач, поскольку в повседневной жизни пациент часто сталкивается с такими активностями (например, смотреть и говорить или ходить и смотреть). Можно, в частности, добавить к основной коррекционной задаче когнитивную: например, посчитать в обратном порядке, разыскивая целевые объекты на столе или компьютере. Следует начинать проводить коррекцию, когда пациент стоит, а не сидит. Поскольку игнорирование ухудшает постуральные функции и подвижность, реабилитация может проводиться в положении стоя, когда пациент смотрит на стимулы, проецируемые (с помощью проектора) на белую стену, или когда пациент стоит/ходит по беговой дорожке.

В первые месяцы после инсульта важно, чтобы пациент видел «более прямо», вместо того чтобы игнорировать одну сторону и всегда смотреть в ипсилатеральную пораженную (вправо) сторону. Позже, когда пациент сможет лучше рассмотреть игнорируемую сторону, важно, чтобы он мог выбирать определённые раздражители на фоне дистракторов. Этого можно достичь с помощью стратегии систематического сканирования, которой обучают пациента: «Начинайте смотреть всегда с верхней левой стороны, сканируйте горизонтально, ряд за рядом. Не забывайте о левом нижнем угле, так как это наиболее часто игнорируемая часть зрительного поля (в том числе и в повседневной жизни)».

Следует подходить к реабилитации неглекта силами мультидисциплинарной бригады: например, сочетать

лечебную физическую культуру и занятия для развития функций руки с вибрацией мышц шеи или чрескожной электрической стимуляцией и тренировкой внимания. Левосторонние двигательные функции часто нарушаются в большей степени у пациентов с неглектом, чем у пациентов без неглекта (как с гемипарезом, так и с пlegией). Специфическая коррекция неглекта усиливает эффект занятий лечебной физкультурой. Также можно сочетать тренировку баланса (т.е. просто стояние, или с дополнительным балансиrom, или на беговой дорожке со стабилизацией) с коррекцией неглекта (зрительное сканирование, плавное прослеживание, тренировка внимания).

Занятия следует проводить в первой половине дня, когда пациенты более внимательны и не утомлены. На раннем этапе реабилитации 20–30-минутная непрерывная реабилитация часто является пределом и предпочтительнее 60-минутных сеансов.

Метод виртуальной реальности

В рекомендации ВФН не вошёл такой важный актуальный способ реабилитации синдрома неглекта, как метод виртуальной реальности. В обзоре R. Gammeri с соавт. [58] по восстановлению неглекта современными методами описывается и метод виртуальной реальности как один из самых передовых инструментов, недавно внедрённых в клиническое лечение. Виртуальная реальность может имитировать соответствующие ситуации повседневной жизни, а также имеет возможность контролировать и измерять изменения в движениях головы, глаз и конечностей или изменение положения тела. В среде виртуальной реальности пациентам необходимо совершать поиск предметов, собирать их, переставлять в различные локации, покупать еду в супермаркете и т.д. при наличии зрительной, слуховой и сенсорной обратной биологической связи [59, 60]. По сути, в среде виртуальной реальности реализуется метод зрительного сканирования, который позволяет улучшать в том числе глазодвигательные реакции в игнорируемую часть зрительного поля, как это было показано в новейшем исследовании J.H. Shin с соавт. [61]. В метаобзоре G. Riva с соавт. [62] клиническая эффективность виртуальной реальности объясняется потенциальным сходством между опытом, приобретаемым в среде виртуальной реальности, и опытом, приобретаемым мозгом в течение жизни. Виртуальная реальность, подобно мозгу, пытается предсказать сенсорные последствия движения пользователей с помощью модели (симуляции) тела и пространства вокруг него. В только что вышедшем систематическом обзоре A. Salatino с соавт. [63] показано, что вне зависимости от уровня погружения в виртуальную реальность (неиммерсивный, полумиммерсивный, полностью иммерсивный) реабилитация с помощью этого метода помогает снизить симптомы неглекта (неиммерсивная виртуальная реальность даже в большем количестве случаев). Так, в ряде исследований были показаны улучшения в зрительно-пространственных функциях

после прохождения занятий в виртуальной реальности, а также снижение депрессивных синдромов [59–61, 64]. Интересной перспективной технологией представляется продукт линейки RehAtt® [59] для домашнего использования — очки дополненной и смешанной реальности, которые позволяют пациентам взаимодействовать с трёхмерной визуальной средой и трёхмерными голограммами, располагающимися прямо в их доме, делая реабилитацию персонализированной.

Стоит также обратить внимание на то, что синдром неглекта может быть ассоциирован с ГГ. И хотя такие пациенты имеют наиболее тяжёлую симптоматику по сравнению с монорасстройствами, ряд исследований показал улучшение состояния после коррекционных процедур, состоящих из одного или нескольких вышеперечисленных методов [25, 65, 66].

Вместе с тем, несмотря на резкое увеличение в последние два десятилетия количества исследований по данной тематике, в том числе рандомизированных контролируемых, современные метаобзоры V. Longley и соавт. [37], K.P. Liu и соавт. [18], A.C. Meidian и соавт. [67] и клинические рекомендации ВФН сообщают о необходимости проведения дальнейших исследований, поскольку существующих данных всё ещё недостаточно для определения однозначных протоколов реабилитации и формирования строгих клинических рекомендаций коррекции пациентов с неглектом или ГГ. Только тренировка саккадического сканирования и отслеживающих движений глаз имеют уровень рекомендаций В, остальные методы не имеют необходимой доказательной базы для формирования любых рекомендаций. Кроме того, имеются сведения о непродолжительности эффекта проводимой реабилитации [67–69]. К тому же большинство исследований проводится в течение первого года после инсульта, и почти ничего не известно об очень поздних последствиях зрительных нарушений (через несколько лет после инсульта), об отсроченных эффектах терапии.

Существует также группа пациентов, которые не могут сознательно или бессознательно выполнять компенсаторные действия, и реабилитационные мероприятия могут не давать эффект: сообщается, что у таких пациентов выявляются поражения таламуса или трактов, соединяющих его с теменной долей [70]. Все эти аспекты должны быть оценены в будущих РКИ со строгим качественным дизайном и большой выборкой пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гемианопсия и неглект представляют собой частые зрительно-пространственные постинсультные расстройства, способы дифференциальной диагностики которых описаны в первой части настоящего обзора. Постановка соответствующего диагноза важна для выбора адекватного метода реабилитации. Представленные в данной части обзора методы коррекции ГГ и неглекта отчасти пересекаются между собой, однако подразумевают разные реабилитационные стратегии. Так, зрительная саккадическая

тренировка больше полезна для пациентов с гемианопсией, а тренировка плавного прослеживания взгляда — для пациентов с игнорированием. Терапия с помощью призм не помогает пациентам с ГГ. Другие сенсорные пассивные методы реабилитации также направлены, скорее, на пациентов с игнорированием, и особенно эффективны в сочетании с активными.

Несмотря на то, что ВФН однозначно рекомендует только глазодвигательные методы реабилитации (саккадическая тренировка, тренировка плавного прослеживания/оптокинетического рефлекса; уровень рекомендаций В), в статье представлен широкий ряд методов, которые могут быть полезны медицинским сотрудникам в реабилитации пациентов с гемианопсией и неглектом.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных — кандидатов наук в научном направлении «биологические науки» МК-3204.2022.1.4.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Вклад авторов. М.А. Шурупова, А.Д. Айзенштейн — поисково-аналитическая работа, написание, обсуждение и редактирование текста статьи; Г.Е. Иванова — обсуждение и редактирование текста статьи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Согласие пациента. Пациенты добровольно подписали информированное согласие на публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме в журнале «Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация», а также на передачу электронной копии подписанной формы информированного согласия сотрудникам редакции журнала.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The work was supported by the grant of the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists — candidates of sciences in the biological sciences, GrantNr: MK-3204.2022.1.4.

Conflict of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contributions. M.A. Shurupova, A.D. Aizenstein — search and analytical work, writing, discussion and manuscript editing, G.E. Ivanova — discussion and manuscript editing. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Patient permission. The patients voluntarily signed an informed consent to the publication of personal medical information in depersonalized form in the journal “Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rowe F., Brand D., Jackson C.A., et al. Visual impairment following stroke: Do stroke patients require vision assessment? // *Age Ageing*. 2009. Vol. 38, N 2. P. 188–193. doi: 10.1093/ageing/afn230
2. Osawa A., Maeshima S. Unilateral spatial neglect due to stroke. In: Dehkharghani S., editor. *Stroke* [Internet]. Brisbane (AU): Exon Publications, 2021. Chapter 7. doi: 10.36255/exonpublications.stroke.spatialneglect.2021
3. Русских О.А., Перевошиков П.В., Бронников В.А. Синдром игнорирования (неглекта) у постинсультных пациентов и возможности нейропсихологической реабилитации // *Комплексные исследования человека: психология: материалы VII Сибирского психологического форума*; Томск, 28–29 ноября 2017 г. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. С. 127–130.
4. Bolognini N., Vallar G. Hemianopia, spatial neglect, and their multisensory rehabilitation. In: Sathian K., Ramachandran V.S., ed. *Multisensory perception*. Cambridge, MA, USA: Academic Press, 2020. P. 423–447. doi: 10.1016/B978-0-12-812492-5.00019-X
5. Pula J.H., Yuen C.A. Eyes and stroke: The visual aspects of cerebrovascular disease // *Stroke Vasc Neurol*. 2017. Vol. 2, N 4. P. 210–220. doi: 10.1136/svn-2017-000079
6. Heilman K.M., Valenstein E. Mechanisms underlying hemispatial neglect // *Ann Neurol*. 1979. Vol. 5, N 2. P. 166–170. doi: 10.1002/ana.410050210
7. Доброхотова Т.А. *Нейропсихиатрия*. Изд. 2-е, испр. Москва: Бином, 2016. 304 с.
8. Шурупова М.А., Айзенштейн А.Д., Иванова Г.Е. Гомонимная гемианопсия и зрительный неглект. Часть I — феноменология, диагностика // *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2022. Т. 4, № 4. С. 244–258. doi: 10.36425/rehab112424
9. Zihl J. *Rehabilitation of visual disorders after brain injury*. 2nd ed. Neuropsychological rehabilitation: A modular handbook. University of Glasgow, UK, 2011. 288 p.
10. Nijboer T.C., Kollen B.J., Kwakkel G. Time course of visuospatial neglect early after stroke: A longitudinal cohort study // *Cortex*. 2013. Vol. 49, N 8. P. 2021–2027. doi: 10.1016/j.cortex.2012.11.006
11. Kerkhoff G., Rode G., Clarke S. Treating neurovisual deficits and spatial neglect. In: Platz T., ed. *Clinical pathways in stroke rehabilitation*. Springer, Cham, 2021. P. 191–217. doi: 10.1007/978-3-030-58505-1
12. Ivanov I.V., Kuester S., MacKeben M., et al. Effects of visual search training in children with hemianopia // *PLoS One*. 2018. Vol. 13, N 7. P. e0197285. doi: 10.1371/journal.pone.0197285
13. De Haan G.A., Melis-Dankers B.J., Brouwer W.H., et al. The effects of compensatory scanning training on mobility in patients with homonymous visual field defects: A randomized controlled trial // *PLoS One*. 2015. Vol. 10, N 8. P. e0134459. doi: 10.1371/journal.pone.0134459
14. Keller I., Lefin-Rank G. Improvement of visual search after audiovisual exploration training in hemianopic patients // *Neurorehabilitat Neural Repair*. 2010. Vol. 24, N 7. P. 666–673. doi: 10.1177/1545968310372774
15. Alwashmi K., Meyer G., Rowe F.J. Audio-visual stimulation for visual compensatory functions in stroke survivors with visual field defect: A systematic review // *Neurological Sci*. 2022. Vol. 43, N 4. P. 2299–2321. doi: 10.1007/s10072-022-05926-y
16. Kerkhoff G., Münßinger U., Haaf E., et al. Rehabilitation of homonymous scotomata in patients with postgeniculate damage of the visual system: Saccadic compensation training // *Res Neurol Neurosci*. 1992. Vol. 4, N 4. P. 245–254. doi: 10.3233/RNN-1992-4402
17. Pambakian A.L., Mannan S.K., Hodgson T.L., Kennard C. Saccadic visual search training: A treatment for patients with homonymous hemianopia // *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2004. Vol. 75, N 10. P. 1443–1448. doi: 10.1136/jnnp.2003.025957
18. Liu K.P., Hanly J., Fahey P., et al. A systematic review and meta-analysis of rehabilitative interventions for unilateral spatial neglect and hemianopia poststroke from 2006 through 2016 // *Arch Physical Med Rehabil*. 2019. Vol. 100, N 5. P. 956–979. doi: 10.1016/j.apmr.2018.05.037
19. Aimola L., Lane A.R., Smith D.T., et al. Efficacy and feasibility of home-based training for individuals with homonymous visual field defects // *Neurorehabil Neural Repair*. 2014. Vol. 28, N 3. P. 207–218. doi: 10.1177/154596831350321
20. Roth T., Sokolov A.N., Messias A., et al. Comparing explorative saccade and flicker training in hemianopia: A randomized controlled study // *Neurology*. 2009. Vol. 72, N 4. P. 324–331. doi: 10.1212/01.wnl.0000341276.65721.f2
21. Mödden C., Behrens M., Damke I., et al. A randomized controlled trial comparing 2 interventions for visual field loss with standard occupational therapy during inpatient stroke rehabilitation // *Neurorehabil Neural Repair*. 2012. Vol. 26, N 5. P. 463–469. doi: 10.1177/1545968311425927
22. Zihl J., Kentridge R.W., Pargent F., Heywood C.A. Aging and the rehabilitation of homonymous hemianopia: The efficacy of compensatory eye-movement training techniques and a five-year follow up // *Aging Brain*. 2021. N 1. P. 100012. doi: 10.1016/j.nbas.2021.100012
23. Айзенштейн А.Д., Шурупова М.А., Иванова Г.Е. Применение метода айтрекинга для реабилитации пациентов с глазодвигательными расстройствами, перенесших инсульт: пилотное исследование // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2022. Т. 99, № 3-2. С. 37–38.
24. Kujawa K., Zurek G., Kwiatkowska A., et al. Assessment of language functions in patients with disorders of consciousness using an alternative communication tool // *Front Neurol*. 2021, N 12. P. 684362. doi: 10.3389/fneur.2021.684362
25. Szalados R., Leff A.P., Doogan C.E. The clinical effectiveness of Eye-Search therapy for patients with hemianopia, neglect or hemianopia and neglect // *Neuropsychol Rehabil*. 2021. Vol. 31, N 6. P. 971–982. doi: 10.1080/09602011.2020.1751662
26. Pollock A., Hazelton C., Rowe F.J., et al. Interventions for visual field defects in people with stroke // *Cochrane Database Syst Rev*. 2019. Vol. 5, N 5. P. CD008388. doi: 10.1002/14651858.CD008388.pub3
27. Mena-Garcia L., Pastor-Jimeno J.C., Maldonado M.J., et al. Multitasking compensatory saccadic training program for hemianopia patients: A new approach with 3-dimensional real-world objects // *Transl Vis Sci Technol*. 2021. Vol. 10, N 2. P. 3. doi: 10.1167/tvst.10.2.3
28. Zihl J. Eye movement patterns in hemianopic dyslexia // *Brain*. 1995. Vol. 118, N 4. P. 891–912. doi: 10.1093/brain/118.4.891

29. Schuett S. The rehabilitation of hemianopic dyslexia // *Nat Rev Neurol*. 2009. Vol. 5, N 8. P. 427–437. doi: 10.1038/nrneurol.2009.97
30. Kuester-Gruber S., Kabisch P., Cordey A., et al. Training of vertical versus horizontal reading in patients with hemianopia: A randomized and controlled study // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021. N 259. P. 745–757. doi: 10.1007/s00417-020-04952-w
31. Sabel B.A., Gao Y., Antal A. Reversibility of visual field defects through induction of brain plasticity: Vision restoration, recovery and rehabilitation using alternating current stimulation // *Neural Regen Res*. 2020. Vol. 15, N 10. P. 1799. doi: 10.4103/1673-5374.280302
32. Herpich F., Melnick M.D., Agosta S., et al. Boosting learning efficacy with noninvasive brain stimulation in intact and brain-damaged humans // *J Neurosci*. 2019. Vol. 39, N 28. P. 5551–5561. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3248-18.2019
33. Бакулин И.С., Лагода Д.Ю., Пойдашева А.Г., и др. Транскраниальная стимуляция постоянным током при постинсультной гемианопсии // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2020. Т. 14, № 2. С. 5–14. doi: 10.25692/ACEN.2020.2.1
34. Sabel B.A., Hamid A.I., Borrmann C., et al. Transorbital alternating current stimulation modifies BOLD activity in healthy subjects and in a stroke patient with hemianopia: A 7 Tesla fMRI feasibility study // *Int J Psychophysiol*. 2020. N 154. P. 80–92. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2019.04.002
35. Battaglini L., Di Ponzio M., Ghiani A., et al. Vision recovery with perceptual learning and non-invasive brain stimulation: Experimental set-ups and recent results, a review of the literature // *Restor Neurol Neurosci*. 2022. Vol. 40, N 3. P. 137–168. doi: 10.3233/RNN-221261
36. Salazar A.P., Vaz P.G., Marchese R.R., et al. Noninvasive brain stimulation improves hemispatial neglect after stroke: A systematic review and meta-analysis // *Arch Physical Med Rehabil*. 2018. Vol. 99, N 2. P. 355–366.e1. doi: 10.1016/j.apmr.2017.07.009
37. Longley V., Hazelton C., Heal C., et al. Non-pharmacological interventions for spatial neglect or inattention following stroke and other non-progressive brain injury // *Cochrane Database Sys Rev*. 2021. Vol. 7, N 7. P. CD003586. doi: 10.1002/14651858.CD003586.pub4
38. Yi Y.G., Chun M.H., Do K.H., et al. The effect of transcranial direct current stimulation on neglect syndrome in stroke patients // *Ann Rehabil Med*. 2016. Vol. 40, N 2. P. 223–229. doi: 10.5535/arm.2016.40.2.223
39. Ковальчук В.В., Хайбуллин Т.Н., Галкин А.С., и др. Особенности коррекции синдрома неглекта при осуществлении двигательной реабилитации пациентов с полушарным инсультом // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2019. Т. 119, № 3. С. 29–38. doi: 10.17116/jnevro201911903129
40. Gorgoraptis N., Mah Y.H., Machner B., et al. The effects of the dopamine agonist rotigotine on hemispatial neglect following stroke // *Brain*. 2012. Vol. 135, N 8. P. 2478–2491. doi: 10.1093/brain/aws154
41. Spaccavento S., Cellamare F., Cafforio E., et al. Efficacy of visual-scanning training and prism adaptation for neglect rehabilitation // *Appl Neuropsychol Adult*. 2016. Vol. 23, N 5. P. 313–321. doi: 10.1080/23279095.2015.1038386
42. Никитаева Е.В. Нейропсихологическая реабилитация пациентов с синдромом неглекта (синдромом одностороннего зрительно-пространственного игнорирования): методическое пособие. Казань: Бук, 2021. 50 с.
43. Губина И.Л., Савельева И.Е. Опыт применения глазодвигательной гимнастики по Фельденкрайзу при неглекте в острой фазе инсульта // *Актуальные вопросы научных исследований: сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции*. Иваново, 15 декабря 2016 года. Иваново: ИП Цветков, 2016. С. 67–70.
44. Svaerke K.W., Omkvist K.V., Havsteen I.B., Christensen H.K. Computer-based cognitive rehabilitation in patients with visuospatial neglect or homonymous hemianopia after stroke // *J Stroke Cerebrovascul Dis*. 2019. Vol. 28, N 11. P. 104356. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104356
45. Kerkhoff G., Bucher L., Brasse M., et al. Smooth pursuit “bedside” training reduces disability and unawareness during the activities of daily living in neglect: A randomized controlled trial // *Neurorehabil Neural Repair*. 2014. Vol. 28, N 6. P. 554–563. doi: 10.1177/1545968313517757
46. Бучацкий К.В. Нейровизуальная диагностика и нейрореабилитация больных гемиспациальным неглектом с помощью инновационных компьютерных технологий // *Избранные вопросы нейрореабилитации: материалы VII Международного конгресса «Нейрореабилитация-2015»* / под ред. Г.Е. Ивановой и др. Москва, 2015. С. 47–58.
47. Bottini G., Gandola M. Beyond the non-specific attentional effect of caloric vestibular stimulation: Evidence from healthy subjects and patients // *Multisensory Res*. 2015. Vol. 28, N 5-6. P. 591–612. doi: 10.1163/22134808-00002504
48. Pitzalis S., Spinelli D., Vallar G., Di Russo F. Transcutaneous electrical nerve stimulation effects on neglect: A visual-evoked potential study // *Front Human Neurosci*. 2013. Vol. 7. P. 111. doi: 10.3389/fnhum.2013.00111
49. Ceyte H., Beis J.M., Simon M., et al. Lasting improvements in left spatial neglect following a protocol combining neck-muscle vibration and voluntary arm movements: A case-study // *Disability Rehabil*. 2019. Vol. 41, N 12. P. 1475–1483. doi: 10.1080/09638288.2018.1430178
50. Vaes N., Nys G., Lafosse C., et al. Rehabilitation of visuospatial neglect by prism adaptation: Effects of a mild treatment regime. A randomised controlled trial // *Neuropsychological rehabilitation*. 2018. Vol. 28, N 6. P. 899–918. doi: 10.1080/09602011.2016.1208617
51. Li J., Li L., Yang Y., Chen S. Effects of prism adaptation for unilateral spatial neglect after stroke: A systematic review and meta-analysis // *Am J Physical Med Rehabil*. 2021. Vol. 100, N 6. P. 584–591. doi: 10.1097/PHM.000000000000159
52. Champod A.S., Frank R.C., Taylor K., Gail A. The effects of prism adaptation on daily life activities in patients with visuospatial neglect: A systematic review // *Neuropsychol Rehabil*. 2018. Vol. 28, N 4. P. 491–514. doi: 10.1080/09602011.2016.1182032
53. Chen P., Hreha K., Gonzalez-Snyder C., et al. Impacts of prism adaptation treatment on spatial neglect and rehabilitation outcome: Dosage matters // *Neurorehabil Neural Repair*. 2022. Vol. 36, N 8. P. 500–513. doi: 10.1177/154596832211078
54. Smania N., Fonte C.S., Picelli A., et al. Effect of eye patching in rehabilitation of hemispatial neglect // *Front Human Neurosci*. 2013. N 7. P. 527. doi: 10.3389/fnhum.2013.00527
55. Beis J.M., André J.M., Baumgarten A., Challier B. Eye patching in unilateral spatial neglect: efficacy of two methods //

Arch Physical Med Rehabil. 1999. Vol. 80, N 1. P. 71–76. doi: 10.1016/s0003-9993(99)90310-6

56. Rossetti Y., Jacquin-Courtois S., Calabria M., et al. Testing cognition and rehabilitation in unilateral neglect with wedge prism adaptation: Multiple interplays between sensorimotor adaptation and spatial cognition // *Clinical Systems Neuroscience*. 2015. P. 359–381. doi: 10.1007/978-4-431-55037-2_20

57. Zhang Y., Xing Y., Li C., et al. Mirror therapy for unilateral neglect after stroke: A systematic review // *Eur J Neurol*. 2022. Vol. 29, N 1. P. 358–371. doi: 10.1111/ene.15122

58. Gammeri R., Iacono C., Ricci R., Salatino A. Unilateral spatial neglect after stroke: current insights // *Neuropsychiatric Dis Treatment*. 2020. N 16. P. 131–152. doi: 10.2147/NDT.S171461

59. Fordell H., Bodin K., Eklund A., Malm J. RehAtt: Scanning training for neglect enhanced by multi-sensory stimulation in Virtual Reality // *Topics Stroke Rehabil*. 2016. Vol. 23, N 3. P. 191–199. doi: 10.1080/10749357.2016.1138670

60. Dehn L.B., Piefke M., Toepper M., et al. Cognitive training in an everyday-like virtual reality enhances visual-spatial memory capacities in stroke survivors with visual field defects // *Topics Stroke Rehabil*. 2020. Vol. 27, N 6. P. 442–452. doi: 10.1080/10749357.2020.1716531

61. Shin J.H., Kim M., Lee J.Y., et al. Feasibility of hemispatial neglect rehabilitation with virtual reality-based visual exploration therapy among patients with stroke: Randomised controlled trial // *Front Neurosci*. 2023. N 17. P. 1142663. doi: 10.3389/fnins.2023.1142663

62. Riva G., Wiederhold B.K., Mantovani F. Neuroscience of virtual reality: From virtual exposure to embodied medicine // *Cyber Behav Soc Netw*. 2019. Vol. 22, N 1. P. 82–96. doi: 10.1089/cyber.2017.29099.gri

63. Salatino A., Zavattaro C., Gammeri R., et al. Virtual reality rehabilitation for unilateral spatial neglect: A systematic review of immersive, semi-immersive and non-immersive techniques // *Neurosci Biobehavioral Rev*. 2023. N 152. P. 105248. doi: 10.1016/j.neubiorev.2023.105248

64. Kim Y.M., Chun M.H., Yun G.J., et al. The effect of virtual reality training on unilateral spatial neglect in stroke patients // *Ann Rehabil Med*. 2011. Vol. 35, N 3. P. 309–315. doi: 10.5535/arm.2011.35.3.309

65. Houston K.E., Bowers A.R., Peli E., Woods R.L. Peripheral prisms improve obstacle detection during simulated walking for patients with left hemispatial neglect and hemianopia // *Optom Vis Sci*. 2018. Vol. 95, N 9. P. 795. doi: 10.1097/OPX.0000000000001280

66. Kerkhoff G. Successful return to professional work after neglect, extinction, and spatial misperception: Three long-term case studies // *Neuropsychol Rehabil*. 2021. Vol. 31, N 6. P. 837–862. doi: 10.1080/09602011.2020.1738248

67. Meidian A.C., Wahyuddin, Amimoto K. Rehabilitation interventions of unilateral spatial neglect based on the functional outcome measure: A systematic review and meta-analysis // *Neuropsychol Rehabil*. 2022. Vol. 32, N 5. P. 814–843. doi: 10.1080/09602011.2020.1831554

68. Barrett A.M., Houston K.E. Update on the clinical approach to spatial neglect // *Curr Neurol Neurosci Reports*. 2019. Vol. 19, N 5. P. 25. doi: 10.1007/s11910-019-0940-0

69. Azouvi P., Jacquin-Courtois S., Luauté J. Rehabilitation of unilateral neglect: Evidence-based medicine // *Ann Physical Rehabil Med*. 2017. Vol. 60, N 3. P. 191–197. doi: 10.1016/j.rehab.2016.10.006

70. Ito K., Hanada K., Yokoi K., et al. Effects of visual impairment after acute stroke on activities of daily living // *Asian J Occupational Therapy*. 2022. Vol. 18, N 1. P. 55–64. doi: 10.11596/asijat.18.55

REFERENCES

1. Rowe F, Brand D, Jackson A, et al. Visual impairment following stroke: Do stroke patients require vision assessment? *Age Ageing*. 2009;38(2):188–193. doi: 10.1093/ageing/afn2302

2. Osawa A, Maeshima S. Unilateral spatial neglect due to stroke. In: Dehkharghani S, ed. *Stroke* [Internet]. Brisbane (AU): Exon Publications; 2021. Chapter 7. doi: 10.36255/exonpublications.stroke.spatialneglect.2021

3. Russkikh OA, Perevoshnikov PV, Bronnikov VA. The syndrome of neglect (agnosia) in post-stroke patients and possibilities of neuropsychological rehabilitation. In: *Proceedings of the VII Siberian Psychological Forum “Complex Human Research: Psychology”*; Tomsk, 28–29 November 2017. Tomsk; 2017. P. 127–130. (In Russ).

4. Bolognini N, Vallar G. Hemianopia, spatial neglect, and their multisensory rehabilitation. In: Sathian K, Ramachandran VS, ed. *Multisensory perception*. Cambridge, MA, USA: Academic Press; 2020. P. 423–447. doi: 10.1016/B978-0-12-812492-5.00019-X

5. Pula JH, Yuen CA. Eyes and stroke: The visual aspects of cerebrovascular disease. *Stroke Vasc Neurol*. 2017;2(4):210–220. doi: 10.1136/svn-2017-000079

6. Heilman KM, Valenstein E. Mechanisms underlying hemispatial neglect. *Ann Neurol*. 1979;5(2):166–170. doi: 10.1002/ana.410050210

7. Dobrohotova TA. *Neuropsychiatry*. 2nd revised and updated. Moscow: Binom; 2016. 304 p. (In Russ).

8. Shurupova MA, Aizenshtein AD, Ivanova GE. Homonymous hemianopia and visual neglect: I — phenomenology, diagnosis. *Physical Rehabilitation Medicine Medical Rehabilitation*. 2022;4(4):244–258. (In Russ). doi: 10.36425/rehab112424

9. Zihl J. Rehabilitation of visual disorder after brain injury. 2nd ed. *Neuropsychological rehabilitation: A modular handbook*. University of Glasgow, UK; 2011. 288 p.

10. Nijboer TC, Kollen BJ, Kwakkel G. Time course of visuospatial neglect early after stroke: A longitudinal cohort study. *Cortex*. 2013;49(8):2021–2027. doi: 10.1016/j.cortex.2012.11.006

11. Kerkhoff G, Rode G, Clarke S. Treating neurovisual deficits and spatial neglect. In: Platz T, ed. *Clinical pathways in stroke rehabilitation*. Springer, Cham; 2021. P. 191–217. doi: 10.1007/978-3-030-58505-1

12. Ivanov IV, Kuester S, MacKeben M, et al. Effects of visual search training in children with hemianopia. *PLoS One*. 2018;(13)7:e0197285. doi: 10.1371/journal.pone.0197285

13. De Haan GA, Melis-Dankers BJ, Brouwer WH, et al. The effects of compensatory scanning training on mobility in patients with homonymous visual field defects: A randomized controlled trial. *PLoS One*. 2015;10(8):e0134459. doi: 10.1371/journal.pone.0134459

14. Keller I, Lefin-Rank G. Improvement of visual search after audiovisual exploration training in hemianopic patients.

- Neurorehabilitat Neural Repair*. 2010;24(7):666–673. doi: 10.1177/154596831037277
15. Alwashmi K, Meyer G, Rowe FJ. Audio-visual stimulation for visual compensatory functions in stroke survivors with visual field defect: A systematic review. *Neurological Sci*. 2022;43(4):2299–2321. doi: 10.1007/s10072-022-05926-y
16. Kerkhoff G, Münßinger U, Haaf E, et al. Rehabilitation of homonymous scotomata in patients with postgeniculate damage of the visual system: Saccadic compensation training. *Rest Neurol Neurosci*. 1992;4(4):245–254. doi: 10.3233/RNN-1992-4402
17. Pambakian AM, Mannan SK, Hodgson TL, Kennard C. Saccadic visual search training: A treatment for patients with homonymous hemianopia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2004;75(10):1443–1448. doi: 10.1136/jnnp.2003.025957
18. Liu KP, Hanly J, Fahey P, et al. A systematic review and meta-analysis of rehabilitative interventions for unilateral spatial neglect and hemianopia poststroke from 2006 through 2016. *Arch Physical Med Rehabil*. 2019;100(5):956–979. doi: 10.1016/j.apmr.2018.05.037
19. Aimola L, Lane AR, Smith DT, et al. Efficacy and feasibility of home-based training for individuals with homonymous visual field defects. *Neurorehabilit Neural Repair*. 2014;28(3):207–218. doi: 10.1177/154596831350321
20. Roth T, Sokolov AN, Messias A, et al. Comparing explorative saccade and flicker training in hemianopia: A randomized controlled study. *Neurology*. 2009;72(4):324–331. doi: 10.1212/01.wnl.0000341276.65721.f2
21. Mödden C, Behrens M, Damke I, et al. A randomized controlled trial comparing 2 interventions for visual field loss with standard occupational therapy during inpatient stroke rehabilitation. *Neurorehabilit Neural Repair*. 2012;26(5):463–469. doi: 10.1177/1545968311425927
22. Zihl J, Kentridge RW, Pargent F, Heywood CA. Aging and the rehabilitation of homonymous hemianopia: The efficacy of compensatory eye-movement training techniques and a five-year follow up. *Aging Brain*. 2021;(1):100012. doi: 10.1016/j.nbas.2021.100012
23. Aizenshtein AD, Shurupova MA, Ivanova GE. The use of the eyetracking method for the rehabilitation of patients with oculomotor disorders who have suffered a stroke: A pilot study. *Questions Balneol Physiotherapy Therapeutic Physical Culture*. 2022;99(3–2): 37–38. (In Russ).
24. Kujawa K, Zurek G, Kwiatkowska A, et al. Assessment of language functions in patients with disorders of consciousness using an alternative communication tool. *Front Neurol*. 2021;(12):684362. doi: 10.3389/fneur.2021.684362
25. Szalados R, Leff AP, Doogan CE. The clinical effectiveness of Eye-Search therapy for patients with hemianopia, neglect or hemianopia and neglect. *Neuropsychol Rehabil*. 2021;31(6):971–982. doi: 10.1080/09602011.2020.1751662
26. Pollock A, Hazelton C, Rowe FJ, et al. Interventions for visual field defects in people with stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;5(5):CD008388. doi: 10.1002/14651858.CD008388.pub3
27. Mena-Garcia L, Pastor-Jimeno JC, Maldonado MJ, et al. Multitasking compensatory saccadic training program for hemianopia patients: A new approach with 3-dimensional real-world objects. *Transl Vis Sci Technol*. 2021;10(2):3. doi: 10.1167/tvst.10.2.3
28. Zihl J. Eye movement patterns in hemianopic dyslexia. *Brain*. 1995;118(4):891–912. doi: 10.1093/brain/118.4.891
29. Schuett S. The rehabilitation of hemianopic dyslexia. *Nat Rev Neurol*. 2009;5(8):427–437. doi: 10.1038/nrneuro.2009.97
30. Kuester-Gruber S, Kabisch P, Cordey A, et al. Training of vertical versus horizontal reading in patients with hemianopia: A randomized and controlled study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021;(259):745–757. doi: 10.1007/s00417-020-04952-w
31. Sabel BA, Gao Y, Antal A. Reversibility of visual field defects through induction of brain plasticity: Vision restoration, recovery and rehabilitation using alternating current stimulation. *Neural Regen Res*. 2020;15(10):1799–1806. doi: 10.4103/1673-5374.280302
32. Herpich F, Melnick MD, Agosta S, et al. Boosting learning efficacy with noninvasive brain stimulation in intact and brain-damaged humans. *J Neurosci*. 2019;39(28):5551–5561. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3248-18.2019
33. Bakulin IS, Lagoda DY, Poydasheva AG, et al. Transcranial direct current stimulation in poststroke hemianopia. *Ann Clin Experiment Neurol*. 2020;14(2):5–14. (In Russ). doi: 10.25692/ACEN.2020.2.1
34. Sabel BA, Hamid AI, Borrmann C, et al. Transorbital alternating current stimulation modifies BOLD activity in healthy subjects and in a stroke patient with hemianopia: A 7 Tesla fMRI feasibility study. *Int J Psychophysiol*. 2020;(154):80–92. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2019.04.002
35. Battaglioli L, Di Ponzio M, Ghiani A, et al. Vision recovery with perceptual learning and non-invasive brain stimulation: Experimental set-ups and recent results, a review of the literature // *Restor Neurol Neurosci*. 2022;40(3):137–168. doi: 10.3233/RNN-221261
36. Salazar AP, Vaz, PG, Marchese RR, et al. Noninvasive brain stimulation improves hemispatial neglect after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Arch Physical Med Rehabil*. 2018;99(2):355–366. doi: 10.1016/j.apmr.2017.07.009
37. Longley V, Hazelton C, Heal C, et al. Non-pharmacological interventions for spatial neglect or inattention following stroke and other non-progressive brain injury. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;7(7):CD003586. doi: 10.1002/14651858.CD003586.pub4
38. Yi YG, Chun MH, Do KH, et al. The effect of transcranial direct current stimulation on neglect syndrome in stroke patients. *Ann Rehabil Med*. 2016;40(2):223–229. doi: 10.5535/arm.2016.40.2.223
39. Kovalchuk VV, Khaibullin TN, Galkin AS, et al. Features of correction of the neglect syndrome in the implementation of motor rehabilitation of patients with hemispheric stroke. *J Neurol Psychiatry named after C.C. Korsakov*. 2019;119(3):29–38. doi: 10.17116/jnevro201911903129
40. Gorgoraptis N, Mah YH, Machner B, et al. The effects of the dopamine agonist rotigotine on hemispatial neglect following stroke. *Brain*. 2012;135(8):2478–2491. doi: 10.1093/brain/aww154
41. Spaccavento S, Cellamare F, Cafforio E, et al. Efficacy of visual-scanning training and prism adaptation for neglect rehabilitation. *Appl Neuropsychol Adult*. 2016;23(5):313–321. doi: 10.1080/23279095.2015.1038386
42. Nikitaeva EV. Neuropsychological rehabilitation of patients with neglecta syndrome (syndrome of unilateral visual-spatial ignoring): methodical manual. Kazan: Buk; 2021. 50 p. (In Russ).
43. Gubina IL, Savelyeva IE. Experience in the use of oculomotor gymnastics according to feldenkrais in case of non-eclecticism in the acute phase of stroke. In: Current issues of scientific research. Collection of scientific papers based on the materials of

- the VII International Scientific and Practical Conference. Ivanovo: Press IP Tsvetkov; 2016. P. 67–70.
44. Svaerke KW, Omkvist KV, Havsteen IB, Christensen HK. Computer-based cognitive rehabilitation in patients with visuospatial neglect or homonymous hemianopia after stroke. *J Stroke Cerebrovascul Dis*. 2019;28(11):104356. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104356
45. Kerkhoff G, Bucher L, Brasse M, et al. Smooth pursuit “bedside” training reduces disability and unawareness during the activities of daily living in neglect: A randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2014;28(6):554–563. doi: 10.1177/1545968313517757
46. Buchatskiy KV. Neuroimaging diagnostics and neurorehabilitation of patients with hemispatial neglect with the help of innovative computer technologies. In: Selected issues of neurorehabilitation: Materials of the VII International Congress “Neurorehabilitation”. Moscow; 2015. P. 47–58.
47. Bottini G, Gandola M. Beyond the non-specific attentional effect of caloric vestibular stimulation: Evidence from healthy subjects and patients. *Multisensory Res*. 2015;28(5-6):591–612. doi: 10.1163/22134808-00002504
48. Pitzalis S, Spinelli D, Vallar G, Russo FD. Transcutaneous electrical nerve stimulation effects on neglect: A visual-evoked potential study. *Front Hum Neurosci*. 2013;(7):111. doi: 10.3389/fnhum.2013.00111
49. Ceyte H, Beis JM, Simon M, et al. Lasting improvements in left spatial neglect following a protocol combining neck-muscle vibration and voluntary arm movements: A case-study. *Disabil Rehabil*. 2019;41(12):1475–1483. doi: 10.1080/09638288.2018.1430178
50. Vaes N, Nys G, Lafosse C, et al. Rehabilitation of visuospatial neglect by prism adaptation: Effects of a mild treatment regime. A randomised controlled trial. *Neuropsychol Rehabil*. 2018;28(6):899–918. doi: 10.1080/09602011.2016.1208617
51. Li J, Li L, Yang Y, Chen S. Effects of prism adaptation for unilateral spatial neglect after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Am J Physical Med Rehabil*. 2021;100(6):584–591. doi: 10.1097/PHM.000000000000159
52. Champod AS, Frank RC, Taylor K, Gail A. The effects of prism adaptation on daily life activities in patients with visuospatial neglect: A systematic review. *Neuropsychol Rehabil*. 2018;28(4):491–514. doi: 10.1080/09602011.2016.1182032
53. Chen P, Hreha K, Gonzalez-Snyder C, et al. Impacts of prism adaptation treatment on spatial neglect and rehabilitation outcome: Dosage matters. *Neurorehabil Neural Repair*. 2022;36(8):500–513. doi: 10.1177/15459683221107891
54. Smania N, Fonte CS, Picelli A, et al. Effect of eye patching in rehabilitation of hemispatial neglect. *Front Hum Neurosci*. 2013;(7):527. doi: 10.3389/fnhum.2013.00527
55. Beis JM, André JM, Baumgarten A, Challier B. Eye patching in unilateral spatial neglect: efficacy of two methods. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80(1):71–76. doi: 10.1016/s0003-9993(99)90310-6
56. Rossetti Y, Jacquin-Courtois S, Calabria M, et al. Testing cognition and rehabilitation in unilateral neglect with wedge prism adaptation: Multiple interplays between sensorimotor adaptation and spatial cognition. *Clinical Systems Neuroscience*. 2015. P. 359–381. doi: 10.1007/978-4-431-55037-2_20
57. Zhang Y, Xing Y, Li C, et al. Mirror therapy for unilateral neglect after stroke: A systematic review. *Eur J Neurol*. 2022;29(1):358–371. doi: 10.1111/ene.15122
58. Gammeri R, Iacono C, Ricci R, Salatino A. Unilateral spatial neglect after stroke: Current insights. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2020;(16):131–152. doi: 10.2147/NDT.S171461
59. Fordell H, Bodin K, Eklund A, Malm J. RehAtt: Scanning training for neglect enhanced by multi-sensory stimulation in Virtual Reality. *Top Stroke Rehabil*. 2016;23(3):191–199. doi: 10.1080/10749357.2016.1138670
60. Dehn LB, Piefke M, Toepper M, et al. Cognitive training in an everyday-like virtual reality enhances visual-spatial memory capacities in stroke survivors with visual field defects. *Top Stroke Rehabil*. 2020;27(6):442–452. doi: 10.1080/10749357.2020.1716531
61. Shin JH, Kim M, Lee JY, et al. Feasibility of hemispatial neglect rehabilitation with virtual reality-based visual exploration therapy among patients with stroke: Randomised controlled trial. *Front Neurosci*. 2023;(17):1142663. doi: 10.3389/fnins.2023.1142663
62. Riva G, Wiederhold BK, Mantovani F. Neuroscience of virtual reality: From virtual exposure to embodied medicine. *Cyber Behav Soc Netw*. 2019;22(1):82–96. doi: 10.1089/cyber.2017.29099.gri
63. Salatino A, Zavattaro C, Gammeri R, et al. Virtual reality rehabilitation for unilateral spatial neglect: A systematic review of immersive, semi-immersive and non-immersive techniques. *Neurosci Biobehav Rev*. 2023;(152):105248. doi: 10.1016/j.neubiorev.2023.105248
64. Kim YM, Chun MH, Yun GJ, et al. The effect of virtual reality training on unilateral spatial neglect in stroke patients. *Ann Rehabil Med*. 2011;35(3):309–315. doi: 10.5535/arm.2011.35.3.309
65. Houston KE, Bowers AR, Peli E, Woods RL. Peripheral prisms improve obstacle detection during simulated walking for patients with left hemispatial neglect and hemianopia. *Optom Vis Sci*. 2018;95(9):795. doi: 10.1097/OPX.0000000000001280
66. Kerkhoff G. Successful return to professional work after neglect, extinction, and spatial misperception: Three long-term case studies. *Neuropsychol Rehabil*. 2021;31(6):837–862. doi: 10.1080/09602011.2020.1738248
67. Meidian AC, Wahyuddin, Amimoto K. Rehabilitation interventions of unilateral spatial neglect based on the functional outcome measure: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychol Rehabil*. 2022;32(5):764–793. doi: 10.1080/09602011.2020.1831554
68. Barrett AM, Houston KE. Update on the clinical approach to spatial neglect. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2019;19(5):25. doi: 10.1007/s11910-019-0940-0
69. Azouvi P, Jacquin-Courtois S, Luaut OJ. Rehabilitation of unilateral neglect: Evidencebased medicine. *Ann Phys Rehabil Med*. 2017;60(3):191–197. doi: 10.1016/j.rehab.2016.10.006
70. Ito K, Hanada K, Yokoi K, et al. Effects of visual impairment after acute stroke on activities of daily living. *Asian J Occupational Therapy*. 2022;18(1):55–64. doi: 10.11596/asijot.18.55

ОБ АВТОРАХ

* **Шурупова Марина Алексеевна**, канд. биол. наук;
адрес: Россия, 117342, Москва, ул. Островитянова, д. 1, стр. 10;
ORCID: 0000-0003-2214-3187;
eLibrary SPIN: 7030-9954;
e-mail: shurupova@fccps.ru

Айзенштейн Алина Дмитриевна;
ORCID: 0000-0001-7442-0903;
eLibrary SPIN: 6638-1549;
e-mail: aizenshtein@fccps.ru

Иванова Галина Евгеньевна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-3180-5525;
eLibrary SPIN: 4049-4581;
e-mail: reabilivanova@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Marina A. Shurupova**, Cand. Sci. (Biol.);
address: 1/10 Ostrovityanova street, 117342 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0003-2214-3187;
eLibrary SPIN: 7030-9954;
e-mail: shurupova@fccps.ru

Alina D. Aizenshtein;
ORCID: 0000-0001-7442-0903;
eLibrary SPIN: 6638-1549;
e-mail: aizenshtein@fccps.ru

Galina E. Ivanova, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: 0000-0003-3180-5525;
eLibrary SPIN: 4049-4581;
e-mail: reabilivanova@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author