

УДК 612.82: 612.89

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРАВОГО И ЛЕВОГО ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ЛИЦ С РАЗНЫМ ПРОФИЛЕМ МОТОРНОЙ АСИММЕТРИИ И ЕЕ СВЯЗЬ С СОСТОЯНИЕМ СЕРДЦА В ПОКОЕ И ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Н.Л. Михайлова

Ульяновский государственный университет

Изучалась α -, β -, θ -, δ -активность правого и левого полушарий головного мозга у праворуких и леворуких людей и состояние сердца в покое и после физической нагрузки. Выявлены некоторые особенности динамики электрической активности правого и левого полушарий мозга у лиц с различным профилем моторной асимметрии и их корреляционных связей с вегетативным индексом Кердо.

Ключевые слова: функциональная асимметрия мозга, физиология сердца и сосудов, индекс Кердо, адаптация.

Введение. Сегодня функциональная асимметрия мозга становится важнейшей проблемой науки о мозге. К настоящему времени накоплен экспериментальный материал, который дополнил и в значительной степени изменил прежние представления о механизмах функциональной асимметрии, ее природы и роли в организации деятельности центральной нервной системы, в организации высших психических функций и процессах адаптации [3; 4; 6; 10].

В последнее время установлена функциональная асимметрия не только коры больших полушарий мозга, но и некоторых подкорковых структур [33; 35–37]. В настоящее время выявлена структурно-функциональная асимметрия нейроэндокринной, кровяной и иммунной систем, обнаружено существование биохимической асимметрии [1; 7; 28; 32; 37]. Большинство работ по выяснению роли функциональной асимметрии мозга связано с изучением высших психических функций [8; 16; 17; 27]. Менее всего изучена роль функциональной асимметрии в процессах адаптации. В настоящее время есть сведения о различном участии правого и левого полушарий в адаптации к гипоксии [30], к низким температурам в условиях Севера [29], к физическим нагрузкам у спортсменов [5].

До настоящего времени остается открытым вопрос о роли функциональной асимметрии мозга в регуляции и организации вегетативных систем (дыхание, кровообращение). Показано [23; 24], что лимбические структуры (поясная извилина, передние ядра таламуса, гиппокамп) правого и левого полушарий головного мозга оказывают функционально различное влияние на дыхание. Является важным установить связь функционального состояния полушарий с функциональными параметрами висцеральных систем при разных видах деятельности человека. Этот вопрос практически является неизученным. Организм человека – сложноорганизованная система, на разных уровнях которой могут идти процессы разного типа. Поэтому его можно рассматривать как динамическую, саморегулирующуюся систему [2], которая непрерывно приспосабливается к условиям окружающей среды путем изменения уровня функционирования отдельных систем и соответствующего напряжения регуляторных механизмов. Исходя из того, что в механизмах регуляции нервной системе принадлежит ведущая роль, естественным является интерес исследователей к изучению роли функциональной асимметрии в вопросах индивидуального здоровья [11] и патологии [8; 14; 17]. Исследования показали, что перестройка

межполушарных отношений является одним из механизмов, отражающих реализацию компенсаторных резервов мозга при влиянии на организм человека неблагоприятных факторов окружающей среды [12; 18–20]. Но таких работ немного. В исследованиях [11] при изучении вегетативной регуляции деятельности сердца показано, что у мужчин наличие левосторонних признаков в индивидуальном профиле латеральной организации связано с лучшей вегетативной регуляцией адаптационных механизмов в состоянии покоя и при нагрузке. Эти данные согласуются с теми, которые были получены и в наших исследованиях [25; 26]. Но в настоящее время остается практически неизученным вопрос нейродинамики электрической активности правого и левого полушарий при адаптации человека к физическим и эмоциональным нагрузкам и ее связь с состоянием вегетативных систем. В работе П.К. Анохина [21] при изучении механизмов незавершенной адаптации показано изменение корреляционных связей между данными суммарного спектра мощности электроэнцефалограммы параметрами газообмена и легочной вентиляции после однократного сеанса прерывистой нормобарической гипоксии. Но исследователи не проводили сравнительного анализа этих изменений у людей с различным индивидуальным профилем латеральной организации.

Таким образом, анализ данных литературы по этой теме показал, что исследования по ней являются актуальными, имеют большое теоретическое и практическое значение. До настоящего времени многие вопросы этой многогранной проблемы требуют дальнейшего изучения. Наши исследования в некоторых моментах соответствуют данным других работ, но есть вопросы, которые являются только нашим предметом изучения. Так, до настоящего времени малоизученной является роль функциональной асимметрии мозга и нейродинамика электрической активности в правом и левом полушарии при адаптации к физической нагрузке у лиц с различной латерализацией моторной функции. Важным является исследование связи функционального состояния мозга с параметрами деятельности системы кровообращения, механизмов орга-

низации и регуляции систем жизнеобеспечения при организации различных форм поведения.

Поэтому целью наших исследований явилось изучение электрической активности правого и левого полушарий мозга у лиц с различным профилем моторной асимметрии и ее связи с регуляцией вегетативных систем в состоянии покоя и после физической нагрузки.

Материалы и методы. Исследовались добровольцы практически здоровые юноши и девушки в возрасте 18–25 лет. У них определялся профиль моторной асимметрии. Определение исходной моторной асимметрии проводили по времени простой сенсомоторной реакции на установке ВЮРАС STUDENTS и по тестам (кистевая динамометрия, предпочтение руки для письма, тест на скрещивание пальцев и рук, тест «аплодисменты»).

Для оценки состояния сердца применялся метод электрокардиографии. Запись электрокардиограммы (ЭКГ) проводилась в положении сидя, во II стандартном отведении. При анализе ЭКГ измерялся интервал R-R, сегмент S-T и подсчитывался пульс. Кроме того, по методу Короткова измерялось артериальное давление. На основании полученных данных для каждого обследуемого рассчитывался вегетативный индекс Кердо по формуле:

$$\text{ВИК} = 100(1 - \text{ДД} / \text{ЧСС}),$$

где ВИК – индекс Кердо, ДД – диастолическое артериальное давление, ЧСС – частота сердечных сокращений в 1 минуту (пульс).

Вегетативный индекс Кердо используется для оценки вегетативной регуляции сердца. При этом отрицательные значения индекса свидетельствуют о преобладании в регуляции деятельности сердца парасимпатических влияний, а положительные – симпатических.

Для регистрации электрической активности мозга использовалась компьютерная установка «Мицар-201» с набором программ для автоматического сбора и обработки информации. Применялись монополярные отведения по стандартной международной системе «10–20» симметрично слева и справа. При анализе электроэнцефалограммы (ЭЭГ)

оценивалась мощность суммарной электрической активности в диапазоне частот дельта-, тета-, альфа- и бета в соответствующих отведениях. Использовались следующие отведения: лобные (фронтальные F1-F2; F3-F4; F7-F8; Fz); теменные (P3-P4); центральные (C3-C4, Cz), височные (T3-T4; T5-T6) и затылочные (O1-O2). Нечетные цифры при отведениях соответствуют участкам левого полушария, а четные – симметрично правого. По данным ЭЭГ рассчитывался коэффициент асимметрии (Кас) в симметричных отведениях по мощности альфа-, бета-, тета- и дельта-активностей. Для определения коэффициента функциональной асимметрии мозга использовалась формула:

$$\text{Кас} = (P_{\text{л}} - P_{\text{п}}) \times 100 / (P_{\text{л}} + P_{\text{п}}),$$

где $P_{\text{л}}$ и $P_{\text{п}}$ – исследуемые параметры, соответственно в левом или правом полушарии. Отрицательные значения Кас свидетельствуют о преобладании активности в правом полушарии, а положительные – в левом.

В качестве физической нагрузки применялся степ-тест с усиленным сопротивлением дыханию (дыхание в респираторе). Регистрация ЭЭГ и ЭКГ проводилась до нагрузки и после. Статистическую обработку проводили в пакете программ Statistika и Stata 6.0. Определялся коэффициент корреляции по Спирмену между коэффициентом асимметрии всех видов активности мозга и вегетативным индексом Кердо.

Результаты. Проведенные исследования показали, что у праворуких (ПР-доминирование моторной области левого полушария головного мозга) и леворуких (ЛР-доминирование моторной области правого полушария) людей электрическая мощность всех видов исследуемой активности после физической нагрузки при дыхании с повышенным сопротивлением изменялась и в правом и левом полушарии. Эти изменения в группах исследуемых носили индивидуальный характер, что выразилось в вариабельности показателей и их недостоверности. Достоверными оказались изменения альфа-активности в отведении С3 в левом полушарии у ЛР ($p < 0,05$).

Наиболее показательными оказались изменения Кас. Кас выявил особенности изменений электрической активности у людей с правосторонней и левосторонней асимметрией после нагрузки. Кас альфа-активности до нагрузки показал, что наиболее выраженная асимметрия наблюдалась у леворуких в отведениях F3-F4, F7-F8 и височных областях, в отведении T5-T6. Причем в фронтальных отведениях асимметрии формировались за счет большей активности левого полушария, а в височных областях этот диапазон частот доминировал в правом полушарии.

У праворуких до нагрузки характер асимметрий в этих отведениях был таким же, с небольшими количественными различиями (табл. 1.).

Таблица 1

Коэффициент асимметрии альфа-активности

Отведение	Леворукие		Праворукие	
	До нагрузки	После нагрузки	До нагрузки	После нагрузки
F1-F2	0,8	2,6	0,1	0,5
F3-F4	4,3	3	4,7	4,3
F7-F8	7,6	8,9	10,6	9,5
C3-C4	3,6	-2,6	-1,4	0
P3-P4	-5,1	-5,2	-0,8	-3,2
T3-T4	2,7	-1,6	-0,7	0,8
T5-T6	-13,5	-10,8	-8	-9,8
O1-O2	0,6	-0,1	-0,3	0,1

После нагрузки в некоторых отведениях выявились различия в изменениях Кас у ЛР и ПР людей. У ЛР Кас стал больше, сохранив положительное значение в фронтальных отведениях F1-F2 и уменьшился в височных областях, оставаясь отрицательным. В отведениях F3-F4 он стал меньше. У праворуких изменения Кас в отведениях F1-F2, F3-F4 были такими же, как и у леворуких, но в отведении F7-F8 Кас стал меньше, а в височных областях он вырос. Таким образом, в этих отведениях изменения Кас у ЛР и ПР были противоположными.

Кас электрической мощности бета-активности в состоянии покоя как у ЛР, так и у ПР был наибольшим во всех фронтальных отведениях и височных T5-T6. Асимметрии во фронтальных отведениях формировались за счет большей активности в левом полушарии, а в височных – в правом. После нагрузки характер асимметрий изменился. При этом выявились отличия в изменениях Кас электрической мощности бета-диапазона у ПР и ЛР. У ЛР в фронтальных отведениях F1-F2, F3-F4 и височных T5-T6 Кас уменьшился, а у ПР вырос (табл. 2.)

Таблица 2

Коэффициент асимметрии бета-активности

Отведение	Леворукие		Праворукие	
	До нагрузки	После нагрузки	До нагрузки	После нагрузки
F1-F2	1,6	0,6	1	2
F3-F4	4,3	3,6	3	3,6
F7-F8	8,9	10	7,1	7,7
C3-C4	0,6	-2,4	-0,5	-0,1
P3-P4	-3	-5	-1,6	-2,7
T3-T4	1,2	-2,9	1,7	0,9
T5-T6	12,2	-10,8	-10,8	-11,3
O1-O2	-1,3	-0,8	-0,4	-0,1

Возрастание активности наблюдалось у ПР и ЛР в отведении F7-F8, но более значительно возросла степень асимметрии у ЛР. В фронтальных отведениях в обеих группах исследуемых асимметрия бета-активности формировалась за счет большей активности левого полушария, а в височных – правого. Анализ Кас электрической мощности тета-активности показал, что в состоянии покоя данный вид активности преобладал в фронтальной области левого полушария (F3-F4, F7-F8) и нижневисочной области правого полушария (T5-T6) как у ЛР, так и у ПР (табл. 3). После нагрузки выявились отличия в изменениях этой активности у ПР и ЛР. У ЛР Кас вырос в фронтальном отведении F1-F2 за счет увеличения тета-активности в левом полушарии и уменьшился вследствие снижения данной активности в левом полушарии у ПР. В отведении F7-F8 наблюдалось снижение Кас тета-активности и у ЛР, и у

ПР. Увеличение Кас с сохранением отрицательного знака отмечалось в нижневисочной области (T5-T6). Обратил на себя внимание тот факт, что после нагрузки у ЛР Кас формировался за счет усиления мощности тета-активности в правом полушарии.

Наиболее выраженные асимметрии дельта-активности в состоянии покоя наблюдались у ЛР и ПР во фронтальных отведениях F3-F4, F7-F8 и височных T5-T6 (табл. 4.). Причем в фронтальных отведениях Кас был положительным, что свидетельствует о преобладании активности в левом полушарии, а в височных отведениях (T3-T4, T5-T6) – отрицательным за счет доминирования правого полушария. Следует отметить, что в большинстве отведений Кас дельта-активности в обеих группах исследуемых был отрицательным, т. е. он формировался в результате доминирования правого полушария. После нагрузки, как показал Кас, у ЛР дельта-актив-

ность стала больше только в одном отведении – F1-F2. В отведениях F3-F4 и F7-F8 она стала меньше. В височных областях по этой активности стало доминировать правое полушарие. У ПР Кас. возрос и остался положительным только в отведении F7-F8. В

большинстве остальных отведений у ПР Кас существенно увеличился по абсолютной величине и остался отрицательным, что свидетельствует о большей мощности дельта-активности в правом полушарии.

Таблица 3

Коэффициент асимметрии тета-активности

Отведение	Леворукие		Праворукие	
	До нагрузки	После нагрузки	До нагрузки	После нагрузки
F1-F2	1,1	3,5	0,6	0,3
F3-F4	4	-0,5	4,6	3,4
F7-F8	8,4	7,3	8	7,1
C3-C4	-0,2	-2,2	-1,6	1,6
P3-P4	-3	-7,7	-0,8	-3,5
T3-T4	-0,9	-0,1	-1,3	3,1
T5-T6	-10,8	-12,7	-7,2	-12,1
O1-O2	-1,3	-1,3	0,1	0,5

Таблица 4

Коэффициент асимметрии дельта-активности

Отведение	Леворукие		Праворукие	
	До нагрузки	После нагрузки	До нагрузки	После нагрузки
F1-F2	-1,4	3,2	1	-2,3
F3-F4	5,7	4,3	3,9	5,3
F7-F8	8,9	8,3	9,6	9
C3-C4	-3,4	-3,5	-2,3	-5,6
P3-P4	-1	-1,5	0,8	-2,5
T3-T4	-1,7	-4,6	-2,8	-3,6
T5-T6	-6,3	-8,2	-5,4	-7,9
O1-O2	-2,7	-3,2	-1,1	-2

Анализы ЭКГ и ВИК показали, что у леворуких людей преобладали парасимпатические влияния на сердце. У большинства исследуемых ВИК был отрицательным. После нагрузки у леворуких наблюдалось более сильное влияние симпатической нервной системы на деятельность сердца. У них же был шире диапазон реагирования на нагрузку. У леворуких в ЭКГ отмечалась и большая длительность сегмента ST.

Корреляционный анализ выявил определенные особенности связей ВИК с изменениями Кас исследуемых частот активности в различных областях мозга у ЛР и ПР.

Так, у ЛР в состоянии покоя выявились отрицательные средней силы связи в отведении F1-F2 с Кас альфа- и дельта-активности. В отведении F3-F4 обнаружались отрицательные связи средней силы с Кас тета- и дельта-активности. В отведении F7-F8 связь ВИК с Кас дельта-активности была отрицательной средней силы. В височных областях (Т3-Т4) связи сильные и средней силы выявились с Кас тета- и дельта-активности. В остальных отведениях связи ВИК с Кас другого диапазона частот были очень слабыми.

У ПР в состоянии покоя корреляционные связи с ВИК по направленности были в ос-

новном противоположны связям у ЛР. При этом во всех отведениях, кроме F7-F8, T5-T6, они были очень слабыми и незначительными. В отведении F7-F8 обнаружилась прямая связь средней силы ($r = 0,54$) с Кас дельта-активности и с Кас альфа-активности. В отведении T5-T6 выявилась связь средней силы ($r = 0,47$) с Кас дельта-активности.

После нагрузки выявилось некоторое своеобразие связей Кас активности мозга с ВИК у ПР и ЛР. У ПР после нагрузки связи ВИК с Кас всех видов активности из прямых превратились в обратные с ослаблением с Кас альфа-, тета- и дельта-активностями (особенно с Кас дельта-диапазона) и усилением с Кас бета-активности. В височных отведениях T3-T4 у ЛР после нагрузки корреляционные связи с ВИК остались прямыми, но существенно ослабли. В этом отведении у ПР после нагрузки произошла реверсия знака связей ВИК с Кас тета- и дельта-активностей. При этом наблюдалось ослабление связей ВИК с Кас альфа-, тета-активности и небольшое усиление с Кас бета активности ($r = 0,48$) и Кас дельта-активности. В отведении T5-T6 у ЛР после нагрузки вид связей не изменился, но произошло усиление их с Кас альфа- и дельта-активности. У ПР после нагрузки отмечалась реверсия связей ВИК с Кас тета- и дельта-активности. При этом связь ВИК с Кас альфа-диапазона усилилась. Связь усилилась, но осталась слабой с Кас тета-активности. Корреляционная связь ВИК с Кас тета- и бета-активности стала более слабой.

Таким образом, во всех отведениях характер корреляционных связей Кас с ВИК у ЛР и ПР различались. В некоторых отведениях, например F7-F8, они были зеркально противоположными. Сила связи и ее направленность после нагрузки и у ЛР, и у ПР определялась участком коры мозга, где регистрировалась активность (видом отведения). Направленность изменений силы связи в некоторой степени зависела от моторной латерализации (ПР и ЛР). Например, в отведении F1-F2 у ЛР после нагрузки связь ВИК с Кас альфа-активности стала прямой, но очень слабой (до нагрузки $r = -0,56$, после нагрузки $r = +0,27$). В то же время у ПР корреля-

ционная связь ВИК с Кас альфа-активности исходно была обратной и очень слабой, практически отсутствовала. После нагрузки эта связь стала прямой и выросла ($r = 0,37$).

Установить какую-либо закономерность корреляционных связей с величиной Кас анализируемых видов активности не удалось.

Обсуждение. Анализ полученных результатов показал, что в состоянии покоя, до нагрузки, электрическая мощность всех видов активности в правом и левом полушарии у праворуких и леворуких людей была асимметрична. После физической нагрузки, в условиях затрудненного дыхания, активность мозга изменялась с определенными отличиями у праворуких и леворуких людей. Это хорошо согласуется с тем, что электрофизиологические показатели мозга здоровых людей в отсутствии специфической стимуляции демонстрируют латерализацию полушарий, которая изменяется при смене функциональных состояний [9; 15; 31]. Известно, что, наиболее заметно количественные характеристики ЭЭГ меняются или даже инвертируются при развитии процессов адаптации [18; 21]. В наших исследованиях существенные изменения также наблюдались между группами исследуемых людей после физической нагрузки.

Коэффициент асимметрии выявил особенности изменений электрической активности у людей с правосторонней и левосторонней моторной латерализацией. Эти особенности, вероятно, можно объяснить тем, что при выполнении физической нагрузки, в процессе адаптации к ней, у лиц с различной моторной латерализацией формируется свое функциональное состояние мозга, которое характеризуется определенной нейродинамикой отношений между областями коры внутри каждого полушария, между полушариями, между полушариями и подкорковыми структурами.

На основании полученных данных можно высказать некоторые предположения о механизмах нейродинамики мозговых процессов у праворуких и леворуких людей. Так, у леворуких в передней фронтальной коре, которая относится к модулирующей системе мозга, после нагрузки наблюдалось домини-

рование медленноволновой активности в левом полушарии и уменьшение бета-активности в нем. Медленные волны типа тета- и дельта- свидетельствуют о процессах торможения в коре, а альфа-активность характерна для состояния спокойного бодрствования. У праворуких после нагрузки стала доминировать дельта-активность в правом полушарии с одновременным возрастанием роли бета-активности в левом полушарии, асимметрия альфа-активности практически не изменилась. Вместе с тем в областях лобной коры, ответственных за организацию и запуск программ движения (F3-F4, F7-F8, премоторная и моторная кора) существенных различий в характере асимметрий всех видов активности у праворуких и леворуких выявлено не было, обнаруживались только количественные отличия. В нижневисочных областях характер асимметрий после нагрузки практически не изменился. Как и в состоянии покоя, по всем видам активности в этих зонах коры доминировало правое полушарие как у леворуких, так и праворуких. У леворуких степень асимметрий была более выраженной, и у них наблюдалось снижение коэффициента асимметрии для альфа- и бета-активности. У праворуких Кас вырос у всех видов активности. На основании этих изменений электрической мощности активности различного частотного диапазона в полушариях можно предположить, что в процессе адаптации в качестве модулирующей системы мозга у леворуких лимбическая система имеет большее значение, чем у праворуких. Именно правое полушарие имеет более тесные связи с гипоталамусом и другими структурами лимбики [13]. Кроме того, у леворуких в большинстве отведений наблюдалось снижение исходной асимметрии с сохранением знака коэффициента асимметрии, что может свидетельствовать о подключении в процесс адаптации противоположного полушария; у праворуких этот процесс осуществлялся за счет ранее доминировавшего полушария.

Показано, что динамика полушарного доминирования, вплоть до инверсии межполушарных отношений, наиболее закономерно происходит при смене функционального со-

стояния. Наиболее часто в этом случае происходит переход от левополушарной к правополушарной активации [31]. Предполагается, что подобная смена межполушарных отношений связана с предотвращением энергетического истощения и носит компенсаторный характер. Изменение межполушарных отношений вследствие различной подкорковой активации влечет за собой динамику базовых характеристик организма, включая вегетативную регуляцию.

На основе анализа показателя ВИК у праворуких и леворуких людей можно предположить, что тонус ядра блуждающего нерва у леворуких выше, чем у праворуких в покое. Отсюда и более широкий диапазон реагирования сердца на физическую нагрузку. Корреляционные связи ВИК с показателями активности мозга оказались различными по типу, но по величине мало отличались у праворуких и леворуких людей. Особенностью явилось то, что в фронтальных отведениях только у леворуких в состоянии покоя выявились обратные и средней силы связи и прямые средней силы связи в височных отведениях (Т3-Т4) ВИК с Кас, которые после нагрузки уменьшились. Интерпретация этих данных на данном этапе исследований является очень сложной, и требуются дальнейшие исследования.

Выводы

1. Исследования показали, что тотального доминирования электрической активности в правом или в левом полушарии у праворуких и леворуких людей нет.

2. Обнаружилось доминирование электрической активности в отдельных отведениях правого и левого полушария, которое отличалось у праворуких и леворуких людей.

3. После нагрузки характер изменений электрической активности в ряде отведений отличался у праворуких и леворуких. У леворуких наблюдалась тенденция к уменьшению коэффициента асимметрии, а у праворуких – к увеличению.

4. Выявились особенности корреляции между электрической активностью правого и левого полушария и ВИК у праворуких и леворуких людей.

1. *Абрамов, В.В.* Функциональная асимметрия иммунной, кроветворной и нейроэндокринной систем / В.В. Абрамов, Т.Я. Абрамова, А.Ф. Повещенко, В.А. Козлова // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М. : Научный мир, 2009. – С. 274–302.
2. *Анохин, П.К.* Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. – М. : Медицина. 1975. – 260 с.
3. *Баллонов, Л.Я.* Слух и речь доминантного и недоминантного полушарий / Л.Я. Баллонов, В.Л. Деглин. – Л. : Наука, 1976. – 218 с.
4. *Баллонов, Л.Я.* Функциональная асимметрия мозга животных / Л.Я. Баллонов, В.Л. Деглин, Д.А. Кауфман, Н.Н. Николаенко // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 1981. – Т. XVII. – №3. – С. 225–233.
5. *Бердичевская, Е.М.* Функциональная асимметрия и спорт / Е.М. Бердичевская, Г.С. Гронская // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М. : Научный мир, 2009. – С. 647.
6. *Бианки, В.Л.* Асимметрия мозга животных / В.Л. Бианки. – Л. : Наука, 1985. – 295 с.
7. *Вартанян, Г.А.* Химическая симметрия и асимметрия мозга / Г.А. Вартанян, Б.И. Клементьев. – Л. : Наука, 1991. – 150 с.
8. *Визель, Т.Г.* Речевые дезинтеграции и их мозговые механизмы с позиций межполушарной асимметрии мозга / Т.Г. Визель // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М. : Научный мир, 2009. – С. 571–594.
9. *Гончарова, И.И.* Факторная структура спектра ЭЭГ левого и правого полушарий головного мозга человека в покое и при когнитивной деятельности / И.И. Гончарова // Физиология человека. – 1991. – Т. 17. – №1. – С. 18–29.
10. *Деглин, В.Л.* Лекции о функциональной асимметрии мозга человека. Женевская инициатива в психиатрии / В.Л. Деглин // Ассоциация психиатров Украины. Амстердам – Киев. – 1996. – 216 с.
11. *Ефимова, И.В.* Межполушарная функциональная асимметрия и проблема индивидуального здоровья / И.В. Ефимова, Е.В. Будыка // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М. : Научный мир, 2009. – С. 692–728.
12. *Жаворонкова, Л.А.* Особенности межполушарной асимметрии электроэнцефалограммы правой и левой как отражение взаимодействия коры и регуляторных систем мозга / Л.А. Жаворонкова // Функциональная межполушарная асимметрия : хрестоматия. – М. : Научный мир, 2004. – С. 287–292.
13. *Жаворонкова, Л.А.* Правши-левши : межполушарная асимметрия мозга человека / Л.А. Жаворонкова. – М. : Наука, 2006. – 248 с.
14. *Жаворонкова, Л.А.* Уменьшение и реверсия межполушарной асимметрии мозга человека в результате воздействия ионизирующей радиации / Л.А. Жаворонкова, Н.Б. Холодова // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М. : Научный мир, 2009. – С. 692–728.
15. *Жирмунская, Е.А.* Парная работа больших полушарий мозга по данным электроэнцефалограммы / Е.А. Жирмунская, А.И. Рыбников, В.С. Лосева и др. // Физиология человека. – 1981. – Т. 7. – №3. – С. 462–473.
16. *Кроль, В.М.* Зрительное узнавание: специфика психофизиологических механизмов доминантного и субдоминантного полушарий мозга человека / В.М. Кроль // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М. : Научный мир, 2009. – С. 303–326.
17. *Кроткова, О.А.* Специфика проявлений дефектов мышления в повседневной активности больных с очаговыми поражениями правого и левого полушарий / О.А. Кроткова // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М. : Научный мир, 2009. – С. 606–616.
18. *Леутин, В.П.* Психофизиологические механизмы адаптации и функциональная асимметрия мозга / В.П. Леутин. – Новосибирск : Наука, 1988. – 192 с.
19. *Леутин, В.П.* Связь гормональных показателей стресса с сенсомоторными асимметриями северных селькупов / В.П. Леутин, Л.П. Осипова, С.Г. Кривошеков // Физиология человека. – 1996. – Т. 22. – №1. – С. 131–133.
20. *Леутин, В.П.* Функциональная асимметрия мозга и адаптация / В.П. Леутин // Функциональная межполушарная асимметрия : хрестоматия. – М. : Научный мир, 2004. – С. 481–522.
21. *Леутин, В.П.* Функциональная асимметрия мозга и незавершенная адаптация / В.П. Леутин, Е.И. Николаева, Е.В. Фомин // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М. : Научный мир, 2009. – С. 429–457.
22. *Луценко, В.К.* Биохимическая асимметрия мозга / В.К. Луценко, М.Ю. Карганов // Нейрохимия. – 1988. – Т. 4. – С. 197–213.
23. *Михайлова, Н.Л.* Роль поясной извилины в организации паттерна дыхания у крыс / Н.Л. Михайлова // Успехи физиологических наук. – 1994. – Т. 25. – №3. – С. 110–111.
24. *Михайлова, Н.Л.* Изучение роли лимбических структур в центральных механизмах регуляции дыхания / Н.Л. Михайлова // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90. – №8. – Ч. 1. – С. 517–518.
25. *Михайлова, Н.Л.* Электрическая активность мозга и деятельность сердца у людей с различным профилем функциональной асимметрии в состоянии покоя и после физической нагрузки / Н.Л. Михайлова, С.В. Михеев, К.А. Данилина, Е.А. Панова, С.В. Кузнецов // Механизмы функционирования висцеральных систем. 7 Всероссийская конф. с международным участием. – РАН. – СПб., 2009. – С. 294–295.
26. *Михайлова, Н.Л.* Функциональная асимметрия мозга и деятельность сердца при адапта-

ции к физической нагрузке / Н.Л. Михайлова // Медико-физиологические проблемы экологии человека. Материалы 3 Всероссийской конф. с международным участием. – РАН. – Ульяновск, 2009. – С. 209–210.

27. Русалова, М.Н. Функциональная асимметрия мозга и эмоции / М.Н. Русалова, В.М. Русалов // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М. : Научный мир, 2009. – С. 521–551.

28. Соллертинская, Т.Н. Эволюционные особенности функциональной асимметрии мозга и роль нейропептидов в ее регуляции / Т.Н. Соллертинская // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М. : Научный мир, 2009. – С. 108–109.

29. Сороко, С.И. Нейрофизиологические механизмы индивидуальной адаптации человека в Антактиде / С.И. Сороко. – Л. : Наука, 1984. – 152 с.

30. Сороко, С.И. Индивидуальные особенности изменений биоэлектрической активности и гемодинамики мозга при воздействии экспериментальной и высокогорной гипоксии / С.И. Сороко, Р.М. Димаров // Физиология человека. – 1994. – Т. 20. – №6. – С. 16–27.

31. Фокин, В.Ф. Стационарная и динамическая организация функциональной межполушарной асимметрии / В.Ф. Фокин, А.И. Борова, И.С. Галкина, И.В. Пономарева, И.А. Шимко // Руководство по функциональной межполушар-

ной асимметрии. – М. : Научный мир, 2009. – С. 389–428.

32. Штылик, А.В. Латерализация эффекта окситоцина на функциональную активность парных висцеральных органов у крыс / А.В. Штылик, М.П. Чернышева, Р.Т. Коваленко, А.Д. Ноздрачев // Физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 1995. – Т. 81. – №10. – С. 89–97.

33. Banczerowski, P. Lesion of insular cortex affects luteinizing hormone and testosterone secretion of rat. Lateralized effect / P. Banczerowski, Z. Csaba, V. Csernus, J. Gerandai // Brain Res. – 2001. – V. 906. – №1–2. – P. 25–30.

34. Collins, R.L. On the inheritance of direction and degree of Asymmetry / R.L. Collins // Cerebral lateralization in nonhuman species. – Ed. : S.D. Glick. – N.Y. : Academia Press, 1985. – P. 41–45.

35. Gerandai, J. Asymmetry of the neuroendocrine system / J. Gerandai, B. Halasz // Neurophysiol. – 2001. – V. 16. – P. 92–95.

36. Sullivan, R.M. Lateralized effect of medial prefrontal cortex lesions on neuroendocrine and autonomic stress responses in rats / R.M. Sullivan, A. Gratton // Neurosci. – 1999. – V. 19. – №7. – P. 2834–2340.

37. Xu, Z.C. Gender difference in dopamine neuronal damage in neostriatum after unilateral dopamine depletion / Z.C. Xu, Lix. Chwang, X. Chen // Exp. Neurol. – 1999. – V. 158. – №1. – P. 182–191.

FEATURES OF ELECTRICAL ACTIVITY IN RIGHT AND LEFT HEMISPHERES OF THE BRAIN IN INDIVIDUALS WITH DIFFERENT PROFILES OF MOTOR ASYMMETRY AND ITS RELATIONSHIP WITH THE STATE OF THE HEART AT REST AND DURING EXERCISE

N.L. Mikhailova

Ulyanovsk State University

We studied α -, β -, θ -, Δ -activity of right and left hemispheres of the brain in right-handed or left-handed people and the state of heart at rest and after exercise. Some peculiarities of the dynamics of electrical activity in left and right hemispheres of the brain in individuals with different profiles of motor asymmetries and their correlation with vegetation index Kerdo are identified.

Keywords: functional asymmetry of the brain, physiology of heart and blood vessels, index Kerdo, adaptation.