

НАРУШЕНИЕ ТОНКОЙ МОТОРИКИ КИСТИ ПОСЛЕ ЛАТЕРАЛИЗОВАННОГО ИНСУЛЬТА: ПРОЦЕССЫ НЕЙРОПЛАСТИЧНОСТИ И СЕНСОМОТОРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

Е.В. Екушева, А.А. Комазов

Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства России»,
Москва, Российская Федерация

Актуальность. Нарушение мелкой моторики в кисти является одной из наиболее частых причин стойкой утраты профессиональных навыков, социальной дезадаптации, невозможности самообслуживания у пациентов после инсульта, что в итоге приводит к существенному снижению качества их жизни. **Цель** — изучение особенностей двигательных нарушений в кисти у пациентов после инсульта в зависимости от латерализации поражения. **Методы.** Обследовано 26 пациентов после первичного ишемического инсульта в бассейне средней мозговой артерии правого ($n=12$) или левого ($n=14$) полушария головного мозга. Средний возраст больных — $55,7 \pm 7,3$ года. Пациенты с правополушарным ишемическим инсультом были сопоставимы с больными, имеющими левополушарное поражение, по возрасту, длительности заболевания, размеру патологического очага и соотношению мужчин и женщин. **Результаты.** У всех пациентов после ишемического инсульта наблюдались двигательные нарушения в виде гемипареза легкой и умеренной степени выраженности. **Обсуждение.** Предполагается наличие дифференцированных механизмов развития нарушений тонких и высококоординированных произвольных движений в кисти у больных после ишемического инсульта в зависимости от латерализации супратенториального поражения: диффузное расстройство афферентного обеспечения при правополушарном поражении и билатеральный эфферентный дефицит при поражении левой гемисферы. **Заключение.** Полученные данные о дифференцированных механизмах развития нарушений тонких и высококоординированных произвольных движений в кисти у больных после ишемического инсульта свидетельствуют о необходимости дальнейшего, более прицельного изучения данных расстройств в постинсультном периоде с целью оптимизации имеющихся методов реабилитационных мероприятий и повышения функциональных возможностей и качества жизни этой категории больных.

Ключевые слова: ишемический инсульт, тонкая моторика, нейропластичность, сенсомоторная интеграция, реабилитация.

(Для цитирования: Екушева Е.В., Комазов А.А. Нарушение тонкой моторики кисти после латерализованного инсульта: процессы нейропластичности и сенсомоторной интеграции. *Клиническая практика*. 2019; 10(1):16–22. doi: 10.17816/clinpract10116–22)

DISORDERS OF FINE MOTOR SKILLS AFTER A STROKE: THE PROCESSES OF NEUROPLASTICITY AND SENSORIMOTOR INTEGRATION

E.V. Ekusheva, A.A. Komazov

Academy of Postgraduate Education under the Federal State Budgetary Institution Federal State Budgetary Unit “Federal Research and Clinical Center of Specialized Medical Care and Medical Technologies of FMBA of Russia”, Moscow, Russian Federation

Background. Impairment of fine motor skills in the hand is one of the most frequent causes of the persistent loss of professional skills, social maladjustment, and the impossibility of self-care in patients after a stroke, which ultimately leads to a significant reduction in the quality of their life. The article discusses the features of the fine motor skills’ impairment in the hand in patients after a stroke, in the context of a lateralized hemispheric lesion. **Methods.** We have studied 26 patients after a primary ischemic stroke in the pool of middle cerebral artery of the right ($n=12$) or left ($n=14$) brain hemisphere. The average age

of patients was 55.7 ± 7.3 years. Patients with a right-sided ischemic stroke were comparable to those with a left-sided stroke in their age, disease duration, size of the lesion and the gender ratio. **Results.** All the patients after an ischemic stroke had motor impairment in the form of a hemiparesis of a mild or moderate degree. **Discussion.** We suggest the existence of differentiated mechanisms for the development of fine and highly coordinated voluntary movements in the hand of patients after an ischemic stroke, depending on the lateralization of the supratentorial lesion: diffuse deficit of the afferent support in a right-sided ischemic stroke vs. bilateral efferent deficit for a left hemisphere lesion. **Conclusion.** The obtained data on the differentiated mechanisms for the development of fine and highly coordinated voluntary movements in the hand of patients after an ischemic stroke warrant the necessity of a further, more targeted research on those disorders in the post-stroke period, on order to optimize the existing rehabilitation approaches and improve the functional potential and quality of life of such patients.

Keywords: ischemic stroke, fine motor skills, neuroplasticity, sensorimotor integration, rehabilitation.

(**For citation:** Ekusheva EV, Komazov AA. Disorders of Fine Motor Skills after a Stroke: the Processes of Neuroplasticity and Sensorimotor Integration. *Journal of Clinical Practice*. 2019; 10(1):16–22. doi: 10.17816/clinpract10116–22)

АКТУАЛЬНОСТЬ

Церебральный инсульт по-прежнему занимает лидирующие позиции по показателям общей смертности в России и первичной инвалидности [1, 2], обусловленной резидуальным неврологическим дефектом, представленным у большей части пациентов стойкими двигательными нарушениями различной степени выраженности. У 80–90% выживших после острого нарушения мозгового кровообращения больных наблюдается парез верхней конечности [3], причем в 40% случаев двигательные нарушения в руке сохраняются пожизненно [4], значительно изменяя моторику пациентов после ишемического инсульта (ИИ) и полностью перестраивая их двигательный стереотип [5].

Дефицит тонких двигательных навыков имеет такое же значение для человека, как и нарушение глобальных движений, поскольку оказывает значительное влияние на повседневную жизнедеятельность: в частности, при застегивании пуговиц, открывании двери, удерживании столовых приборов, расчесывании, письме и др. Нарушение мелкой моторики в кисти является одной из наиболее частых причин стойкой утраты профессиональных навыков, социальной дезадаптации, невозможности самообслуживания у пациентов после инсульта, что в итоге приводит к существенному снижению качества их жизни [6–8]. Только у 5% больных функция кисти восстанавливается полностью [9]. Нередко даже при хорошем двигательном восстановлении после инсульта в той или иной степени наблюдается выраженный синдром «приученного неиспользования»

кисти в повседневной практике — до 20% случаев [9, 10], а у большинства больных даже при хороших перспективах функционального восстановления в значительной степени наблюдается неиспользование руки и кисти [11], которое в рутинной клинической практике практически не диагностируется.

Несмотря на достаточно пристальное исследование процессов восстановления постинсультного дефицита в кисти в последнее десятилетие, многие вопросы этого направления остаются не вполне изученными. В настоящее время можно отметить определенные успехи в области исследования процессов функционального восстановления постинсультного дефицита и реабилитации больных после ИИ с нарушением тонкой моторики [4, 9, 12–15], в том числе при помощи современных методик функционального восстановления в паретичной руке с использованием принципа биологической обратной связи («сенсорной перчатки») [9], автоматизированных и роботизированных устройств, игровых и компьютерных стратегий [13, 15, 16]. Вместе с тем изучение патогенеза двигательных нарушений в кисти у пациентов после инсульта, в том числе в контексте латерализованного полушарного поражения, продолжает оставаться актуальным, что и явилось **целью настоящего исследования.**

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Участники исследования

Обследовано 26 пациентов после первичного ИИ в бассейне средней мозговой артерии правого (12) или левого (14) полушария головного мозга. Средний возраст больных составил $55,7 \pm 7,3$ года.

Длительность заболевания с момента инсульта — от 6 до 12 мес. Диагноз верифицирован по результатам магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга: размер супратенториальных очагов составлял от 1 до 3 см. Контрольную группу составили 20 сопоставимых по возрасту здоровых испытуемых. Все исследуемые были правшами и имели в той или иной степени нарушение тонкой моторики в кисти после ИИ.

Критерии отбора

- возраст от 18 до 70 лет;
- отсутствие синдрома игнорирования (неглекта), психических, онкологических заболеваний, выраженных когнитивных и двигательных нарушений и соматических болезней в стадии декомпенсации.

Статистический анализ

Для объективизации степени выраженности клинических симптомов использовались оригинальные и унифицированные международные шкалы:

- оригинальная анкета для оценки выраженности двигательных нарушений;
- подраздел «Н» шкалы для исследования функциональных возможностей верхней конечности для оценки тонкой моторики кисти;
- модифицированная Ноттингемская шкала для анализа сенсорных нарушений;
- шкала или индекс степени функциональной независимости и повседневной активности Бартела.

Для статистической оценки полученных данных применяли параметрические и непараметрические методы статистики с использованием критериев Стьюдента и Вилкоксона/Манна–Уитни соответственно, на базе компьютерной программы Statistica для Windows 7.0. Во всех статистических критериях за величину уровня значимости принимали значение 0,05 (при значении $p < 0,05$ различия или корреляции считались статистически значимыми).

РЕЗУЛЬТАТЫ

У всех пациентов после ИИ наблюдались двигательные нарушения в виде гемипареза легкой и умеренной степени выраженности: в руках мышечная слабость была наибольшей, при этом дистальный парез отмечался чаще и был более выражен (3, реже 2 балла по оригинальной анкете для оценки двигательных нарушений), чем прокси-

мальный парез (2, реже 1 балл). У многих пациентов (65,7%) обращало на себя внимание наличие на стороне поражения ульнарного двигательного дефекта или симптома Вендеровича (Вендеровича–Россолимо) в виде сложности противостоять принудительному отведению приведенного мизинца в сторону, указывающего даже на легкую степень поражения. У всех больных (100%) на стороне гемипареза определялось в той или иной степени нарушение тонкой моторики: диапазон значений от 1 (15,4%) до 4 (11,5%) баллов (согласно подразделу «Н» шкалы для исследования двигательных нарушений верхней конечности). Моторный дефицит на ипсилатеральной или противоположной стороне тела в группе в целом обнаруживался в 19,2% случаев. Афферентные нарушения на стороне пареза определялись у подавляющего числа исследуемых больных (73,1%) и были представлены преимущественно нарушением сложных видов чувствительности (76,9%), среди которых чаще наблюдалось расстройство стереогноза (73,1%), коррелирующее с худшими функциональными возможностями пациентов, оцениваемыми по шкале Бартела ($r = -0,44$ при $p < 0,05$). Также отмечалось расстройство поверхностной (46,2%) и глубокой чувствительности, преимущественно проприоцептивной модальности (53,8%). На противоположной очагу ИИ стороне тела в 26,9% случаев были обнаружены афферентные нарушения — нарушение тактильной и проприоцептивной модальностей.

Пациенты с правополушарным ИИ достоверно не отличались от больных с левополушарным ИИ по среднему возрасту, длительности заболевания, размеру патологического очага и соотношению мужчин и женщин, что позволило корректно анализировать полученные в этих группах данные. Анализ постинсультных расстройств в зависимости от латерализации поражения показал, что у больных с правополушарным ИИ достоверно чаще наблюдались сопоставимое снижение мышечной силы в проксимальных и дистальных отделах с преобладанием в руке, расстройство сложных видов чувствительности в виде нарушения или отсутствия стереогноза (до 75,0%) и дискриминационной (до 66,7%) чувствительности, а также более низкие функциональные возможности самих пациентов ($43,7 \pm 5,3$ по шкале Бартела). Достоверными клиническими особенностями на ипсилатеральной стороне у этих больных были нарушение стереогноза (до 16,7%) и чувство дискриминации (до 33,3%).

У пациентов с левополушарным ИИ на стороне гемипареза достоверно чаще отмечались более «локальный», преимущественно в дистальных отделах парез; спастичность, сопоставимая по выраженности с мышечной слабостью ($2,6 \pm 1,3$ и $2,6 \pm 1,3$ балла соответственно, согласно оригинальной шкале для оценки выраженности двигательных нарушений), преимущественно в дистальном отделе руки (до 78,6%); расстройство проприоцептивной (до 57,1%) и поверхностной (до 50,0%) чувствительности; а на противоположной гемипарезу стороне — дистальный парез в руке (до 28,6%) и положительный симптом Вендеровича (до 21,4%).

При поражении правой гемисферы у пациентов после ИИ наблюдалось нарушение моторики в паретичной кисти на этапе завершения выполнения заданий (при выполнении одноименного теста), тогда как при поражении левой — патология высококоординированных и согласованных движений при выполнении наиболее сложных заданий на тонкую моторику, особенно в начале их выполнения и/или при условии определенных временных рамок для задания. Важно заметить, что у больных после левополушарного ИИ также определялось нарушение дифференцированных и координированных движений в непораженной кисти как в обычной жизни, так и при выполнении теста на тонкую моторику. У части пациентов после правополушарного ИИ (16,7%) при неврологическом осмотре наблюдалась неловкость правой руки, однако эти явления были достоверно менее выражены, чем аналогичный дефицит после поражения левой гемисферы (28,6%). Также у пациентов с левополушарным ИИ наблюдалась положительная корреляционная связь между выраженностью нарушения тонкой моторики (в одноименном тесте) и уровнем функциональной независимости согласно индексу Бартела ($r=0,46$ при $p<0,05$), более выраженная, чем у всех больных после ИИ или после правополушарного ИИ ($r=0,36$ и $0,32$ соответственно; $p<0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное исследование показало существенную представленность и определенные особенности наиболее сложных и высококоординированных произвольных движений в кисти у пациентов после латерализованного ИИ. Полученные данные позволяют предположить наличие дифференцированных механизмов развития

нарушений тонких и высококоординированных произвольных движений в кисти у больных после ИИ в зависимости от латерализации супратенториального поражения: диффузное расстройство афферентного обеспечения при правополушарном поражении и билатеральный эфферентный дефицит при поражении левой гемисферы. На наш взгляд, неловкость в непораженной кисти у пациентов после правополушарного ИИ связана с существующими афферентными нарушениями, не предъявляемыми этими больными, а не имеющейся дисфункцией эфферентного потока на противоположной гемипарезу стороне.

Тонкая моторика кисти является сложным и многокомпонентным двигательным актом, представляющим собой совокупность мелких высококоординированных, точных и согласованных движений [9]. Обсуждается важность интактного афферентного потока для точного контроля выполнения тонких и целенаправленных сокращений мелких мышц кисти [12, 17–20], нарушение которого является одним из факторов, затрудняющих и замедляющих функциональное восстановление мелкой моторики.

Известно, что процессы нейропластичности или способность мозга взрослого человека к структурной и функциональной реорганизации и мультимодальной интеграции происходят на протяжении всей жизни, при этом как в двигательной, так и в афферентной системах, неразрывно связанных между собой, наблюдаются параллельно происходящие пластические изменения, которые взаимовлияют и взаимодополняют друг друга [14, 17, 21, 22]. Тесное эфферентно-афферентное взаимодействие, или сенсомоторная интеграция, не ограничивается лишь M1- и S1-церебральными областями, существуя также между вторичными и третичными полями моторной и соматосенсорной коры головного мозга и на всех уровнях нервной системы, представляя таким образом структурно-функциональную мультимодальную динамичную систему [17, 23, 24]. Существует тесная связь афферентной и эфферентной составляющей биологического процесса нейропластичности: отмечена реорганизация сенсорной коры в ответ на повреждение двигательных зон мозга, а небольшие патологические процессы в области соматосенсорной коры могут вызывать изменения в моторных областях представительства пальцев [25], когда сенсорный дефицит сочетается с нарушением

выполнения координированных и ловких движений [17]. Замедленность движений и неловкость при произвольной двигательной активности, как и нарушение последовательности чередования отдельных компонентов моторного акта при дифференцированных движениях пальцев кисти у пациентов с поражением теменной доли, была впервые описана О. Фестером в 1936 г. и представлена им как «афферентный парез» [26]. Это связано с тем, что для осуществления акта тонких целенаправленных движений в кисти необходима полностью интактная соматосенсорная система [12], поэтому афферентная недостаточность приводит к расстройству двигательных функций в виде значительного нарушения тонких дифференцированных и целенаправленных действий из-за отсутствия слаженности, точности и плавности при их выполнении даже при сохранности мышечной силы и полном объеме движений [17].

На всех уровнях центральной нервной системы сенсорная информация с помощью различных механизмов влияет на обеспечение, видоизменение, согласно двигательной задаче, и реализацию моторного контроля [27]. В частности, это осуществляется на всех уровнях системы двигательного анализатора с помощью механизмов обратной связи (feedback) и опережающего контроля (feed-forward) [17]. Принцип обратной связи является универсальным для работы всей центральной нервной системы как «по горизонтали», так и «по вертикали», и система feedback функционирует постоянно и относительно медленно: она необходима для поддержания позы и регулирования медленных движений [17]. Механизм feed-forward используется при разнообразных моторных задачах, в основном для быстрых движений, для снабжения «опережающей» информацией в ситуации приспособления к различным переменным двигательного акта. В отличие от механизма обратной связи эта система «включается» по мере необходимости, что позволяет системе двигательного анализатора оперативно реагировать на меняющиеся условия и задачи [17, 27, 28]. Кроме того, афферентный поток, особенно проприоцептивный, используя ранее указанные механизмы, обеспечивает гибкость двигательного управления. В частности, для точного контроля выполнения тонких и целенаправленных сокращений мелких мышц кисти необходимо наличие постоянного афферентного потока [17, 21, 27].

Следует отметить, что для осуществления любого произвольного движения необходимо непрерывное взаимодействие обоих полушарий головного мозга [5]. В частности, латерализованная моторика рук требует участия двигательных полей обеих гемисфер, в том числе поля M1 [3, 5, 29, 30], при большем вовлечении структур и систем контрлатерального полушария при движении одной рукой [3, 31, 32].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные о дифференцированных механизмах развития нарушений тонких и высококоординированных произвольных движений в кисти у больных после ИИ свидетельствуют о необходимости дальнейшего, более прицельного изучения данных расстройств в постинсультном периоде для оптимизации имеющихся методов реабилитационных мероприятий и повышения функциональных возможностей и качества жизни этой категории больных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скворцова В.И. Реперфузионная терапия ишемического инсульта // *Consilium Medicum*. — 2004. — Т.6. — №8. — С. 610–614. [Skvortsova V.I. Reperfusion therapy of ischemic stroke. *Consilium Medicum*. 2004;6(8):610–614. (In Russ).]
2. Бархатов Ю.Д., Кадыков А.С. Прогностические факторы восстановления нарушенных в результате ишемического инсульта двигательных функций // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. — 2017. — Т.11. — №1. — С. 80–89. [Barkhatov YuD, Kadykov AS. Prognostic factors for recovery of motor dysfunction following ischemic stroke. *Annaly klinicheskoy i eksperimental'noj nevrologii*. 2017;11(1):80–89. (In Russ).] doi: 10.1016/S0140-6736(14)61682-2.
3. Staines WR, Bolton DA, McIlroy WE. *Sensorimotor control after stroke*. In: The behavioral consequences of stroke. Eds. T A Schweizer, R L Macdonald. New York: Springer Science, 2014. pp. 37–49.
4. Hatem SM, Saussez G, Della Faille M, et al. Rehabilitation of motor function after stroke: a multiple systematic review focused on techniques to stimulate upper extremity recovery. *Fron Hum Neurosci*. 2016; 10:442. doi: 10.3389/fnhum.2016.00442.
5. Haas B. *Motor Control*. In: Human Movement. Eds. T Everett, C Kell. Edinburgh: Churchill, Livingstone, 2010. pp. 47–60.

6. Hooker J, Libbe D, Park S, Paul J. Fine motor friend. Topics in stroke rehabilitation. *Top Stroke Rehabil.* 2011;18(4):372–377. doi:10.1310/tsr1804-372.
7. Hoogendam Y Y, van der Lijn F, Vernooij M W, et al. Older age-relates to worsening of fine motor skills: a population-based study of middle-aged and elderly persons. *Fron Aging Neurosci.* 2014;6:259. doi:10.3389/fnagi.2014.00259.
8. Wessel MJ, Zimmerman M, Hummel FC. Non-invasive brain stimulation: an interventional tool for enhancing behavioral training after stroke. *Fron Hum Neurosci.* 2015;9:265. doi:10.3389/fnhum.2015.00265.
9. Можейко Е.Ю. Восстановление когнитивных нарушений и тонкой моторики после инсульта с использованием компьютерных программ и принципа биологической обратной связи: Автореф. дис. ... д-р мед.наук. — Красноярск: Краснояр. гос. мед. акад. им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого; 2014. — 48 с. [Mozhejko E Yu. *Vosstanovlenie kognitivnykh narushenij i tonkoj motoriki posle insul'ta s ispol'zovaniem komp'yuternykh program i printsipa biologicheskoy obratnoj svyazi.* [dissertation abstract] Krasnoyarsk: Krasnoyar. gos. med. akad. im. prof. V.F. Vojno-Yasenetskogo; 2014. 48 p. (In Russ).] Доступно по: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005547839>. Ссылка активна на 14.12.2018.
10. Page SJ. Modified constraint-induced therapy in acute stroke: a randomized controlled pilot study. *Neurorehabil Neurol Repair.* 2005;19(1):27–32. doi: 10.1177/1545968304272701.
11. Dromerick AW, Lang CE, Birkenmeier RL, Wagner GM. Very early constraint-induced movement during stroke rehabilitation (VECTORS): a single-center RCT. *Neurology.* 2009; 73(3):195–201. doi:10.1212/WNL.0b013e3181ab2b27.
12. Bernocchi P, Mulè C, Vanoglio F, et al. Home-based hand rehabilitation with a robotic glove in hemiplegic patients afterstroke: a pilot feasibility study. *Top Stroke Rehabil.* 2018; 25(2):114–119. doi: 10.1080/10749357.2017.1389021.
13. Fasoli SE, Krebs HI, Stein J, et al. Robotic therapy for chronic motor impairments after stroke: follow-up results. *Arch Physical Med Rehabil.* 2004;85:1106–1111. doi: 10.1016/j.apmr.2003.11.028.
14. Smith M-C, Stinear C. Plasticity and motor recovery after stroke: implications for physiotherapy. *New Zealand J Physiotherapy.* 2016;44(3):166–173. doi: 10.15619/nzjp/44.3.06.
15. Hesse S, Werner MA, Pohl M, et al. Computerized arm training improves the motor control of the severely affected arm after stroke a singleblinded randomized trial in two centers. *Stroke.* 2005; 36:1960–1966. doi: 10.1161/01.STR.0000177865.37334.ce.
16. Hesse S, Schmidt H, Werner C. Machines to support motor rehabilitation after stroke: 10 years of experience in Berlin. *J Rehabil Res Dev.* 2006; 43(5):671–678. doi: 10.1682/jrrd.2005.02.0052.
17. Екушева Е.В. Сенсомоторная интеграция при поражении центральной нервной системы: клинические и патогенетические аспекты: Автореф.дис. ... д-р мед.наук. — Москва: Рос. нац. исслед. мед. ун-т им. Н.И. Пирогова, 2016. — 48 с. [Ekusheva EV. *Sensomotornaya integratsiya pri porazhenii tsentral'noj nervnoj sistemy: klinicheskie i patogeneticheskie aspekty.* [dissertation abstract] Moscow: Ros. nats. issled. med. un-t im. N.I. Pirogova, 2016. 48 p. (In Russ).] Доступно по: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006661768>. Ссылка активна на 24.12.2018.
18. Simo LS, Ghez C, Botzer L, Scheidt RA. A quantitative and standardized robotic method for the evaluation of arm proprioception after stroke. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2011:8227–8230. doi: 10.1109/IEMBS.2011.6092029.
19. Smith AL, Staines WR. Externally cued inphase bimanual training enhances preparatory premotor activity. *Clin Neurophysiol.* 2012;123(9):1846–1857. doi: 10.1016/j.clinph.2012.02.060.
20. Wasaka T, Kakigi R. *Sensorimotor integration.* In: Magnetoencephalography. From signals to dynamic cortical networks. Eds. S Supek, CJ Aine. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2014. pp. 727–42. doi: 10.1007/978-3-642-33045-2_34.
21. Дамулин И.В., Екушева Е.В. Клиническое значение феномена нейропластичности при ишемическом инсульте // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* — 2016. — Т.10. — №1. — С. 57–64. [Damulin I V, Ekusheva E V. A clinical value of neuroplasticity in ischemic stroke. *Annaly klinicheskoy i eksperimental'noj nevrologii.* 2016;10(1):57–64. (In Russ).]
22. McDonnell M, Koblar S, Ward NS, et al. An investigation of cortical neuroplasticity following stroke in adults: is there evidence for a critical window for rehabilitation. *BMC Neurology.* 2015;(15):109. doi: 10.1186/s12883-015-0356-7.
23. Vahdat S, Darainy M, Ostry DJ. Structure of plasticity in human sensory and motor networks due to perceptual learning. *J Neur.* 2014;34(7):2451–2663. doi: 10.1523/jneurosci.4291-13.2014.

24. Ostry DJ, Gribble PL. Sensory plasticity in human motor learning. *Trends Neurosci.* 2016;39(2):114–123. doi: 10.1016/j.tins.2015.12.006.
25. Hosp JA, Luft AR. Cortical plasticity during motor learning and recovery after ischemic stroke. *Neural Plasticity.* 2011;2011:1–9. doi: 10.1155/2011/871296.
26. Найдин В.Л. *Афферентные парезы при поражении теменной доли (клиника, патогенез, восстановительная терапия): Автореф. дис. ... канд. мед. наук.* — М.: Моск. мед. ин-т им. И.М. Сеченова, 1967. — 18 с. [Najdin VL. *Afferentnye parezy pri porazhenii temennoj doli (klinika, patogenez, vosstanovitel'naya terapiya).* [dissertation abstract] Moscow: Mosk. med. in-t im. I.M. Sechenova, 1967. 18 p. (In Russ).] Доступно по: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006414740>. Ссылка активна на 14.12.2018.
27. Koziol LF, Budding DE, Chidekel D. Sensory integration, sensory processing, and sensory modulation disorders: putative functional neuroanatomic underpinnings. *Cerebellum.* 2011;10(4):770–792. doi: 10.1007/s12311-011-0288-8.
28. Jones C, Nelson A. Promoting plasticity in the somatosensory cortex to alter motor physiology. *Translat Neur.* 2014;5(4):260–268. doi: 10.2478/s13380-014-0230-x.
29. Liuzzi G, Hörniß V, Hoppe J, et al. Distinct temporospatial interhemispheric interactions in the human primary and premotor cortex during movement preparation. *Cerebral Cortex.* 2010;20(6):1323–1331. doi: 10.1093/cercor/bhp196.
30. Екушева Е.В., Дамулин И.В. К вопросу о межполушарной асимметрии в условиях нормы и патологии // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* — 2014. — Т.114. — №3. — С. 92–97. [Ekusheva EV, Damulin IV. The interhemispheric asymmetry in normalcy and pathology. *Zhurnal neurologii i psikhiatrii im. S.S. Korsakova.* 2014;114(3):92–97. (In Russ).]
31. Haaland KY, Elsinger CL, Mayer AR, et al. Motor sequence complexity and performing hand produce differential patterns of hemispheric lateralization. *J Cognitive Neurosci.* 2004;16:621–636. doi: 10.1162/089892904323057344.
32. Schaefer SY, Haaland KY, Sainburg R L. Hemispheric specialization and functional impact of ipsilesional deficits in movement coordination and accuracy. *Neuropsychol.* 2009;47(13):2953–2966. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.06.025.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Екушева Евгения Викторовна

д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой нервных болезней Академии постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства»;
адрес: 125371, Москва, Волоколамское шоссе, д. 91,
e-mail: ekushevaev@mail.ru

Комазов Алексей Анатольевич

ассистент кафедры нервных болезней Академии постдипломного образования Академии постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства»