

УДК 612.821

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ МОЗГА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

© 2016 г. Ю. П. Игнатова, И. И. Макарова, О. Ю. Зенина, А. В. Аксенова

Тверской государственный медицинский университет, г. Тверь

С позиций классических и современных представлений вопрос организации функциональной межполушарной асимметрии вызывает большой интерес у разных специалистов. В настоящей статье представлен обзор современных данных о стационарных и динамических свойствах функциональной специализации полушарий головного мозга. Освещены вопросы функциональной недостаточности межполушарных взаимодействий при некоторых заболеваниях, представлен сравнительный анализ показателей социально-психологической адаптации у лиц с доминированием одного из полушарий, а также особенности латерализации здорового тела, особенности межполушарной асимметрии правой и левой руки как отражение взаимодействия коры и регуляторных систем мозга во время спокойного бодрствования, активной деятельности и засыпания. В статье обобщены особенности латерального устройства мозга у спортсменов некоторых видов спорта и межполушарные взаимодействия в различные фазы десинхронизации, при старении организма в норме и стрессирующих экологических условиях. Авторы затрагивают вопрос о связи беременности и латерализации головного мозга, а также функциональной специализации полушарий с асимметрией вегетативной нервной системы.

Ключевые слова: функциональная межполушарная асимметрия, стабильность, динамичность, патология, адаптация

CURRENT ASPECTS OF FUNCTIONAL HEMISPHERIC ASYMMETRY STUDYING (LITERATURE REVIEW)

J. P. Ignatova, I. I. Makarova, O. J. Zenina, A. V. Aksenova

Tver State Medical University, Tver, Russia

According to the classical and modern concepts the organization of functional hemispheric asymmetry is an interesting issue for different specialists. This article reviews current data on fixed and dynamic properties of the cerebral hemispheres functional specialization. The article covers the issues of functional insufficiency of hemispheric interrelations associated with some diseases, gives comparative analysis of parameters of social and psychological adaptation of individuals with one-hemisphere dominance, and presents features of lateralization of brain function in healthy males and females and those with pathology. The authors emphasize the leading role of the corpus callosum in hemispheric interrelations, reveal the features of hemispheric asymmetry of right-handed and left-handed individuals based on interaction of the cortex and the brain regulatory systems during quiet wake, dynamism and falling asleep. The article also focuses on the features of brain function lateralization of some athletes and hemispheric interrelations in different phases of desynchronosis and during organism ageing in normal and stressful ecological conditions. The authors address the issue of the relationship of pregnancy and the brain lateralization, as well as the functional specialization of the cerebral hemispheres with the asymmetry of the autonomic nervous system.

Key words: functional hemispheric asymmetry, stability, dynamism, pathology, adaptation

Библиографическая ссылка:

Игнатова Ю. П., Макарова И. И., Зенина О. Ю., Аксенова А. В. Современные аспекты изучения функциональной межполушарной асимметрии мозга (обзор литературы) // Экология человека. 2016. № 9. С. 30–39.

Ignatova J. P., Makarova I. I., Zenina O. J., Aksenova A. V. Current Aspects of Functional Hemispheric Asymmetry Studying (Literature Review). *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 9, pp. 30-39.

Одним из основных принципов функционирования полушарий головного мозга является асимметрия. Неравнозначность левой и правой гемисфер мозга человека, сочетаясь с феноменом доминирования одной из них, влияет на специфику построения и восприятия картины мира, характер реагирования и поведения [4].

Понятие «асимметрия» в переводе с греческого означает неравномерность, разнообразие, разноподобие. Первым, кто высказал предположение о том, что все способности человека предопределяются активностью конкретных участков мозга, был немецкий анатом Ф. Галль (1810–1820). Дальнейшее изучение проблемы асимметрии мозга связано с та-

кими именами, как М. Дакс (1836), А. Ваган (1844), Э. Обуртен (1861), П. Брок (1861), Дж. Джексон (1869), К. Вернике (1874). Важные для понимания функционирования полушарий исследования были проведены в 1960-х годах американскими учеными Р. Сперри и М. Газзанигой на больных с расщепленным мозгом. Позднее проблема межполушарной асимметрии стала изучаться прежде всего как проблема функциональной специфичности полушарий. Эти представления построены на нейропсихологической теории мозговой организации высших психических функций, сформулированной А. Р. Лурия.

Согласно классическим представлениям, передние отделы левого полушария обеспечивают анализ

причинно-следственных связей и целенаправленную деятельность, формирование высоко упорядоченного однозначно понимаемого контекста, в котором связи между элементами не создают внутренних противоречий и который обеспечивает последовательный логический анализ. Общим же свойством всех структур правого полушария является целостность — целостность восприятия и целостность поведения, не подчиняющаяся простым алгоритмам. Правые передние отделы мозга обеспечивают формирование многозначного контекста и тем самым гармоничную интеграцию человека в мире и творчество [24]. Функциональная недостаточность правополушарных механизмов лежит в основе дезадаптации и многих психических и психосоматических заболеваний. Так, в работе Т. В. Черниговской и соавт. [36] по изучению восприятия интонаций русского языка в норме и при заболевании шизофренией отмечено, что у обследуемых пациентов имеется картина сглаженности функциональной асимметрии мозга, в то время как у здоровых испытуемых показано доминирование правого полушария.

Несмотря на сложившиеся представления о специализации полушарий, согласно которым высокая вербализация и концентрация внимания, абстрагирование сопровождаются активацией левой гемисферы, а реализация конкретно-образного мышления, эмоциональная деятельность — относительно большей активацией правой [33], функциональная специфичность полушарий не носит абсолютного характера. Значение имеют межполушарные когерентные связи, изменяющиеся определенным образом при мыслительной деятельности, а также претерпевающие перестройки при очаговых поражениях мозга разной локализации [6].

В работе М. Н. Русаловой и соавт. [26] показано, что в процесс распознавания эмоций в речи вовлечены оба полушария. Результаты, полученные в клинике локальных поражений мозга, также позволяют сделать вывод, что за понимание эмоционального выражения речи отвечают не только височные области правой гемисферы, но и речевые центры в левой [39]. Значительное же увеличение в передних отделах левого полушария когерентности в гамма-диапазоне, отражающем когнитивные процессы, свидетельствует о более активном включении вербально-логических процессов при опознании и может явиться фактором, затрудняющим чувственно-непосредственное восприятие эмоций у лиц, плохо распознающих эмоциональные оттенки речи [26].

Результаты другого исследования [34] показали, что нейрофизиологические процессы, лежащие в основе обеспечения вербально-мыслительной деятельности, направленной на синтез отдельных слов и предложений, также протекают при высоком уровне системной взаимосвязи биоэлектрической активности коры обоих полушарий, особенно их височных и нижнелобных отделов. При этом в процесс реализации тесных межполушарных взаимодействий вовлечены

не только зона Брока и Вернике, но и симметричные им отделы правой гемисферы.

Интеграция правого и левого полушарий мозга необходима и для успешного творчества. Так, по данным А. Ю. Каразаевой и О. М. Разумниковой [17], повышение вербальной оригинальности сопровождается ослаблением полушарной асимметрии. Это обусловлено тем, что доминирование функций правого полушария является первостепенным условием создания оригинального образа, тогда как для построения оригинального по смыслу предложения требуется объединение возможностей обоих полушарий: уникальных для формирования отдаленных вербальных ассоциаций правого и использования определенных правил составления предложения, присущих левому.

Анатомическим субстратом межполушарного взаимодействия являются многочисленные мозговые комиссуры, однако ведущая роль принадлежит мозолистому телу. Одной из важных функций данной морфологической структуры является обеспечение возможности межполушарного торможения для дифференциации активности полушарий и более эффективной обработки информации. При повышении трудности выполняемого задания возрастает роль межполушарного взаимодействия. От качества межполушарного взаимодействия зависит и уровень интеллекта [18]. Межполушарная дезинтеграция, проявляющаяся в снижении межполушарной когерентности электроэнцефалограммы (ЭЭГ), коррелирует с уменьшением размеров мозолистого тела и приводит к ухудшению показателей когнитивной функции [44]. Как показали результаты магнитно-резонансной томографии, посттравматические стрессовые расстройства, сопровождающиеся высоким уровнем кортизола, также приводят к уменьшению размеров мозолистого тела и снижению межполушарного взаимодействия [50].

Результаты комплексного клинико-нейропсихологического обследования до и после операции пациентов с артериовенозными мальформациями мозолистого тела [7] не показали признаков левополушарной дисфункции при повреждении мозолистого тела. А вот функции правого полушария в сфере эмоций, восприятия, пространственной деятельности были нарушены. Правая гемисфера имеет очень тесные функциональные связи с левой, даже выполнение функций, в которых ведущую роль играет эта гемисфера, может нарушаться при повреждении мозолистого тела. Правое полушарие объединяет импульсы с обеих сторон пространства. Оно может одновременно обрабатывать много разнообразной информации, т. е. способно рассматривать проблему в целом без разложения ее на составляющие и анализ. Однако для формирования представления как об отдельных объектах, так и об определенных видах деятельности необходим тесный контакт с «осознающим» левым полушарием [7].

Нейрофизиологическая организация функциональной межполушарной асимметрии головного мозга

определяется конституциональными и генетическими различиями. Так, среди коренных народов Севера преобладают левши и амбидекстры в сравнении с русскими, проживающими там же. Проявляющийся при этом характер межполушарных отношений обусловлен не только климатическими условиями проживания, но и особенностями культурной среды соответствующей этнической группы. Например, среди японских школьников с учетом всех переученных около 11 % предпочитают использовать левую руку [2].

Существуют известные представления о том, что право- и леворукие различаются по объему мозга в полушариях: у праворуких лиц левое полушарие имеет тенденцию быть больше, особенно в зонах Брока и Вернике. У левшей предполагается частичная утрата генетического контроля над образованием функциональной асимметрии, мозг таких людей более симметричен [31].

Л. А. Жаворонкова [14], проанализировав ЭЭГ здоровых лиц в разных состояниях (спокойное бодрствование, активная деятельность и засыпание), выявила особенности межполушарной асимметрии правой и левой как отражение взаимодействия коры и регуляторных систем мозга. Полученные данные свидетельствуют о большей функциональной связи левого полушария с активирующими системами ствола у правшей. В отличие от этого у левшей подкорковые регуляторные системы оказывают на кору больших полушарий более диффузное влияние, с меньшим проявлением асимметрии. При этом, однако, у правшей отмечается конкурентное взаимодействие корковых и диэнцефальных структур, отражающееся в реципрокном характере изменения когерентности альфа- и тета-диапазонов в зоне корковой проекции диэнцефальных структур. У левшей же преобладает подкрепляющее взаимодействие, что находит отражение в синфазном изменении описанных выше ритмических составляющих ЭЭГ. Эти особенности организации мозга левшей могут быть основой успешного и плодотворного осуществления ими творческих видов деятельности, что подтверждается высокой численностью левшей среди музыкантов, художников, архитекторов [49].

По мнению Л. А. Жаворонковой [14], особенности асимметрии мозга левшей не являются зеркальным отражением организации мозга правшей, а представляют собой альтернативный принцип его функционирования.

Особенности латерального устройства мозга во многом определяют и способность индивидуума к получению высоких результатов в определенном виде спорта. Периферическое отражение функциональной межполушарной специфики в виде индивидуального профиля асимметрии является фактором естественного отбора личностей, успешнее повышающих свою спортивную квалификацию, легче переносящих перенапряжение во время соревнований, быстрее и надежнее адаптирующихся к высоким психофизическим нагрузкам в жестко регламентируемых или, наоборот, ситуативных условиях [5, 16].

Так, Е. М. Бердичевская и соавт. [5], изучая индивидуальный профиль асимметрии (по схеме рука — нога — глаз) у стрелков и гандболистов как представителей видов спорта с принципиально различной структурой двигательной активности, определили наличие правосторонних предпочтений у спортсменов. Для стрелков характерно доминирование правой руки, ноги и глаза, которое авторы объясняют спецификой позы изготовления стрелка и конструкцией оружия. Гандболистам же свойственно парциальное распределение функций, что объясняется необходимостью билатерального восприятия пространства во время игры. Вовлечение в процесс правого полушария обеспечивает не только оценку текущей ситуации, но предвидение возможных ее изменений.

При изучении индивидуального профиля асимметрии у высококвалифицированных баскетболистов [30] особое внимание привлекает высокий процент леворуких спортсменов. Они наиболее часто встречаются среди занимающихся ситуационными видами спорта, для которых характерен прямой контакт между соперниками, а также в видах спорта, связанных с конкурентоспособной деятельностью рук.

Спортивная востребованность левшей может быть связана не только с особенностями их двигательного развития, но и со спецификой восприятия информации, стратегии мышления и стиля действия. Так, среди финалистов крупнейших международных соревнований по фехтованию число леворуких в 10 раз больше, чем в популяции. При этом левши в отличие от правшей, использующих контратакующий стиль, выполняют простые и быстрые действия, тем самым предпочитая атакующую манеру ведения боя [21].

Таким образом, по мнению Ю. Н. Кабанова [16], определение профиля латеральной организации мозга служит признаком результативности во многих видах спорта и должно использоваться в процессе тренировок для более эффективного и гармоничного развития физических способностей спортсменов.

Сравнительный анализ показателей социально-психологической адаптации и межполушарной специализации мозга при помощи коэффициента ранговой корреляции Спирмена позволил выделить ряд значимых связей [4]. Авторы выяснили, что лица с доминированием левого полушария в стрессовых условиях принимают решение о возможности позитивного изменения ситуации и мобилизуют все свои ресурсы для его достижения. Индивидуумы с праволатеральной специализацией при столкновении со стрессовой ситуацией стремятся к уходу от проблемы физически или психически [20]. Полученные данные авторы объясняют индивидуальной гетерогенностью распределения нейромедиаторных систем головного мозга человека, которые в конечном итоге формируют психофизиолого-соматовегетативный статус личности, а также определяют характер межполушарной асимметрии. Лица с доминированием правого полушария характеризуются более высокой тревожностью эмоционально-вегетативного типа. Доминирование

левого полушария показывает обратные процессы, т. е. высокую самооценку здоровья. По данным ряда авторов, у людей с доминированием левого полушария низкая склонность к депрессии, в отличие от правополушарных [47].

И. И. Черемушников [35], рассматривая связь полушарной асимметрии мозга и индивидуальных агрессивных стилей эмоционального поведения у первокурсников в период первых месяцев адаптации обучения, выявила, что у студентов с доминированием левополушарной активности (правый моторный профиль) преобладал положительный эмоциональный фон, а у людей с доминированием правополушарной активности — негативные эмоциональные состояния и отмечалась склонность к агрессии.

А. А. Земляной [15] были получены данные о различном влиянии прогрессивности заболевания эпилепсия на тип психической патологии у лиц с правым и левым профилями сенсомоторной асимметрии. У пациентов с правым профилем сенсомоторной асимметрии преимущественно страдали когнитивные и исполнительные функции, тогда как у пациентов с левым профилем сенсомоторной асимметрии в большей мере появлялись психопатологические феномены. E. Cubo et al. [43] также была отмечена тенденция к более глубокому ухудшению познавательной деятельности у пациентов с правосторонним нарушением моторной функции (патология левого полушария), особенно для внимания, исполнительной функции и памяти обучения.

Другой вопрос, имеющий отношение к генетике, связан с неодинаковой латерализацией мужского и женского мозга. С нейрофизиологических позиций появляется все больше данных, свидетельствующих о половых различиях в его структурной и нейрохимической организации. Мозг у мужчин больше, чем у женщин, особенно в лобной и затылочной зонах коры, тогда как у женщин сравнительно больше толщина коры в задней височной части нижней теменной области. Имеются данные, указывающие на разницу в толщине волокон передней части мозолистого тела, которые имеют более диффузную организацию проекций в правом полушарии у мужчин [48], тогда как задняя часть мозолистого тела оказывается больше у женщин. Существуют доказательства о связи уровня интеллекта у мужчин в большей степени с объемом серого вещества, а у женщин — белого [45]. Когнитивная деятельность разных видов, в том числе решение творческих задач, как образной, так и вербальной природы сопровождается разными формами взаимодействия полушарий у мужчин и женщин [41].

ЭЭГ-исследование праворуких мужчин и женщин [9] показало, что при воспроизведении вербальной информации когерентность биопотенциалов тета2-диапазона, связанного с процессами внимания, была выше у мужчин в правом полушарии. В левом полушарии когерентность альфа 1,2-ритмов, связанных с дифференцированной обработкой информации различной сенсорной модальности, больше возрастала у

женщин. Только у женщин обнаружены латеральные различия в реактивности внутриполушарной когерентности для вышеуказанных диапазонов, обусловленные снижением когерентных взаимодействий в правом и повышением — в левом полушарии. Выявленные половые различия мощности и когерентности ЭЭГ связаны с использованием разных стратегий запоминания информации: преимущественно эпизодической памяти — мужчинами и семантического полимодального кодирования — женщинами.

В исследованиях И. В. Тарасовой и соавт. [29] по изучению частотно-пространственной организации активности коры при выполнении образной творческой задачи лицами разных полов наблюдалась большая десинхронизация тета1-ритма в правом в сравнении с левым полушарием у женщин, у мужчин асимметрия не обнаруживалась. Достоверно менее выраженная десинхронизация тета1-ритма в левом полушарии свидетельствует о привлечении женщинами левополушарных стратегий при образном креативном мышлении.

Согласно представлениям О. М. Разумниковой и соавт. [23] связанные с выполнением заданий изменения альфа2-ритма в большей мере характерны при вербальном творческом мышлении женщин, а бета2-ритма при образном — мужчин. Эти данные служат еще одним доказательством существования половых различий в самих механизмах деятельности мозга при отсутствии таких различий на поведенческом уровне, показанном при исследовании когнитивных функций у мужчин и женщин [40].

Гендерные различия электрической активности мозга обнаружены не только у здоровых мужчин и женщин, но и при патологии. Так, при хроническом алкоголизме изменения спектрально-когерентных характеристик ЭЭГ характеризуются у женщин большим, чем у мужчин, повышением синхронизации низких частот (дельта, тета) и снижением высоких — бета 1 и бета 2. Подобные изменения отражают специфику изменений функционального состояния мозга у мужчин и женщин при алкоголизме [10].

Все вышеперечисленное согласуется с классической концепцией о стабильной доминантности одного полушария или какого-либо участка полушария. Однако согласно современным представлениям одним из свойств функциональной межполушарной асимметрии является переключаемость, которая срабатывает при изменении функционального состояния организма для адекватного соответствия деятельности головного мозга новым условиям. Некоторые исследователи отмечают, что динамика межполушарной асимметрии меняется лишь при значимых сдвигах функциональных состояний, например таких, как переход от спокойного состояния к стрессу, при этом полушарное доминирование может снижаться вплоть до инверсии [31]. Изменение уровня бодрствования является естественным процессом последовательного изменения функционального состояния. В работе М. Н. Русаловой [25] анализ показателей ЭЭГ правшей показал, что в активном

состоянии сознания межполушарные связи в высокочастотных диапазонах — бета-2 и гамма — легче обнаруживаются в левом полушарии мозга. В то же время для состояния торможения «внутренней речи», т. е. в содержании сознания отсутствует оформленная в слова мыслительная активность (самый низкий уровень бодрствования), характерно перемещение максимума большинства когерентных связей в правое полушарие, за исключением дельта-диапазона. Межполушарная динамика амплитудных автоспектров и фокусов когерентных связей подтверждает представление о том, что характер межполушарной асимметрии биоэлектрической активности мозга зависит от его функционального состояния.

Анализ результатов исследования особенностей структуры поля биопотенциалов головного мозга в различные периоды естественного ночного сна [38] выявил существенные различия в системной деятельности левого и правого полушарий. Полученные данные указывают на значимое возрастание в начале периода сна уровня внутриполушарных связей ЭЭГ как в левом, так и особенно в правом полушарии. При дальнейшем углублении сна и переходе к медленноволновым стадиям доминирование правого полушария меняется на более выраженное и стойкое усиление внутриполушарных связей ЭЭГ в пределах левого полушария. Преимущественная доминантность левого полушария имеет тенденцию к сохранению и в период парадоксального сна.

Динамичность межполушарной асимметрии обнаруживается также и в условиях патологии. Так, в работе С. Г. Александрова [3] показано, что у лиц с опийной зависимостью подавление активности левой гемисферы, связанной с дофаминергической системой, приводит к активации правого полушария, ответственного за формирование новых адаптивных программ. В условиях же отмены наркотического вещества и купирования абстинентного синдрома начинается нормализация нарушенного баланса межполушарной активации. Растормаживание левого полушария в результате нормализации функционального состояния дофаминергической системы приводит к сопряженному снижению активности правого полушария. Последнее выражается в более благоприятной динамике нормализации психофизиологических функций у пациентов с доминированием левого полушария.

Исследование особенностей межполушарной асимметрии у лиц мужского пола [19] позволило выявить, что в состоянии покоя у мужчин с высоким уровнем деструктивности фокус межполушарной асимметрии расположен в височных и фронтальных отделах левого, у лиц с низким уровнем деструктивности — в аналогичных отделах правого полушария. Моделирование агрессивной деятельности в обеих группах вызывало у обследуемых смещение фокуса активности в правое полушарие, независящее от исходной направленности асимметрии.

К факторам, определяющим динамику межполушарной асимметрии, также относятся и изменения

окружающей среды, влияющие на функциональное состояние организма. Так, анализ особенностей межполушарных взаимодействий мозга в процессе регуляции организационно-временной структуры организма в острой и скрытой фазе десинхроноза, вызванного авиаперелетом на 7 часовых поясов [12], показал, что в фазе острой адаптации (нарушение ритма сон — бодрствование) основную нагрузку по регуляции функций несет правое полушарие. В этот период испытуемые демонстрируют наименьшее количество ошибок (по сравнению с состоянием до перелета), чему сопутствует большая асимметрия. Данный факт авторы объясняют включением дополнительных механизмов адаптации, которые выводят организм из кризисного состояния. В фазе скрытого десинхроноза (в «доводке» инертных функций) преобладает регулирующая роль левополушарной активности. Правое полушарие мозга в основном обеспечивает формирование новой программы взаимодействия с изменившимися условиями окружающей среды. В свою очередь, улучшение воспроизведения новой информации происходит преимущественно в левом полушарии. С восстановлением функциональных показателей и циркадианной организации биоритмов обнаруживается восстановление исходных межполушарных взаимоотношений. Таким образом, увеличение функциональной асимметрии мозга коррелирует с повышением работоспособности человека.

Это подтверждают и результаты, полученные в исследованиях с участием праворуких лиц в процессе работы на компьютере [11]. У людей, не имеющих навыка операторской работы на компьютере, ведущую роль в мозговом обеспечении исследуемой деятельности играет левое полушарие. Отсутствие навыка требует определенных усилий, что, несомненно, и отражается на межполушарном взаимодействии, когда каждое полушарие, функционируя согласно своей специализации, вносит свой вклад в процесс реализации деятельности, выполняемой впервые. С упрочнением навыка выполнение задания приобретает стереотипный характер, что приводит к нивелированию межполушарной разницы у «профессионалов».

Таким образом, электрофизиологические и нейрохимические признаки функциональной межполушарной асимметрии, трудно идентифицируемые в состоянии покоя, контрастируются формирующимися функциональными системами. В этом плане функциональные системы женской репродукции обеспечивают естественную, долговременную и латерализованную «нагрузку» на мозг. Данные, полученные при обследовании беременных в сроке 35–36 недель [8], свидетельствуют о том, что для неосложненной беременности характерно превалирование активации ЭЭГ в центральных и височных областях полушария, контралатеральной стороне расположения плаценты в полости матки. Ипсилатеральная исходно-доминантная полушария, а значит, чаще левосторонняя плацентация, приводя к пространственному несоот-

ветствию центральной и периферической асимметрии, характеризуется отсутствием признаков гестационной доминантности и становится одним из важнейших факторов угрозы прерывания беременности. Именно в таких случаях и наблюдается миграция плаценты, что способствует самопроизвольному ослаблению или исчезновению угрозы невынашивания.

В настоящее время предметом активного изучения является вопрос о возрастных изменениях межполушарных взаимодействий, перестройках функциональной активности правого и левого полушарий головного мозга в процессе старения. Существует мнение о том, что с возрастом происходит постепенное сглаживание межполушарных различий, что, возможно, является выражением пластичности и компенсаторным механизмом, предотвращающим функции мозга от дегенеративных изменений [46]. Так, результаты исследования Е. В. Севостьяновой [27] показали, что на Севере при наличии артериальной гипертензии имеет место не нормальное физиологическое старение, а патологическое, ускоренное, возникающее в значительно более молодом возрасте, чем в средних широтах, и, возможно, имеющее ряд специфических особенностей. У пришлых жителей Севера с артериальной гипертонией происходит достоверное снижение функциональной активности обоих полушарий головного мозга в возрасте 56–65 лет и сглаживание функциональной межполушарной асимметрии после 45 лет. Е. В. Севостьянова [27] полагает, что в механизмах такого ускоренного старения человека на Севере существенную роль играют процессы снижения функциональной активности полушарий головного мозга и межполушарной дезинтеграции, связанные со стрессирующим экологическим воздействием.

Многолетние клинические и психофизиологические исследования [13] участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (АЭС) выявили стойкие нарушения пространственно-временной организации ЭЭГ и когнитивных функций. Наряду с этим у ликвидаторов аварии было обнаружено уплощение ЭЭГ, нарастающее с течением времени. При этом выявлено двухфазное изменение процессов: на первых этапах развития заболевания (через 3–5 лет после воздействия радиации) преобладали процессы гиперсинхронизации (при участии диэнцефальных и лимбических структур мозга). В более отдаленные сроки после такого воздействия формировались процессы гипосинхронизации, особенно в лобных отделах, при возможном ослаблении взаимодействия с активирующими системами стволовых структур мозга. Подобная динамика является отражением включения компенсаторных процессов ЦНС в более ранние сроки после облучения малыми дозами радиации, с последующим их ослаблением и развитием процессов декомпенсации в более отдаленные сроки развития заболевания. Выявленные особенности изменения ЭЭГ и высших психических функций у участников ликвидации последствий аварии

на Чернобыльской АЭС свидетельствуют о раннем или преждевременном старении в результате воздействия радиации.

Таким образом, для конкретного функционального состояния существуют характерные закономерности формирования и организации межполушарных отношений, на основании чего были выдвинуты представления о динамических свойствах функциональной межполушарной асимметрии [31]. По мнению А. D. Craig [42], динамическая асимметрия в значительной мере связана с асимметрией вегетативной нервной системы. Основываясь на том, что стимуляция симметричных образований мозга, главным образом инселярной коры, вызывает противоположные изменения вегетативных функций, он предположил, что симпатические и парасимпатические волокна, идущие из вентромедиального ядра таламуса, перекрещиваются таким образом, что большая часть симпатических волокон направляется в правую инселярную кору, а парасимпатических — в левую. Эта асимметрия вегетативной нервной системы предопределяет динамическую асимметрию как из-за разной активации симпатических и парасимпатических волокон в условиях покоя и стресса, так и из-за естественной суточной ритмики симпатического и парасимпатического тонуса, что подтверждается результатами исследований [22].

Анализ выполнения когнитивной пробы беглости словесных ответов [32] позволил В.Ф. Фокину и соавт. предположить, что существует не только воздействие когнитивной деятельности на вегетативную регуляцию сердечно-сосудистой системы, но прямое или опосредованное влияние динамики вегетативного тонуса на некоторые мнестические и ассоциативные процессы в центральной нервной системе. Левое полушарие и парасимпатический отдел вегетативной нервной системы формируют структуры, образующие функциональную связь, посредством которой осуществляется регулирующее влияние нейрохимических процессов, лежащих в основе логического мышления, памяти и осознанных эмоций. Правое же полушарие и симпатический отдел формируют аналогичную связь, лежащую в основе процессов, регулирующих образное мышление, память и безотчетные эмоции [20].

В ряде исследований установлена зависимость параметров иммунной системы здоровых людей и пациентов с некоторыми иммунопатологическими заболеваниями [1] от особенностей функциональной межполушарной асимметрии головного мозга, влияние которой опосредуется через вегетативную нервную систему. Выявлены достоверные изменения параметров автономной нервной системы, свидетельствующие об истощении вегетативного обеспечения деятельности с относительным повышением симпатической активности на фоне снижения активности парасимпатического отдела. При этом определены разнонаправленные изменения параметров иммунной системы у пациентов с раком желудка с повышенной симпатической активностью в зависимости от характе-

ра функциональной межполушарной асимметрии [28].

Таким образом, афферентно-эфферентные связи мозга с различными системами организма определяют взаимовлияние центральных и периферических асимметрий, что находит непреходящий асимметричный отклик в сопряженных органах другого уровня [37].

Рассмотренные в данном обзоре результаты исследований, касающиеся стационарных и динамических свойств функциональной специализации полушарий, показали, что с позиций классических и современных представлений вопрос организации функциональной межполушарной асимметрии вызывает большой интерес у разных специалистов. Современный этап изучения функциональной асимметрии мозга представляет собой бурно развивающийся процесс, который приносит все новые открытия.

Список литературы

1. Абрамова Т. Я., Соловьева И. Г., Сизиков А. Э., Герцог О. А., Сулутьян А. Е., Коненкова Л. П., Шишкова И. В., Абрамов С. В., Кожевников В. С., Абрамов В. В. Психофизиологический иммунный статус больных ревматоидным артритом // Медицинская иммунология. 2008. Т. 10, № 1. С. 43–50.
2. Агаджанян Н. А., Макарова И. И. Этический аспект адаптационной физиологии и заболеваемости населения // Экология человека. 2014. № 3. С. 3–13.
3. Александров С. Г. Специфика межполушарных отношений у больных с опиоидной зависимостью в абстинентный и ранний постабстинентный период // Физиология человека. 2004. Т. 30, № 4. С. 40–45.
4. Антропова Л. К., Андроникова О. О., Куликов В. Ю., Козлова Л. А. Функциональная асимметрия мозга и индивидуальные психофизиологические особенности человека // Медицина и образование в Сибири. 2011. № 3. URL: http://www.ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=485 (дата обращения 06.06.2015).
5. Бердичевская Е. М., Гронская А. С., Хачатурова И. Э. Специфика латерального фенотипа в стрельбе и гандболе // Физическая культура, спорт — наука и практика. 2009. № 3. С. 27–29.
6. Болдырева Г. Н., Шарова Е. В., Коптелов Ю. М., Щепетков А. Н., Никитин К. В., Корниенко В. Н., Фадеева Л. М. Исследование генеза патологических паттернов ЭЭГ при опухолевом и травматическом поражении мозга человека // Физиология человека. 2005. Т. 31, № 1. С. 24–32.
7. Буклина С. Б. Мозолистое тело, межполушарное взаимодействие и функции правого полушария мозга // Журнал неврологии и психиатрии. 2004. Т. 104, № 5. С. 8–14.
8. Васильева В. В. Пространственно-временная организация биоэлектрической активности мозга при гестационной доминанте // Журнал высшей нервной деятельности. 2007. Т. 57, № 3. С. 292–302.
9. Вольф Н. В., Разумникова О. М. Половые различия полушарных пространственно-временных паттернов ЭЭГ при воспроизведении вербальной информации // Физиология человека. 2004. Т. 30, № 3. С. 27–34.
10. Глазкова В. А., Свидерская Н. Е. Гендерные различия при хроническом алкоголизме по данным ЭЭГ // Журнал высшей нервной деятельности. 2006. Т. 56, № 5. С. 597–602.
11. Григорян В. Г., Агабян А. Р., Аракелян А. Н., Степанян А. Ю. Особенности межполушарных взаимоотношений при отсутствии и наличии навыка // Физиология человека. 2006. Т. 32, № 4. С. 134–137.
12. Ежов С. Н., Кривошеков С. Г. Особенности психомоторных реакций и межполушарных отношений мозга на этапах временной адаптации // Физиология человека. 2004. Т. 30, № 2. С. 53–57.
13. Жаворонкова Л. А., Белостоцкий А. П., Холодова Н. Б., Купцова С. В., Снегирева И. П., Куликов М. А., Окнина Л. Б. Нарушения высших психических функций и когнитивных слуховых вызванных потенциалов у ликвидаторов Чернобыльской аварии // Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2012. № 5. С. 62–69.
14. Жаворонкова Л. А. Особенности межполушарной асимметрии ЭЭГ правой и левой как отражение взаимодействия коры и регуляторных систем мозга // Функциональная межполушарная асимметрия: хрестоматия. Под ред. Н. Н. Боголепова, В. Ф. Фокина. М.: Научный мир, 2004. С. 287–292.
15. Земляная А. А., Калинин В. В., Ковязина М. С., Крылов О. Е. Психические расстройства и сенсомоторная асимметрия головного мозга у больных эпилепсией // Журнал неврологии и психиатрии. 2010. Вып. 2. Т. 63, № 3. С. 70–76.
16. Кабанов Ю. Н. Успешность спортивной деятельности и функциональная асимметрия головного мозга // Мир науки, культуры, образования. 2009. № 3. С. 194–201.
17. Каразаева А. Ю., Разумникова О. М. Взаимосвязь креативности и полушарных процессов селекции информации: значение моторной асимметрии // Журнал высшей нервной деятельности. 2012. Т. 62, № 3. С. 279–285.
18. Ковязина М. С., Балашова Е. Ю. Межполушарное взаимодействие при нормальном и отклоняющемся развитии: мозговые механизмы и психологические особенности // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. М.: Научный мир, 2009. Гл. 7. С. 185–206.
19. Кожевников С. П., Проничев И. В. Изменение параметров межполушарной асимметрии при моделировании агрессивного поведения // Журнал высшей нервной деятельности. 2012. Т. 62, № 1. С. 5–11.
20. Куликов В. Ю., Антропова Л. К., Козлова Л. А. Влияние функциональной асимметрии мозга на стратегию поведения индивида в стрессовой ситуации // Медицина и образование в Сибири. 2010. № 5. URL: http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=452 (дата обращения 06.06.2015).
21. Москвина Н. В., Москвин В. А. Леворукость в спорте высших достижений // Спортивный психолог. 2010. Т. 20, № 2. С. 25–29.
22. Пестряев В. А., Сафина Т. В. Межполушарная асимметрия трофотропной и эрготропной регуляции // Асимметрия. 2014. Т. 8, № 2. С. 48–58.
23. Разумникова О. М., Вольф Н. В., Тарасова И. В. Стратегия и результат: половые различия в электрофизиологических коррелятах вербальной и образной креативности // Физиология человека. 2009. Т. 35, № 3. С. 31–41.
24. Ротенберг В. Межполушарная асимметрия, ее функция и онтогенез // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. М.: Научный мир, 2009. Гл. 6. С. 164–184.
25. Русалова М. Н. Асимметрия биоэлектрической активности мозга человека на разных уровнях сознания // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2006. Т. 92, № 12. С. 1393–1403.

26. Русалова М. Н., Кислова О. О., Образцова Л. В. Электрофизиологические показатели распознавания эмоций в речи // Успехи физиологических наук. 2010. Т. 42, № 2. С. 57–82.

27. Севостьянова Е. В. Особенности функциональной межполушарной асимметрии у жителей севера с артериальной гипертонией различного возраста // Материалы Всероссийской конференции «Современные направления исследований функциональной межполушарной асимметрии и пластичности мозга», Москва, 2–3 декабря, 2010. URL: <http://www.cerebral-asymmetry.ru/3Conf/30> (дата обращения 03.06.2015).

28. Стенина А. С., Абрамова Т. Я., Соловьева И. Г., Кожевников В. С., Абрамов В. В. Вегетативный баланс и параметры иммунной системы у больных раком желудка с различным характером функциональной межполушарной асимметрии // Материалы Всероссийской конференции «Современные направления исследований функциональной межполушарной асимметрии и пластичности мозга», Москва, 2–3 декабря, 2010. URL: <http://www.cerebral-asymmetry.ru/3Conf/30> (дата обращения 03.06.2015).

29. Тарасова И. В., Вольф Н. В., Разумникова О. М. Изменения мощности ЭЭГ при образном креативном мышлении у мужчин и женщин // Журнал высшей нервной деятельности. 2005. Т. 55, № 6. С. 762–767.

30. Тришин А. С., Тришин Е. С., Катрич Л. В., Бердичевская Е. М. Сравнительная характеристика профиля функциональной асимметрии у квалифицированных спортсменов в настольном теннисе и баскетболе // Физическая культура, спорт — наука и практика. 2012. № 4. С. 55–58.

31. Фокин В. Ф., Боровова А. И., Галкина Н. С., Пономарева Н. В., Шимко И. А. Стационарная и динамическая организация функциональной межполушарной асимметрии // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. М.: Научный мир, 2009. Гл. 14. С. 389–428.

32. Фокин В. Ф., Пономарева Н. В., Клопов В. И., Танащян М. М. Сосудистая реактивность, вызванная когнитивной нагрузкой, у больных дисциркуляторной энцефалопатией // Асимметрия. 2014. Т. 8, № 3. С. 4–22.

33. Фокин В. Ф. Эволюционный аспект центрально-периферической организации функциональной межполушарной асимметрии // Функциональная межполушарная асимметрия: хрестоматия / под ред. Н. Н. Боголепова, В. Ф. Фокина. М.: Научный мир, 2004. С. 47–79.

34. Цапарина Д. М., Цицерошин М. Н., Шеповальников А. Н. Реорганизация межполушарного взаимодействия при речемыслительной деятельности, направленной на синтез слов и предложении // Физиология человека. 2007. Т. 33, № 1. С. 15–26.

35. Черемушников И. И. Изучение влияния функциональной межполушарной асимметрии у студентов на склонность к агрессии, с последующей оценкой неспецифических адаптационных реакций организма // Асимметрия. 2011. Т. 5, № 3. С. 35–48.

36. Черниговская Т. В., Давтян С. Э., Петрова Н. Н., Стрельников К. Н. Специфика полушарной асимметрии восприятия интонаций в норме и при шизофрении // Физиология человека. 2004. Т. 30, № 4. С. 32–39.

37. Черноситов А. В., Орлов В. И., Васильева В. В. Функциональная межполушарная асимметрия мозга — как объект репродуктивного системогенеза // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. М.: Научный мир, 2009. Гл. 5. С. 145–163.

38. Шеповальников А. Н., Цицерошин М. Н., Зайцева Л. Г., Гальперина Е. И. Особенности системного

взаимодействия разных областей коры левого и правого полушарий мозга в различных стадиях сна у человека // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2012. Т. 98, № 10. С. 1228–1241.

39. Beaucousin V., Lacheret A., Turbelin M. R., Morel M., Mazoyer B., Tzourio-Mazoyer N. FMRI study of emotional speech comprehension // Cereb. Cortex. 2007. Vol. 17, N 2. P. 339–352.

40. Bell E. C., Willson M. C., Wilman A. H., Dave S., Silverstone P. H. Males and females differ in brain activation during cognitive tasks // Neuroimage. 2006. Vol. 30, N 2. P. 529–538.

41. Clements A. M., Rimrodt S. L., Abel J. R., Blankner J. G., Mostofsky S. H., Pekar J. J., Denckla M. B., Cutting L. E. Sex differences in cerebral laterality of language and visuospatial processing // Brain Lang. 2006. Vol. 98, N 2. P. 150–158.

42. Craig A. D. Forebrain emotional asymmetry: a neuroanatomical basis? // Trends Cogn. Sci. 2005. Vol. 9, N 12. P. 566–571.

43. Cubo E., Martín P. M., Martín-Gonzalez J. A., Rodríguez-Blázquez C., Kulisevsky J. Motor laterality asymmetry and nonmotor symptoms in Parkinson's // Movement disorders. 2010. Vol. 25, N 1. P. 70–75.

44. Francis A. N., Bhojraj T. S., Prasad K. M., Kulkarni S., Montrose D. M., Eack S. M., Keshavan M. S. Abnormalities of the corpus callosum in non-psychotic high-risk offspring of schizophrenia patients // Psychiatry Res. 2011. Vol. 191, N 1. P. 9–15.

45. Haier R. J., Jung R. E., Yeo R. A., Head K., Alkire M. T. The neuroanatomy of general intelligence: sex matters // Neuroimage. 2005. Vol. 25, N 1. P. 320–327.

46. Hommet C., Destrieux C., Constans T., Berrut G. Aging and hemispheric cerebral lateralization // Psychol. Neuropsychiatr. Vieil. 2008. Vol. 6, N 1. P. 49–56.

47. Logue D. D., Logue R. T., Kaufmann W. E., Belcher H. M. Psychiatric disorders and left-handedness in children living in an urban environment // Laterality. 2015. Vol. 20, N 2. P. 249–256.

48. Luders E., Narr K. L., Zaidel E., Thompson P. M., Toga A. W. Gender effects on callosal thickness in scaled and unscaled space // Neuroreport. 2006. Vol. 17, N 11. P. 1103–1106.

49. Preti A., Vellante M. Creativity and psychopathology: higher rates of psychosis proneness and nonright-handedness among creative artists compared to same age and gender peers // J. Nerv. Ment. Dis. 2007. Vol. 195, N 10. P. 837–845.

50. Villarreal G., Hamilton D. A., Graham D. P., Driscoll I., Qualls C., Petropoulos H., Brooks W. M. Reduced area of the corpus callosum in posttraumatic stress disorder // Psychiatry Res. 2004. Vol. 131, N 3. P. 227–235.

References

1. Abramova T. Ya., Solov'eva I. G., Sizikov A. E., Gertsog O. A., Sulut'yan A. E., Konen-kova L. P., Shishkova I. V., Abramov S. V., Kozhevnikov V. S., Abramov V. V. Physiological immune status of patients with rheumatoid arthritis. *Meditsinskaya immunologiya* [Medical Immunology]. 2008, 10 (1), pp. 43–50. [in Russian]
2. Agadzhanjan N. A., Makarova I. I. Ethnic aspect of adaptive physiology and population morbidity. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014, 3, pp. 3–13. [in Russian]
3. Aleksandrov S. G. Specificity of interhemispheric relations in patients with opioid dependence in withdrawal and early post-abstinent period. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2004, 30 (4), pp. 40–45. [in Russian]

4. Antropova L. K., Andronikova O. O., Kulikov V. Yu., Kozlova L. A. Functional asymmetry of the brain and individual psycho-physiological characteristics of a man. *Meditcina i obrazovanie v Sibiri* [Health and education in Siberia]. 2011, 3. Available at: http://www.ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=485 (accessed 06.06.2015).
5. Berdichevskaya E. M., Gronskaya A. S., Khachaturova I. E. The Specificity of the lateral phenotype in shooting and handball. *Fizicheskaya kul'tura, sport - nauka i praktika* [Physical Culture, Sport - Science and Practice]. 2009, 3, pp. 27-29. [in Russian]
6. Boldyreva G. N., Sharova E. V., Koptelov Yu. M., Shchepetkov A. N., Nikitin K. V., Kornienko V. N., Fadeeva L. M. The study of the Genesis of pathological EEG patterns in neoplastic and traumatic lesions of the human brain. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2005, 31 (1), pp. 24-32. [in Russian]
7. Buklina S. B. Corpus callosum, interhemispheric interaction and function of the right hemisphere of the brain. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii* [Journal of Neurology and Psychiatry]. 2004, 104 (5), pp. 8-14. [in Russian]
8. Vasil'eva V. V. Spatial-temporal organization of brain activity during the gestational dominant. *Zhurn. vyssh. nervn. deyat.* [Journal of Higher Nervous Activity]. 2007, 57(3), pp. 292-302. [in Russian]
9. Vol'f N. V., Razumnikova O. M. Sex differences hemispheric spatial-temporal EEG patterns during playback of verbal information. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2004, 30 (3), pp. 27-34. [in Russian]
10. Glazkova V. A., Sviderskaya N. E. Gender differences in chronic alcoholism according to the EEG. *Zhurn. vyssh. nervn. deyat.* [Journal of Higher Nervous Activity]. 2006, 56 (5), pp. 597-602. [in Russian]
11. Grigoryan V. G., Agabyan A. R., Arakelyan A. N., Stepanyan A. Yu. Features of interhemispheric relations in the absence and presence of skill. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2006, 32 (4), pp. 134-137. [in Russian]
12. Ezhov S. N., Krivoshechekov S. G. Features of psychomotor reactions and hemispheric relations of the brain at the stages of temporary adaptation. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2004, 30 (2), pp. 53-57. [in Russian]
13. Zhavoronkova L. A., Belostotskii A. P., Kholodova N. B., Kuptsova S. V., Snegireva I. P., Kulikov M. A., Oknina L. B. Violations of higher mental functions and cognitive auditory evoked potentials in the liquidators of the Chernobyl accident. *Zhurn. nevrologii i psikiatrii im. S. S. Korsakova* [Journal of Neurology and Psychiatry named S.S. Korsakoff's]. 2012, 5, pp. 62-69. [in Russian]
14. Zhavoronkova L. A. Osobennosti mezhpolutsharnoi asimmetrii EEG pravshoi i levshei kak otrazhenie vzaimodeistviya kory i regulatorynykh sistem mozga [Features of interhemispheric asymmetry of the EEG righties and lefties as a reflection of the interaction of the cortex and regulatory systems of the brain]. *Funktsional'naya mezhpolutsharnaya asimmetriya: khrestomatiya* [Functional hemispheric asymmetry: a reader]. Edited by N. N. Bogolepova, V. F. Fokin. Moscow, Scientific World. 2004, pp. 287-292.
15. Zemlyanaya A. A., Kalinin V. V., Kovyazina M. S., Krylov O. E. Mental disorders and sensorimotor asymmetry of the brain in patients with epilepsy. *Zhurn. nevrologii i psikiatrii* [Journal of Neurology and Psychiatry]. 2010, iss. 2, 63 (3), pp. 70-76. [in Russian]
16. Kabanov Yu. N. The success of sports activities and functional asymmetry of the *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [The world of science, culture, education]. 2009, 3, pp. 194-201. [in Russian]
17. Karazaeva A. Yu., Razumnikova O. M. The relationship of creativity and hemispheric processes of information selection: the value of motor asymmetry. *Zhurn. vyssh. nervn. deyat.* [Journal of Higher Nervous Activity]. 2012, 62 (3), pp. 279-285. [in Russian]
18. Kovyazina M. S., Balashova E. Yu. *Interhemispheric interaction in normal and deviant development: brain mechanisms and psychological characteristics* [Manual functional hemispheric asymmetry]. Moscow, Scientific World, 2009, pt.7, pp. 185-206.
19. Kozhevnikov S. P., Pronichev I. V. Changing the parameters of interhemispheric asymmetry in modeling of aggressive behavior. *Zhurn. vyssh. nervn. deyat.* [Journal of Higher Nervous Activity]. 2012, 62 (1), pp. 5-11. [in Russian]
20. Kulikov V. Yu., Antropova L. K., Kozlova L. A. Influence of functional asymmetry of the brain to the strategy of behavior of the individual in the stressful situation. *Meditcina i obrazovanie v Sibiri* [Health and education in Siberia]. 2010, 5. Available at: http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=452 (accessed 06.06.2015).
21. Moskvina N. V., Moskvina V. A. Left-handedness in high performance sport. *Sportivnyi psikholog* [Sport Psychologist]. 2010, 20 (2), pp. 25-29. [in Russian]
22. Pestryaev V. A., Safina T. V. Hemispheric asymmetry trophotropic ergotropic and regulation. *Asimmetriya* [Asymmetry]. 2014, 8 (2), pp. 48-58. [in Russian]
23. Razumnikova O. M., Vol'f N. V., Tarasova I. V. Strategy and outcome: gender differences in electrophysiological correlates of verbal and imaginative creativity. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2009, 35 (3), pp. 31-41. [in Russian]
24. Rotenberg V. Hemispheric asymmetry, its function and ontogeny [Mezhpolutsharnaya asimmetriya, ee funktsiya i ontogenez]. *Rukovodstvo po funktsional'noi mezhpolutsharnoi asimmetrii* [Manual functional hemispheric asymmetry]. Moscow, Scientific World, 2009, pt. 6, pp. 164-184.
25. Rusalova M. N. The asymmetry of the bioelectric activity of human brain at different levels of consciousness. *Ros. fiziol. zhurnal im. I. M. Sechenova* [Russian physiological journal named I. M. Sechenov]. 2006, 92 (12), pp. 1393-1403. [in Russian]
26. Rusalova M. N., Kislova O. O., Obratsova L. V. Electrophysiological indices of recognition of emotions in speech. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk* [Advances in Physiological Sciences]. 2010, 42 (2), pp. 57-82. [in Russian]
27. Sevost'yanova E. V. Osobennosti funktsional'noi mezhpolutsharnoi asimmetrii u zhitel'ei severa s arterial'noi gipertoniei razlichnogo vozrasta [Features of functional interhemispheric asymmetry of the residents of the North with arterial hypertension of different age]. *Materialy Vserossiiskoi konferentsii «Sovremennye napravleniya issledovaniy funktsional'noi mezhpolutsharnoi asimmetrii i plastichnosti mozga»*, Moskva, 2-3 dekabrja 2010 [Proceedings of the conference "Modern lines of research of functional hemispheric asymmetry and brain plasticity", Moscow, 2-3 December 2010]. Moscow, 2010. Available at: <http://www.cerebral-asymmetry.ru/3Conf/30> (accessed 03.06.2015).
28. Stenina A. S., Abramova T. Ya., Solov'eva I. G., Kozhevnikov V. S., Abramov V. V. Vegetativnyi balans i parametry immunnoi sistemy u bol'nykh rakom zheludka s razlichnym kharakterom funktsional'noi mezhpolutsharnoi asimmetrii [Autonomic balance and parameters of the immune system in patients with gastric cancer with different nature of functional interhemispheric asymmetry]. *Materialy*

Vserossiiskoi konferentsii «Sovremennye napravleniya issledovaniy funktsional'noi mezhpolutsharnoi asimmetrii i plastichnosti mozga», Moskva, 2-3 dekabrja 2010 [Proceedings of the conference "Modern lines of research of functional hemispheric asymmetry and brain plasticity", Moscow, 2-3 December 2010]. Moscow, 2010. Available at: <http://www.cerebral-asymmetry.ru/3Conf/30> (accessed 03.06.2015).

29. Tarasova I. V., Vol'f N. V., Razumnikova O. M. Changes in EEG power in a sort of creative thinking in men and women. *Zhurn. vyssh. nervn. deyat.* [Journal of Higher Nervous Activity]. 2005, 55 (6), pp. 762-767. [in Russian]

30. Trishin A. S., Trishin E. S., Katrich L. V., Berdichevskaya E. M. Comparative characteristics of the profile of functional asymmetry of the qualified athletes in table tennis and basketball. *Fizicheskaya kul'tura, sport - nauka i praktika* [Physical Culture, Sport - Science and Practice]. 2012, 4, pp. 55-58. [in Russian]

31. Fokin V. F., Boravova A. I., Galkina N. S., Ponomareva N. V., Shimko I. A. Stacionarnaya i dinamicheskaya organizatsiya funktsional'noi mezhpolutsharnoi asimmetrii [Stationary and dynamic organization of functional interhemispheric asymmetry]. *Rukovodstvo po funktsional'noi mezhpolutsharnoi asimmetrii* [Manual functional hemispheric asymmetry]. Moscow, Scientific World, 2009, ch. 14, pp. 389-428.

32. Fokin V. F., Ponomareva N. V., Klopov V. I., Tanashyan M. M. Vascular reactivity caused by cognitive load, in patients with discirculatory encephalopathy. *Asimmetriya* [Asymmetry]. 2014, 8 (3), pp. 4-22. [in Russian]

33. Fokin V. F. Evolyutsionnyi aspekt tsentral'no-perifericheskoi organizatsii funktsional'noi mezhpolutsharnoi asimmetrii [Evolutionary aspect of the Central-peripheral organization of the functional interhemispheric asymmetry]. *Funktsional'naya mezhpolutsharnaya asimmetriya: khrestomatiya* [Functional hemispheric asymmetry: a reader]. Edited by N. N. Bogolepova, V. F. Fokin. Moscow, Scientific World. 2004, pp. 47-79.

34. Tsaparina D. M., Tsitseroshin M. N., Shepov'nikov A. N., Russian A. N. Reorganization of interhemispheric interaction on rehabilitating activities aimed at the synthesis of words and sentence. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2007, 33 (1), pp. 15-26. [in Russian]

35. Cheremushnikova I. I. Study of the effect of functional interhemispheric asymmetry of the students on the propensity to aggression, then assess nonspecific adaptive reactions of the organism. *Asimmetriya* [Asymmetry]. 2011, 5 (3), pp. 35-48. [in Russian]

36. Chernigovskaya T. V., Davtyan S. E., Petrova N. N., Strel'nikov K. N. Specifics of hemispheric asymmetry in the perception of intonation in normal and schizophrenia. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2004, 30 (4), pp. 32-39. [in Russian]

37. Chernositov A. V., Orlov V. I., Vasil'eva V. V. Funktsional'naya mezhpolutsharnaya asimmetriya mozga - kak ob'ekt reproduktivnogo sistemogeneza [Functional interhemispheric asymmetry of the brain as an object of the reproductive system Genesis]. *Rukovodstvo po funktsional'noi mezhpolutsharnoi asimmetrii* [Manual functional hemispheric asymmetry]. Moscow, Scientific World, 2009, pt. 5, pp. 145-163.

38. Shepov'nikov A. N., Tsitseroshin M. N., Zaitseva L. G.,

Gal'perina E. I. Peculiarities of the system of interaction between different areas of the cortex of the left and right hemispheres of the brain in various stages of sleep in humans. *Ros. fiziol. zhurnal im. I. M. Sechenova* [Russian physiological journal named I. M. Setchenov]. 2012, 98 (10), pp. 1228-1241. [in Russian]

39. Beaucois V., Lacheret A., Turbelin M. R., Morel M., Mazoyer B., Tzourio-Mazoyer N. fMRI study of emotional speech comprehension. *Cereb. Cortex*. 2007, 17 (2), pp. 339-352.

40. Bell E. C., Willson M. C., Wilman A. H., Dave S., Silverstone P. H. Males and females differ in brain activation during cognitive tasks. *Neuroimage*. 2006, 30 (2), pp. 529-538.

41. Clements A. M., Rimrodt S. L., Abel J. R., Blankner J. G., Mostofsky S. H., Pekar J. J., Denckla M. B., Cutting L. E. Sex differences in cerebral laterality of language and visuospatial processing. *Brain Lang.* 2006, 98 (2), pp. 150-158.

42. Craig A. D. Forebrain emotional asymmetry: a neuroanatomical basis? *Trends Cogn. Sci.* 2005, 9 (12), pp. 566-571.

43. Cubo E., Martín P. M., Martín-Gonzalez J. A., Rodríguez-Blázquez C., Kulisevsky J. Motor laterality asymmetry and nonmotor symptoms in Parkinson's. *Movement disorders*. 2010, 25(1), pp. 70-75.

44. Francis A. N., Bhojraj T. S., Prasad K. M., Kulkarni S., Montrose D. M., Eack S. M., Keshavan M. S. Abnormalities of the corpus callosum in non-psychotic high-risk offspring of schizophrenia patients. *Psychiatry Res.* 2011, 191 (1), pp. 9-15.

45. Haier R. J., Jung R. E., Yeo R. A., Head K., Alkire M. T. The neuroanatomy of general intelligence: sex matters. *Neuroimage*. 2005, 25 (1), pp. 320-327.

46. Hommet C., Destrieux C., Constans T., Berrut G. Aging and hemispheric cerebral lateralization. *Psychol. Neuropsychiatr. Vieil.* 2008, 6 (1), pp. 49-56.

47. Logue D. D., Logue R. T., Kaufmann W. E., Belcher H. M. Psychiatric disorders and left-handedness in children living in an urban environment. *Laterality*. 2015, 20 (2), pp. 249-256.

48. Luders E., Narr K. L., Zaidel E., Thompson P. M., Toga A. W. Gender effects on callosal thickness in scaled and unscaled space. *Neuroreport*. 2006, 179 (11), pp. 1103-1106.

49. Preti A., Vellante M. Creativity and psychopathology: higher rates of psychosis proneness and nonright-handedness among creative artists compared to same age and gender peers. *J. Nerv. Ment. Dis.* 2007, 195 (10), pp. 837-845.

50. Villarreal G., Hamilton D. A., Graham D. P., Driscoll I., Qualls C., Petropoulos H., Brooks W. M. Reduced area of the corpus callosum in posttraumatic stress disorder. *Psychiatry Res.* 2004, 131 (3), pp. 227-235.

Контактная информация:

Макарова Ирина Илларионовна — доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой физиологии ГБОУ ВПО «Тверская государственная медицинская академия» Минздрава России

170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4

Тел. 8(4822) 34-46-95

E-mail: iim777@yandex.ru