

Роль специализации полушарий головного мозга в эмоциональном контроле

Е.А. Народова¹, Н.А. Шнайдер^{1, 2}, В.В. Народова¹, Е.Е. Ерахтин³, В.Е. Карнаухов¹, Д.В. Дмитренко¹

¹ ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Россия г. Красноярск

² ФГБУ «Национальный исследовательский медицинский центр психиатрии и неврологии имени В.М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Россия, г. Санкт-Петербург

³ КГБУЗ «Красноярская межрайонная клиническая больница скорой медицинской помощи имени Н.С. Карповича»; Россия, г. Красноярск

РЕЗЮМЕ

Цель обзора: рассмотреть вопросы латерализации функции контроля эмоционального поведения в головном мозге.

Основные положения. В настоящем обзоре проведен анализ исследований, посвященных латерализации функции контроля эмоционального поведения в головном мозге, и перспектив клинического применения этого феномена в неврологии. В статью включены публикации, полученные в результате литературного поиска в отечественной (E-Library) и зарубежных базах (PubMed, Scopus, Oxford University Press, Springer, Web of Science Core Collection). Анализируя имеющиеся данные, можно отметить, что левое полушарие более устойчиво к изменению настроения по сравнению с правым, а правое полушарие может играть важную роль в текущей (более быстрой) реакции позитивного и негативного эмоционального ответа при неврологической патологии.

Заключение. Несмотря на большой интерес к указанной теме как у отечественных, так и у зарубежных исследователей, существующие данные недостаточны и фрагментированы. Это связано с тем, что ее теоретические и методические аспекты нуждаются во всесторонней разработке. Исследования роли межполушарных и внутриполушарных связей головного мозга, включая учет электроэнцефалограммы маркеров, таких как межполушарная и внутриполушарная когерентность, являются перспективными в плане дальнейшего их применения в клинической практике у пациентов с тревожными расстройствами.

Ключевые слова: когерентность, эмоции, полушария головного мозга, тревога, головной мозг.

Вклад авторов: Народова Е.А. — обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи, оформление статьи; Шнайдер Н.А. — разработка концепции, отбор статей для анализа, написание текста рукописи; Народова В.В., Дмитренко Д.В. — обзор публикаций по теме статьи, оформление статьи; Ерахтин Е.Е., Карнаухов В.Е. — обзор публикаций по теме статьи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Для цитирования: Народова Е.А., Шнайдер Н.А., Народова В.В., Ерахтин Е.Е., Карнаухов В.Е., Дмитренко Д.В. Роль специализации полушарий головного мозга в эмоциональном контроле. Докт.ру. 2020; 19(4): 23–28. DOI: 10.31550/1727-2378-2020-19-4-23-28

The Role of Brain Hemispheric Specialization in Emotional Regulation

Е.А. Narodova¹, N.A. Schneider^{1, 2}, V.V. Narodova¹, E.E. Erakhtin³, V.E. Karnaukhov¹, D.V. Dmitrenko¹

¹ Professor V.F. Voyno-Yasensky Krasnoyarsk State Medical University (a Federal Government-funded Educational Institution of Higher Education), Russian Federation Ministry of Health; 1 Partizan Zheleznyak St., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022

² V.M. Bekhterev National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology (a Federal Government-funded Institution), Russian Federation Ministry of Health; 3 Bekhterev St., St. Petersburg, Russian Federation 192019

³ N.S. Karpovich Krasnoyarsk Interregional Clinical Emergency Hospital (a Territorial Government-funded Healthcare Institution); 17 Kurchatov St., Krasnoyarsk, Russian Federation 660062

ABSTRACT

Objective of the Review: To describe brain lateralization of emotional regulation.

Key Points: The authors analyze a number of studies that focused on brain lateralization of emotional regulation and discuss prospects for making use of this phenomenon in clinical neurology. The analysis includes articles identified in a literature search in Russian (E-Library)

Народова Екатерина Андреевна (**автор для переписки**) — ассистент кафедры нервных болезней с курсом медицинской реабилитации ПО ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России. 660022, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1. eLIBRARY.RU SPIN: 9353-6628. E-mail: katya_n2001@mail.ru

Шнайдер Наталья Алексеевна — д. м. н., профессор, ведущий научный сотрудник отделения персонализированной психиатрии и неврологии ФГБУ «НМИЦ ПН им. В.М. Бехтерева» Минздрава России; врач-невролог Неврологического центра Университетской клиники ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России. 192019, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 3. eLIBRARY.RU SPIN: 6517-0279. E-mail: naschnaider@yandex.ru

Народова Валерия Вячеславовна — д. м. н., профессор кафедры нервных болезней с курсом медицинской реабилитации ПО ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России. 660077, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1. eLIBRARY.RU SPIN: 1431-8530. E-mail: narodova_v@mail.ru

(Окончание на с. 24.)



and foreign (PubMed, Scopus, Oxford University Press, Springer, and Web of Science Core Collection) databases. Analysis of the available data suggests that the left hemisphere is more resistant to mood changes than the right hemisphere, while the latter may play an important role in immediate (more rapid) positive or negative emotional responses in patients with neurological disorders.

Conclusion: Despite great interest in this subject from Russian and foreign researchers, the available data are limited and fragmented. This is because the theoretical and methodological aspects of this subject need comprehensive research. Studies of the role of interhemispheric and intrahemispheric connections in the brain, including electroencephalogram markers such as interhemispheric and intrahemispheric coherence, are promising in that the results of these studies may be used in the clinical management of patients with anxiety disorders.

Keywords: coherence, emotions, brain hemispheres, anxiety, brain.

Contributions: Narodova, E.A. — reviewed relevant publications; participated in writing the manuscript and designing the composition of the article; Schnaider, N.A. — developed the concept of the article; selected publications for analysis; participated in writing the manuscript; Narodova, V.V. and Dmitrenko, D.V. — reviewed relevant publications; participated in designing the composition of the article; Erakhtin, E.E. and Karnaukhov, V.E. — reviewed relevant publications.

Conflict of interest: The authors declare that they do not have any conflict of interests.

For citation: Narodova E.A., Schnaider N.A., Narodova V.V., Erakhtin E.E., Karnaukhov V.E., Dmitrenko D.V. The Role of Brain Hemispheric Specialization in Emotional Regulation. *Doctor.Ru.* 2020; 19(4): 23–28. (in Russian) DOI: 10.31550/1727-2378-2020-19-4-23-28

Широкий спектр социального поведения и основные функции мозга у млекопитающих латерализованы [1]. Эти латерализации могут проявляться, например, как предпочтение контролировать все одним глазом или одним полем зрения [2]. В различных социальных группах зрительная латерализация может изменяться в зависимости от положения индивида в группе [3].

У разных видов млекопитающих найдена тенденция сфокусировать товарищей по группе в левом поле зрения [4]. Подобная закономерность обнаружена в диадических взаимодействиях между взрослыми людьми [5] и между родителями и детьми [6]. Такие односторонние позиционные предпочтения выступают в качестве информативных поведенческих маркеров латерализации функции головного мозга [2, 7].

Разделение функций между двумя полушариями способствовало появлению таких различий, как сближение/отторжение или позитивность/негативность [8]. Реакции сближения и отторжения, являясь фундаментальным механизмом формирования личности, как предполагалось, контролируются разными полушариями. Левое полушарие доминирует для сближения, а правое — для отторжения [9]. В соответствии с вышесказанным правомерна гипотеза валентности, которая подразумевает, что отрицательные эмоции обрабатываются и контролируются правым полушарием, а положительные эмоции — левым [10].

В ходе изучения социальных ответов диких европейских бизонов также выявлена визуальная латерализация. Использование левого поля зрения предшествовало завершению боя, воссоединению самки с теленком [9]. Хотя признание эмоциональной валентности поведения животных в дикой природе может быть умозрительно, разумно предположить, что эти ответы представляют неагрессивные формы взаимодействия. Воссоединение самки с теленком можно считать положительным ответом. Прекращение боя трудно определить как положительный или отрицательный ответ, но оно связано с подавлением агрессии, то есть относится к неагрессивным типам ответов.

Противоположно направленные паттерны латерализации были найдены в других категориях социальных ответов. В большинстве случаев бизон держал социального партнера в правом поле зрения до удара, так проявлялась тонкая форма агрессивного/доминирующего поведения. И более активные агрессивные взаимодействия, например борьба, происходили чаще, когда животные использовали правое поле зрения [11].

В настоящем обзоре проведен анализ исследований, посвященных латерализации функции контроля эмоционального поведения в головном мозге, и перспектив клинического применения этого феномена в неврологии.

В обзор включены доступные полнотекстовые публикации, полученные в результате литературного поиска в отечественной (E-Library) и зарубежных базах данных (PubMed, Scopus, Oxford University Press, Springer, Web of Science Core Collection).

Вопрос о том, как оба полушария способствуют эмоциональной обработке информации, тщательно изучен. Тем не менее нервные основы аффективных процессов исследованы еще недостаточно. Наиболее признанные теории, предлагающие модель специализации полушария для положительных и отрицательных валентных эмоций, альтернативно поддерживаются рядом исследований [12]. Согласно гипотезе правого полушария (Right Hemisphere Hypothesis, RHH) [13, 14], оно будет превосходить левое полушарие в обработке всех эмоциональных стимулов, игнорируя их эмоциональную валентность.

Гипотезы валентности (Valence Hypothesis, VH) придерживались A. Jansari и соавт. [15]. Мотивационная гипотеза была предложена B.D. Poole и P.A. Gable [16]. Согласно этой гипотезе, церебральная латерализация для эмоций зависит от мотивационного стимула, а не от его валентности. Например, левое полушарие связано с такими эмоциями, как счастье или гнев, а правое полушарие превосходило в эмоциях, связанных с избеганием (например, страх).

Ерахтин Евгений Евгеньевич — врач-нейрохирург отделения нейрохирургии КГБУЗ «КМКБСМП им. Н.С. Карповича». 660062, Россия, г. Красноярск, ул. Курчатова, д. 17, стр. 3. E-mail: eern2009@mail.ru

Карнаухов Владислав Евгеньевич — студент 5-го курса педиатрического факультета ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России. 660077, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1. E-mail: karnauhov.vlad@mail.ru

Дмитренко Диана Викторовна — д. м. н., доцент, заведующая кафедрой медицинской генетики и клинической нейрофизиологии Института последипломного образования, руководитель Неврологического центра эпилептологии, нейрогенетики и исследования мозга Университетской клиники ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России. 660022, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1. eLIBRARY.RU SPIN: 9180-6623. E-mail: mart2802@yandex.ru (Окончание. Начало см. на с. 23.)

Мотивационной моделью межполушарной асимметрии считается асимметрия для гнева, который является как отрицательной эмоцией, так и эмоцией приближения. E. Harmon-Jones и соавт. [17] провели ряд исследований, показывающих, что гнев приводит к сильной активности в лобных областях левого полушария. Ни нейровизуализация, ни электрофизиологические исследования не были достаточными для того, чтобы объяснить этот феномен, так как показывали противоречивые результаты. Например, потенциалы мозга, связанные с гневом, обеспечили альтернативную поддержку для RHN [18] или для VH [19].

Опубликованные исследования ЭЭГ обычно не описывают кортикальную локализацию для наблюдаемых эффектов латерализации, и эта проблема редко освещается в литературе. Некоторые скудные данные свидетельствуют о связи дорсолатеральной коры с наблюдаемой асимметрией ЭЭГ, выявляемой спектральными методами [20]. Несомненно, данная корковая область остается решающей для различных эмоциональных процессов, отвечая за мотивацию, эмоциональное восприятие, обучение и контроль реакции. Эта область головного мозга может рассматриваться как ключевая для когнитивных/эмоциональных взаимодействий, которые объединяют сигналы от огромного количества подкорковых и корковых областей [21–23].

С другой стороны, исследования функциональной МРТ (фМРТ) часто не способны подтвердить результаты ЭЭГ относительно специализации полушария в эмоциональном контроле. Это может быть связано с рядом факторов, в том числе с недостаточной обработкой данных или неверным выбором параметров для оценки межполушарной асимметрии.

На результат фМРТ также влияют некомфортные условия во время измерения (неудобное, лежащее положение, изменяющее эмоциональное состояние, шум во время исследования) [17].

J. Narumoto и соавт. [24] обнаружили, что более эмоциональные люди имеют повышенную активность височной коры правого полушария, а W. Sato и соавт. [25] выявили увеличение активности в затылочной и височной областях у эмоциональных людей, которая в основном латерализована в правом полушарии.

D. Vaas и соавт. [26] подчеркнули ведущую роль амигдалы (медиальных отделов височной доли) в эмоциональной обработке, предполагая решающую роль левого полушария в формировании эмоций.

W.D. Killgore и D.A. Yurgelun-Todd [27] создали химерные лица, составленные из правых и левых половин изображений (счастливых или грустных), и полунейтральное лицо, провоцирующее активность в задних отделах правого полушария для положительной и отрицательной эмоциональной валентности. В результате проведения ЭЭГ авторы обнаружили, что биоэлектрическая активность конвексимальной коры правого полушария была сильнее для отрицательных, чем для положительных эмоций. Важно отметить, что результаты этого исследования также показали более сильную связь левого полушария с выражением счастья и правого полушария — с грустью.

Роль ритмов мозга в эмоциональном процессе — относительно новая область исследования. Колебательная активность в определенных полосах частот лежит в основе различных аспектов связи между областями коры [28]. Эта связь является важнейшим субстратом функции мозга, в том числе эмоциональной обработки. Например, β -ритм находится под

большим влиянием отрицательных (сердитых), чем положительных (счастливых) и нейтральных эмоций.

Возможно, данная связь представляет быструю и автоматическую реакцию на потенциально неприятные раздражители. Более того, как отмечают B. Güntekin и F. Başar [29], несмотря на то что ЭЭГ выявляет относительную α -активность, связанную с отрицательными эмоциями, и относительную левостороннюю деятельность, связанную с положительными эмоциями (в соответствии с VH), исследования вызванных потенциалов не подтвердили данную закономерность [17].

Пациенты обычно имеют более высокие значения когерентности в префронтальной и затылочной коре. Когерентность во время восприятия выражения лица также была изучена W. Jamal и соавт. [30, 31], которые дали представление о динамике коннективности между кортикальными областями, не изучая при этом эмоции. Эмоциональные лица были использованы в качестве стимулов в другом исследовании, где межполушарная когерентность исследована с помощью «Метода направленного перевода функции». При просмотре негативных (грустных) выражений лица отмечалось повышение внутримушарной когерентности в лобно-затылочных парах [32].

Доминирование одного полушария отмечено также при восприятии музыки. Оба полушария мозга необходимы для полноценного музыкального восприятия, в то время как лобная кора играет значительную роль в восприятии ритма и мелодии. Центры для восприятия высоты звука и некоторых аспектов мелодии (гармонии и ритма) определены в правом полушарии. Левое полушарие важно для обработки изменения частоты и интенсивности мелодии.

M.J. Tramo и соавт. показали, что во время прослушивания музыки, помимо слуховой коры височной зоны, активизируются многие другие области конвексимальной коры, что может объяснить влияние прослушивания музыки и определенного ритма на эмоции, когнитивные и моторные процессы [33].

Поговорка «красота в глазах смотрящего» известна с древних времен. Недавно T. Ishizu и S. Zeki [34] провели исследование на эту тему. В него включен 21 доброволец. У участников проведена фМРТ головного мозга во время демонстрации или прослушивания чего-то красивого, что им нравилось. Результаты показали, что в это время возникла активация медиальной орбитофронтальной коры.

О пластичности мозга упомянул впервые более 100 лет назад W. James. «Каждый может, если пожелает, стать скульптором собственного мозга», — писал он [35].

Значительно позже, во время «Десятилетия мозга», интерес ученых к пластичности мозга вновь возрос: эксперименты обнаружили, что мозг способен создавать новые внутримушарные и межполушарные связи, активировать новые пути. Мозг активно адаптируется в процессе развития, но нейропластичность свидетельствует, что взрослый мозг также может восстанавливать функции в ответ на новые и постоянные раздражители при его повреждении [36–38].

Музыка — один из самых исследованных стимулов нейропластичности, и, несомненно, между ними существует очень сильная связь. Многие данные говорят в пользу воздействия музыки на беременных женщин и новорожденных, она способствует развитию мозга и внутреннего уха ребенка. Музыкальная подготовка в молодости реорганизует нейрональные сети и улучшает координацию и другие моторные навыки [39, 40].

Как свидетельство нейропластичности мозга взрослого человека были представлены исследования, связанные с музыкой. Последние показали изменение слуховой коры после внимательного прослушивания музыки по 3 часа в день в течение длительного времени. Отмечено, что происходила пространственная перестройка в проводящих путях и изменения в моторных областях коры у взрослых музыкантов. Данные закономерности также обнаружены в поврежденном мозге [41].

Наиболее заметная связь между музыкой и повышением или изменением нейропсихологической активности выявлена в исследованиях с использованием музыки Вольфганга Амадея Моцарта, в результате чего была сформирована теория «Эффект Моцарта». Основа этой теории заключается в суперорганизации коры головного мозга, которая может резонировать с гениальным построением музыкальных фраз композитора [42].

Проспективное исследование с участием людей, чьим хобби является пение, показало изменение уровней физиологических маркеров счастья во время пения: уровни серотонина, норадреналина и β -эндорфинов были значительно выше, а уровень гормона стресса адреналина уменьшился после пения [43, 44].

Нейропластичность мозга имеет решающее значение для реабилитации пациентов после черепно-мозговой травмы, инсульта, после нейрохирургических вмешательств на головном мозге, включая хирургическое лечение фармакорезистентной эпилепсии [45, 46], и это может быть вызвано не только непосредственно самой активностью, но и представлением о ней.

В эксперименте А. Pascal-Leone и соавт. волонтеры одной группы играли на пианино, а представители другой должны были просто представить, что они играют на нем. При этом они держали руки на столе. Транскраниальная магнитная стимуляция выявила, что активная часть мозга становится больше с практикой и на пятый день в обеих группах активация была похожей [47].

Исследование с помощью фМРТ показало, что просмотр танцевальных движений стимулирует активацию двигательных и других областей мозга. Все участники перенесли инсульт, у большинства из них был танцевальный опыт (танцоры балета или капоэйры) [48].

Ряд клинических проявлений неврологических заболеваний изображен в работах художников. Эпилептическая и мигренозная аура, мерцающая скотома, расщепление изображения и зигзагообразные линии в визуальном поле зрения являются элементами, которые постоянно присутствуют в картинах нескольких художников, отражающих свой опыт. Джорджио де Кирико, греко-итальянский художник, основатель художественного движения, страдал от мигрени и использовал некоторые проявления своего заболевания (мерцающую скотому и светобоязнь) как источник вдохновения для живописи. Несколько ученых предполагали, что это преимущественно результат его мигрени. Того же мнения придерживаются и сторонники теории височной эпилепсии [49–51].

Хильдегард из Бингена, игуменя бенедиктинского монастыря Рупертсберг, страдала от мигрени и изображала визуальную ауру мигрени в своих миниатюрах [52]. Из-за особенности рисования картин с расщепленными лицами и специфическим восприятием женских лиц высказано предположение, что Пабло Пикассо также страдал от мигрени. Поскольку нет данных, подтверждающих эту теорию

головной боли, сделан вывод, что его способ рисования — просто новый стиль живописи, характерный для кубистского движения [53, 54].

Франсиско Гойя после перенесенного аутоиммунного заболевания — синдрома Фогта — Коянаги — Харада, влияющего на внутреннее ухо и зрительный тракт, — изменил метод живописи. Он начал рисовать картины с мотивами кораблекрушения, тюрьмы, сумасшедшие дома или пожар ночью [54].

Винсент Ван Гог, голландский постимпрессионист, страдал от нескольких болезней: по разным гипотезам, это были эпилепсия, биполярное расстройство, солнечный удар, острая перемежающаяся порфирия, отравление свинцом и болезнь Меньера. В 1928 году высказано предположение, что Ван Гог страдал эпилепсией [48]. У художника скорее всего было биполярное расстройство с симптомами, усугублявшимися злоупотреблением алкоголем [48].

Иногда сам мозг и неврологические заболевания могут стать вдохновителями для художественных работ. Эмоциональная и когнитивная функции становятся все более взаимосвязанными.

В литературе встречается описание иерархически организованной модели развития эмоций, которая объясняет, как сложные эмоции могут быть сформированы, начиная с самых простых, и как самые высокие компоненты этой структуры сохраняют низшие части эмоциональной системы. В частности, Н. Leventhal [55–57] создал модель развития, предполагающую, что человеческие эмоции могут быть схематизированы на трех функциональных уровнях: сенсомоторном, схематическом и концептуальном.

Сенсомоторный уровень состоит из набора врожденных, универсальных экспрессивно-моторных программ, которые автоматически запускают определенное количество стимулов и включают компоненты двигательной и вегетативной активации, а также соответствующие субъективные эмоциональные чувства. В процессе индивидуального развития эти основные программы связаны через механизмы условного обучения. Формируется индивидуальный опыт, построение эмоциональной схемы, которые становятся единицами второго, схематического уровня эмоциональной обработки.

Такие эмоциональные схемы автоматически включаются, соответствуя спонтанным эмоциям, и сопровождаются субъективными чувствами, которые являются признаками настоящей эмоции.

Последний этап модели — концептуальный уровень, который основан на механизмах сознательной декларативной памяти и позволяет не хранить примеры конкретных эмоциональных переживаний, но абстрагировать понятия об эмоциях и о социальных правилах эмоционального реагирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя исследования классиков и работы последних десятилетий, посвященные роли полушарий головного мозга в эмоциональном контроле, можно отметить, что левое полушарие более устойчиво к изменению настроения по сравнению с правым. С другой стороны, правое полушарие может играть важную роль в текущей (более быстрой) реакции позитивного и негативного эмоционального ответа.

Односторонняя стимуляция правого полушария может способствовать «высвобождению» фасилитации от негативных катастрофических эмоциональных реакций, особенно в подавлении негативной эмоции страха, что представляется интересным с практической точки зрения в клинической неврологии.

Клиническая роль нарушения баланса положительной и отрицательной эмоциональной системы может проявляться нарушением критики при ряде неврологических заболеваний. При угнетении положительной эмоциональной системы происходит «высвобождение» отрицательных эмоциональных ответов, что сопровождается утяжелением субъективной и объективной неврологической симптоматики.


Например, страх повторяющегося эпилептического приступа у пациента с длительным анамнезом способен прово-

цировать рецидив заболевания, а также феномен вторичной билатеральной синхронизации фокальной эпилептиформной активности и развитие генерализованных судорожных приступов при фокальных структурных эпилепсиях.

Исследования роли межполушарных и внутриполушарных связей головного мозга, включая учет ЭЭГ маркеров, таких как межполушарная и внутриполушарная когерентность, являются перспективными в плане дальнейшего их применения в клинической практике у пациентов с тревожными расстройствами.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Brancucci A., Lucci G., Mazzatenta A., Tommasi L. Asymmetries of the human social brain in the visual, auditory and chemical modalities. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 2009; 364(1519): 895–914. DOI: 10.1098/rstb.2008.0279
2. Rogers L.J. Eye and ear preferences. In: Rogers L.J., Vallortigara G., eds. *Lateralized brain functions. Methods in human and non-human species.* New York: Humana Press; 2007: 79–102.
3. Forrester G.S., Todd B.K. A comparative perspective on lateral biases and social behavior. In: Forrester G.S., Hopkins W.D., Hudry K., Lindell A., eds. *Cerebral lateralization and cognition: evolutionary and developmental investigations of behavioral biases. Progress in brain research.* Elsevier; 2018; 238: 377–403. DOI: 10.1016/bs.pbr.2018.06.014
4. Quaresmini C., Forrester G.S., Spiezio C., Vallortigara G. Social environment elicits lateralized behaviors in gorillas and chimpanzees. *J. Comp. Psychol.* 2014; 128(3): 276–84. DOI: 10.1037/a0036355
5. Boeving E.R., Belnap S.C., Nelson E.L. Embraces are lateralized in spider monkeys (*Ateles fusciceps rufiventris*). *Am. J. Primatol.* 2017; 79(6): e22654. DOI: 10.1002/ajp.22654
6. Karenina K., Giljov A., De Silva S., Malashichev Y. Social lateralization in wild Asian elephants: visual preferences of young and mothers. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2018; 72: 21. DOI: 10.1007/s00265-018-2440-7
7. Vallortigara G., Versace E. Laterality at the neural, cognitive, and behavioral levels. In: Call J., ed. *APA handbook of comparative psychology: Basic concepts, methods, neural substrate, and behavior.* Vol. 1. Washington: American Psychological Association; 2017: 557–77.
8. Najt P., Bayer U., Hausmann M. Models of hemispheric specialization in facial emotion perception — a reevaluation. *Emotion.* 2013; 13(1): 159–67. DOI: 10.1037/a0029723
9. Kelley N.J., Hortensius R., Schutter D.J., Harmon-Jones E. The relationship of approach/avoidance motivation and asymmetric frontal cortical activity: a review of studies manipulating frontal asymmetry. *Int. J. Psychophysiol.* 2017; 119: 19–30. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2017.03.001
10. Davidson R.J. Cerebral asymmetry, emotion, and affective style. In: Davidson R.J., Hugdahl K., eds. *Brain asymmetry.* Cambridge, MA: The MIT Press; 1995: 361–87.
11. Karenina K., Giljov A., Ingram J., Rowntree V.J., Malashichev Y. Lateralization of mother — infant interactions in a diverse range of mammal species. *Nat. Ecol. Evol.* 2017; 1(2): 30. DOI: 10.1038/s41559-016-0030
12. Fusar-Poli P., Placentino A., Carletti F., Allen P., Landi P., Abbamonte M. et al. Laterality effect on emotional faces processing: ALE meta-analysis of evidence. *Neurosci. Lett.* 2009; 452(3): 262–67. DOI: 10.1016/j.neulet.2009.01.065
13. Gainotti G. Unconscious processing of emotions and the right hemisphere. *Neuropsychologia.* 2012; 50(2): 205–18. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2011.12.005
14. Gainotti G. Emotional behavior and hemispheric side of the lesion. *Cortex.* 1972; 8(1): 41–55.
15. Jansari A., Rodway P., Goncalves S. Identifying facial emotions: valence specific effects and an exploration of the effects of viewer gender. *Brain Cogn.* 2011; 76(3): 415–23. DOI: 10.1016/j.bandc.2011.03.009
16. Poole B.D., Gable P.A. Affective motivational direction drives asymmetric frontal hemisphere activation. *Exp. Brain Res.* 2014; 232(7): 2121–30. DOI: 10.1007/s00221-014-3902-4
17. Harmon-Jones E., Gable P.A., Peterson C.K. The role of asymmetric frontal cortical activity in emotion-related phenomena: a review and update. *Biol. Psychol.* 2010; 84(3): 451–62. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2009.08.010
18. Prete G., Capotosto P., Zappasodi F., Tommasi L. Contrasting hemispheric asymmetries for emotional processing from event-related potentials and behavioral responses. *Biol. Psychol.* 2010; 84(3): 451–62. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2009.08.010
19. Baijal S., Srinivasan N. Emotional and hemispheric asymmetries in shifts of attention: an ERP study. *Cogn. Emot.* 2011; 25(2): 280–94. DOI: 10.1080/02699931.2010.492719
20. Pizzagalli D.A., Sherwood R.J., Henriques J.B., Davidson R.J. Frontal brain asymmetry and reward responsiveness a source-localization study. *Psychol. Sci.* 2005; 16(10): 805–13. DOI: 10.1111/j.1467-9280.2005.01618.x
21. Barbas H. Connections underlying the synthesis of cognition, memory, and emotion in primate prefrontal cortices. *Brain Res. Bull.* 2000; 52(5): 319–30. DOI: 10.1016/s0361-9230(99)00245-2
22. Davidson R.J. What does the prefrontal cortex “do” in affect: perspectives on frontal EEG asymmetry research. *Biol. Psychol.* 2004; 67(1–2): 219–33. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2004.03.008
23. Ligeza T.S., Wyczesany M., Tymorek A.D., Kamiński M. Interactions between the prefrontal cortex and attentional systems during volitional affective regulation: an effective connectivity reappraisal study. *Brain Topogr.* 2016; 29(2): 253–61. DOI: 10.1007/s10548-015-0454-2
24. Narumoto J., Okada T., Sadato N., Fukui K., Yonekura Y. Attention to emotion modulates fMRI activity in human right superior temporal sulcus. *Brain Res. Cogn. Brain Res.* 2001; 12(2): 225–31. DOI: 10.1016/s0926-6410(01)00053-2
25. Sato W., Kochiyama T., Yoshikawa S., Naito E., Matsumura M. Enhanced neural activity in response to dynamic facial expressions of emotion: an fMRI study. *Brain Res. Cogn. Brain Res.* 2004; 20(1): 81–91. DOI: 10.1016/j.cogbrainres.2004.01.008
26. Baas D., Aleman A., Kahn R.S. Lateralization of amygdala activation: a systematic review of functional neuroimaging studies. *Brain Res. Brain Res. Rev.* 2004; 45(2): 96–103. DOI: 10.1016/j.brainresrev.2004.02.004
27. Killgore W.D., Yurgelun-Todd D.A. The right-hemisphere and valence hypotheses: could they both be right (and sometimes left)? *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2007; 2(3): 240–50. DOI: 10.1093/scan/nsm020
28. von Stein A., Sarnthein J. Different frequencies for different scales of cortical integration: from local gamma to long range alpha/theta synchronization. *Int. J. Psychophysiol.* 2000; 38(3): 301–13. DOI: 10.1016/S0167-8760(00)00172-0
29. Güntekin B., Başar E. A review of brain oscillations in perception of faces and emotional pictures. *Neuropsychologia.* 2014; 58: 33–51. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2014.03.014
30. Jamal W., Das S., Maharatna K., Pan I., Kuyucu D. Brain connectivity analysis from EEG signals using stable phase-synchronized states during face perception tasks. *Phys. A: Stat. Mech. Appl.* 2015; 434: 273–95. DOI: 10.1016/j.physa.2015.03.087
31. Иванов Л.Б. Состояние внутри- и межполушарной интеграции по данным когерентного анализа ЭЭГ у здоровых детей и при патологии. В кн.: *Материалы международной конференции «Клинические нейронауки: нейрофизиология, неврология, нейрохирургия», V Восточно-Европейской конференции «Эпилепсия и клиническая нейрофизиология».* Ялта — Гурзуф, 1–10 июня 2003 г. Гурзуф; 2003: 32–5. [Ivanov L.B.

- The state of intra- and interhemispheric integration according to the coherent analysis of EEG in healthy children and pathology. In: *Proceedings of the international conference "Clinical Neuroscience: Neurophysiology, Neurology, Neurosurgery"*, V East European Conference "Epilepsy and Clinical Neurophysiology." Yalta — Gurzuf, June 1–10, 2003. Gurzuf; 2003: 32–5. (in Russian)]
32. Vecchio F., Babiloni C., Buffo P., Rossini P.M., Bertini M. Inter-hemispherical functional coupling of EEG rhythms during the perception of facial emotional expressions. *Clin. Neurophysiol.* 2013; 124(2): 263–72. DOI: 10.1016/j.clinph.2012.03.083
 33. Tramo M.J., Shah G.D., Braida L.D. Functional role of auditory cortex in frequency processing and pitch perception. *J. Neurophysiol.* 2002; 87(1): 122–39. DOI: 10.1152/jn.00104.1999
 34. Ishizu T., Zeki S. Toward a brain-based theory of beauty. *PLoS One.* 2011; 6(7): e21852. DOI: 10.1371/journal.pone.0021852
 35. James W. *The principles of psychology.* New York: Henry Holt and Company; 1890. XVIII, 1393 p.
 36. Kaas J.H. Plasticity of sensory and motor maps in adult mammals. *Annu. Rev. Neurosci.* 1991; 14: 137–67. DOI: 10.1146/annurev.ne.14.030191.001033
 37. York G.K. The cerebral localization of creativity. In: Rose F.C., ed. *Neurology of the arts: paintings, music, literature.* London: Imperial College Press; 2004: 1–12.
 38. Кузикова М.Е., Маничева Ю.С., Шаббаев В.С. Специфичность психофизиологических процессов у лиц с различным профилем функциональной асимметрии полушарий головного мозга. Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2018; 13(1): 304–8. [Kuzikova M.E., Manicheva Yu.S., Shabaev V.S. The specificity of psychophysiological processes of people with different profiles of the cerebral asymmetry. Health is the cornerstone of human potential: challenges and ways forward. 2018; 13(1): 304–8. (in Russian)]
 39. Partanen E., Kujala T., Tervaniemi M., Huotilainen M. Prenatal music exposure induces long-term neural effects. *PLoS One.* 2013; 8(10): e78946. DOI: 10.1371/journal.pone.0078946
 40. Schlaug G. Musicians and music making as a model for the study of brain plasticity. *Prog. Brain Res.* 2015; 217: 37–55. DOI: 10.1016/bs.pbr.2014.11.020
 41. Demarin V., Morovic S., Bene R. Neuroplasticity. *Periodicum Biologorum.* 2014; 116(2): 209–11.
 42. Kawabata H., Zeki S. The neural correlates of desire. *PLoS One.* 2008; 3(8): e3027. DOI: 10.1371/journal.pone.0003027
 43. Beitrag zum Wohlbefinden. Serotonin, Noradrenalin, Adrenalin, Dopamin und Beta-Endorphin als psychophysiologische Indikatoren. *Diplomarbeit. Wien;* 2004.
 44. Черникова И.В. Мышление в аспекте трансдисциплинарных исследований. Бюллетень сибирской медицины. 2014; 13(4): 149–55. [Chernikova I.V. Thought in the aspect of transdisciplinary research. *Bulletin of Siberian Medicine.* 2014; 13(4): 149–55. (in Russian)]. DOI: 10.20538/1682-0363-2014-4-149-155
 45. Народова Е.А., Шнайдер Н.А., Прокопенко С.В., Народова В.В., Народов А.А., Дмитренко Д.В. Эпидемиология фармакорезистентной эпилепсии у взрослых. Бюллетень сибирской медицины. 2018; 17(3): 207–16. [Narodova E.A., Shnayder N.A., Prokopenko S.V., Narodova V.V., Narodov A.A., Dmitrenko D.V. Epidemiology of drug resistant epilepsy in adults. *Bulletin of Siberian Medicine.* 2018; 17(3): 207–16. (in Russian)]. DOI: 10.20538/1682-0363-2018-3-207-216
 46. Шипкова К.М. Мозговая организация «Модели психического». Медицинская психология в России. 2018; 10(3): 5. [Shipkova K.M. Brain organization of "the Theory of Mind". *Medical Psychology in Russia.* 2018; 10(3): 5. (in Russian)]. DOI: 10.24411/2219-8245-2018-13050
 47. Pascal-Leone A., Amedi A., Fregni F., Merabet L.B. The plastic human brain cortex. *Annu. Rev. Neurosci.* 2005; 28: 377–401. DOI: 10.1146/annurev.neuro.27.070203.144216
 48. Carota A., Iaria G., Berney A., Bogousslavsky G. Understanding Van Gogh's Night: bipolar disorder. In: Bogousslavsky J., Boller F., eds. *Neurological disorders in famous artists.* Front Neurol. Neurosci. Basel: Karger; 2005; 19: 121–31.
 49. Blanke O., Landis T. The metaphysical art of Giorgio de Chirico. Migraine or epilepsy? *Eur. Neurol.* 2003; 50: 191–4. DOI: 10.1159/000073858
 50. Bogousslavsky J. The neurology of art — the example of Giorgio de Chirico. *Eur. Neurol.* 2003; 50(4): 189–90. DOI: 10.1159/000073857
 51. Иваницкий Г.А. Индивидуальные устойчивые паттерны ритмов мозга человека как отражение психических процессов. Современные технологии в медицине. 2019; 11(1): 116–31 [Ivanitsky G.A. Individual stable patterns of human brain rhythms as a reflection of mental processes. *Modern Technologies in Medicine.* 2019; 11(1): 116–31. (in Russian)]. DOI: 10.17691/stm2019.11.1.14
 52. Headache causes, treatments, and types. URL: www.relieve-migraine-headache.com (дата обращения — 18.03.2020).
 53. Ferrari M.D., Haan J. Migraine aura, illusory vertical splitting, and Picasso. *Cephalalgia.* 2000; 20(8): 686. DOI: 10.1111/j.1468-2982.2000.00113.x
 54. Haan J. Migraine and painting. Presented at: the International Headache Congress. Philadelphia; 2009.
 55. Leventhal H. Emotions: a basic problem for social psychology. In: Nemeth C., ed. *Social psychology: classic and contemporary integrations.* Chicago: Rand McNally; 1974: 1–51.
 56. Leventhal H. A perceptual-motor theory of emotion. In: Berkowitz L., ed. *Advances in experimental social psychology.* New York: Academic Press; 1984; 17: 117–82.
 57. Тушкова К.В., Бундало Н.Л. Реактивная и личностная тревожность у мужчин и женщин при посттравматическом стрессовом расстройстве различной степени тяжести. Сибирское медицинское обозрение. 2013; 3(81): 89–93. [Tushkova K.V., Bundalo N.L. Reactive and personal anxiety in men and women with post-traumatic stress disorder of varying severity. *Siberian Medical Review.* 2013; 3(81): 89–93. (in Russian)] 

Поступила / Received: 29.11.2019

Принята к публикации / Accepted: 06.02.2020