

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И НЕЙРОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕГРАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ МОЗГА И НЕЙРОВИСЦЕРАЛЬНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В НОРМЕ ПРИ ПСИХОСОМАТИЧЕСКИХ И АФФЕКТИВНЫХ РАССТРОЙСТВАХ

УДК 612.821

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА КОГНИТИВНЫХ СТРАТЕГИЙ: РОЛЬ СЕЛЕКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Нина Валерьевна ВОЛЬФ, Ольга Михайловна РАЗУМНИКОВА, Аркадий Олегович БРЫЗГАЛОВ,
Михаил Анатольевич ОНИЩЕНКО, Елена Юрьевна ЛАПИНА

НИИ физиологии СО РАМН

630117, г. Новосибирск, ул. Тимакова, 4

С использованием различных моделей внимания выполнено комплексное исследование полушарной организации селективных процессов и их взаимосвязи с результативностью творческой деятельности и ее электроэнцефалографическими (ЭЭГ) коррелятами у мужчин и женщин. Установлено, что для выявления половых различий в частотно-пространственной организации электрической активности коры мозга при селекции информации как в моделях селективного внимания и латентного торможения, так и при креативном мышлении, основное значение имеют частотные диапазоны тета1-, альфа2- и бета-ритмов. Связанное с творческими достижениями ослабление селективных процессов было отмечено только для образной креативности, и этот эффект в большей степени характерен для мужчин. Полученные данные свидетельствуют о качественных половых различиях в организации как фронтально-париетальной, так и латеральной систем внимания при реализации селективных процессов, которые могут быть основой разных когнитивных стратегий при творческой деятельности мужчин и женщин.

Ключевые слова: половые различия, селективное внимание, латентное торможение, ЭЭГ.

Согласно современным представлениям внимание — это процесс селекции информации, поступающей из внешней среды или извлекаемой из памяти, направляющий ответную реакцию в соответствии с поставленной целью [1]. Успехи психофизиологии в изучении внимания связаны с выделением различных форм произвольного внимания: селективное, распределенное, пространственное, поддерживающее (или бдительность) и его нейрофизиологического «субстрата»: «передней» и «задней» систем внимания [2–4]. Эти системы осуществляют контролирующую, ассоциирующую и исполнительную функции внимания. Установлены и полушарные различия в организации внимания [3, 5].

В широком смысле любое принятие решения (результатирующая деятельность) от стереотипной реакции до экстраординарного представления связано с селективными процессами мозга, способными отбора, способствующими выделению высоковероятной, обычной, или оригинальной информации. Исходя из этого, и высокую или низкую

креативность можно рассматривать в связи с особенностями селекции информации. Правомерность такого подхода подтверждается данными клинических исследований, согласно которым при ряде психических расстройств, имеющих генетическую составляющую, таких, например, как аутизм и шизофрения, глубокие нарушения внимания у больных нередко сочетаются с высокой креативностью их ближайших родственников [6, 7]. Показано также, что отделы мозга, функции которых нарушены при указанных психических расстройствах, относятся к системе контроля поведения и участвуют в обеспечении творческой деятельности [6].

Приведенные данные показывают актуальность постановки вопроса о роли внимания в процессах креативной деятельности. Общепринятое деление когнитивных способностей на вербальные и образно-пространственные привело к тому, что при исследовании креативности также стали выделять задачи вербальной и образной природы. Обоснованность такого деления недавно подтвержде-

Вольф Н.В. — д.б.н., проф., e-mail: volf@physiol.ru
Разумникова О.М. — д.б.н., e-mail: razum@physiol.ru
Брызгалов А.О. — к.б.н., e-mail: arkadiy@physiol.ru
Онищенко М.А. — аспирант
Лапина Е.Ю. — аспирант

на данными о разнице молекулярно-генетических основ этих видов креативности [8].

В то же время современные данные о половом диморфизме в организации мозга свидетельствуют, что построение адекватных моделей мыслительной деятельности невозможно без учета такого глобального физиологического фактора, как пол испытуемых. Хорошо аргументированы половые различия в решении ряда задач вербальной и образной природы [9]. Однако наиболее интригующим является тот факт, что при одинаковых формах поведения и результатах когнитивной деятельности их мозговая организация на нейрофизиологическом, нейрохимическом и даже структурном уровнях может иметь принципиальные половые различия [9–12]. Выявление половых различий во фронтально-окципитальной функциональной организации полушарий мозга [13–15], в межполушарной асимметрии и характере межполушарных взаимодействий [9, 10, 16], то есть полового диморфизма тех структур мозга, которые могут рассматриваться как нейрофизиологический субстрат внимания и креативного мышления, подтверждает принципиальную значимость постановки вопроса о половых различиях во взаимодействии селективных и творческих процессов.

Предпринятое нами комплексное исследование ставило своей целью психометрическое изучение особенностей полушарной организации различных форм внимания и анализ взаимосвязей между эффективностью селекции информации, результативностью творческой деятельности и ее ЭЭГ-коррелятами у мужчин и женщин.

Материал и методы

В исследовании принимали участие 156 студентов новосибирских университетов в возрасте от 18 до 22 лет. Испытуемые дали информированное согласие на участие в экспериментах, которое было одобрено этическим комитетом НИИ физиологии СО РАМН.

Для изучения селективных процессов использовали ряд экспериментальных моделей, позволяющих выявить полушарные особенности разных функций внимания: модифицированную задачу odd-ball (ориентировочная реакция), задачу Струпа (селективное и пространственное внимание) и латентное торможение. Все модели позволяли осуществлять латерализованное предъявление стимулов в случайном порядке в левом или правом поле зрения с регистрацией времени реакции и количества правильных ответов. Для тестирования образной креативности использовали субтест «Незавершенные фигуры» Торренса, вербальной — составление предположений из трех слов, относящихся к отдаленным семантическим категориям. Подробно методики и процедуры исследования описаны нами ранее [17–20].

ЭЭГ регистрировали монополярно в 16 стандартных отведениях системы 10–20: Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2 с объединенным референтным ушным электродом. Аналого-цифровое преобразование сигнала проводили с частотой дискретизации 256 Гц. Расчет параметров мощности и когерентности ЭЭГ выполняли по программе «Нейрокартограф» фирмы «МБН» (Москва). Эпоха анализа составляла 2 с, эпохи брали с перекрытием в 50 %. Для анализа использовали свободные от артефактов эпохи ЭЭГ, отдельно для ЭЭГ, записанной в покое и во время выполнения заданий. Для каждого отведения методом быстрого преобразования Фурье были получены значения спектральной плотности ЭЭГ в частотных диапазонах: тета1 (4–6 Гц), тета2 (6–8) Гц, альфа1 (8–10 Гц) и альфа2 (10–13 Гц), бета1 (13–20 Гц) и бета2 (20–30 Гц). Когерентность ЭЭГ определяли для всех 120 возможных комбинаций меж- и внутриполушарных пар отведений в тех же частотных диапазонах.

Анализ полученных данных проводили с использованием дисперсионного (ANOVA) и корреляционного (Пирсона) анализа, для сравнения изменений когерентности для отдельных связей использовали t-тест Стьюдента. При использовании ANOVA применяли коррекцию значений статистической значимости по методу Гринхауза — Гейссера. Последующий анализ достоверных взаимодействий проводили методом плановых сравнений.

Результаты и обсуждение

При исследовании *селективного внимания* в задаче Струпа в качестве характеристики селективных процессов рассматривали эффект конгруэнтности (ЭК), который вычисляли как разность между временем реакции (ВР) или количеством правильных ответов на цвет слова при выполнении задания в условиях несовпадения словесного и цветового паттернов стимула и тех же характеристик при их совпадении. Дисперсионный анализ ЭК, проведенный с учетом латеральности предъявления и пространственной организации стимулов, не выявил половых различий.

Однако корреляционные взаимосвязи между ЭК и мощностью ЭЭГ-ритмов передних и задних отделов коры полушарий, ассоциируемых соответственно с «передней» и «задней» системами внимания, отличались у мужчин и женщин. Корреляции с ЭЭГ выявлены у мужчин для поведенческих характеристик деятельности в наиболее сложной ситуации, когда стимул, содержащий нерелевантную речевую информацию, был адресован речевому левому полушарию (**рис. 1**). При этом обнаружены отрицательные корреляции замедления ВР на неконгруэнтные по сравнению с конгруэнтными стимулами, ЭК, с мощностью тета- и альфа-ритмов (коэффициенты корреля-

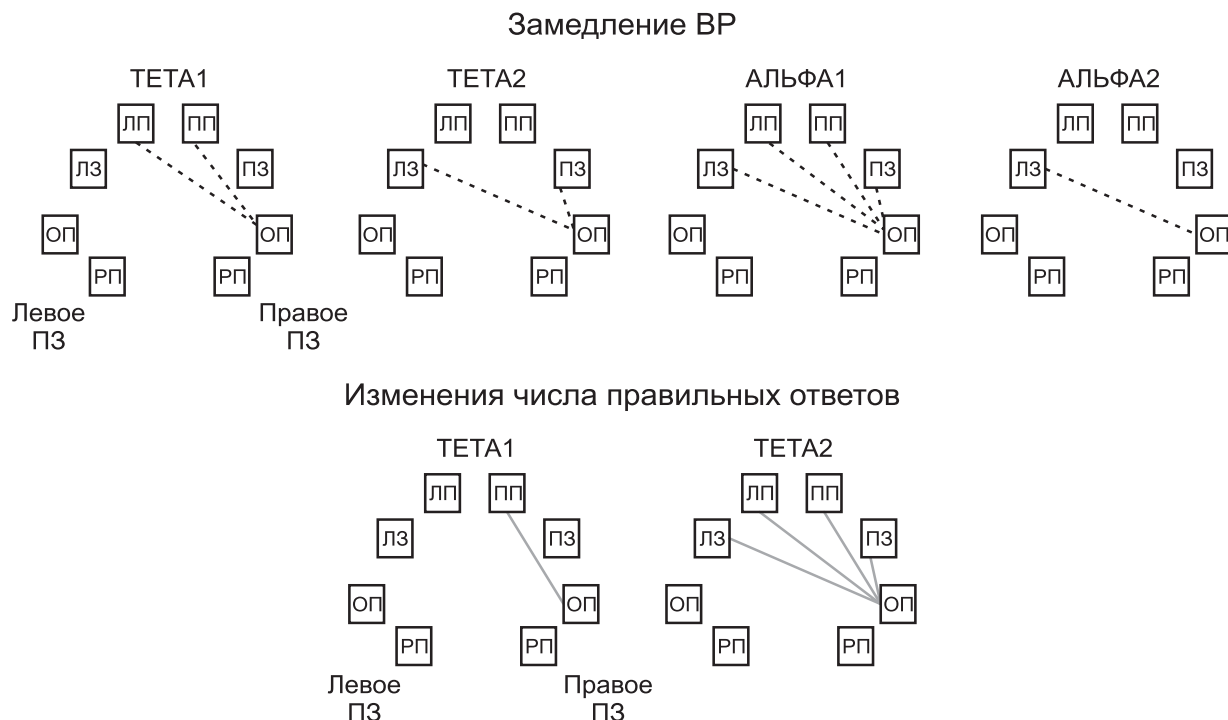


Рис. 1. Корреляции показателей замедления времени реакции (ВР) и изменений числа правильных ответов на неконгруэнтные по сравнению с конгруэнтными стимулами в задаче Струпа с мощностью ритмов тета- и альфа-частотных диапазонов в передних и задних отделах полушарий мозга у мужчин. ЛП, ЛЗ и ПП, ПЗ – соответственно передние и задние отделы левого и правого полушарий. ОП – замедление ВР для пространственно объединенных стимулов, РП – для пространственно разнесенных. Слева предъявление стимулов в левом поле зрения (ПЗ), справа – в правом. Пунктирные линии обозначают отрицательные, а сплошные – положительные корреляции ($p < 0,01$) между соединенными ими показателями

ции варьировали от $-0,64$ до $-0,78$, $p \leq 0,01$) и положительные корреляции между изменениями количества правильных ответов и выраженностью тета-ритмов во фронтальных отделах мозга (от $0,56$ до $0,61$, $0,01 < p < 0,03$). У женщин высокая достоверная положительная корреляция обнаружена только для показателей замедления ВР на неконгруэнтные по сравнению с конгруэнтными стимулами при их левостороннем предъявлении в пространственно разнесенной серии с мощностью бета2-ритма в заднем отделе левого полушария. Таким образом, качество селекции информации зависит у мужчин от выраженности фоновых низкочастотных тета- и альфа-ритмов, а у женщин – высокочастотного бета2-ритма.

Для исследования особенностей организации селективного внимания в зависимости от уровня креативности испытуемые были разделены на высоко- и низкокративных относительно средних значений образной и вербальной креативности соответственно. Статистический анализ ЭК показал, что полушарная организация селективного внимания отличалась в зависимости не только от творческих способностей испытуемых, но и от их пола, а также от вида креативности.

При дисперсионном анализе ЭК в зависимости от уровня образной креативности обнаружено

взаимодействие факторов креативности, пола и латеральности ($F(1, 59) = 8,48$; $p = 0,005$). Высокой образной креативности у мужчин соответствует большая величина ЭК, то есть ослабление селективных процессов в правом полушарии с инверсией межполушарной асимметрии по сравнению с низкокративными мужчинами (рис. 2). Отрицательная корреляция между асимметрией ЭК (левополушарный ЭК – правополушарный ЭК) и креативностью является дополнительным свидетельством связи асимметричной организации селективного внимания и творческих достижений у мужчин ($r = -0,47$; $p = 0,047$). Таким образом, результаты мужчин согласуются с общим представлением о значимости правого полушария в процессе творчества [21–23], а также с фактами, установленными при изучении других форм внимания и свидетельствующими об ослаблении селективных процессов при высоких показателях креативности [24, 25].

В отличие от мужчин, у женщин с разными творческими способностями не выявлено латеральных различий в ЭК, что согласуется с данными о меньшей значимости в организации познавательной деятельности женщин по сравнению с мужчинами асимметричного распределения полушарных функций при возрастании влияний

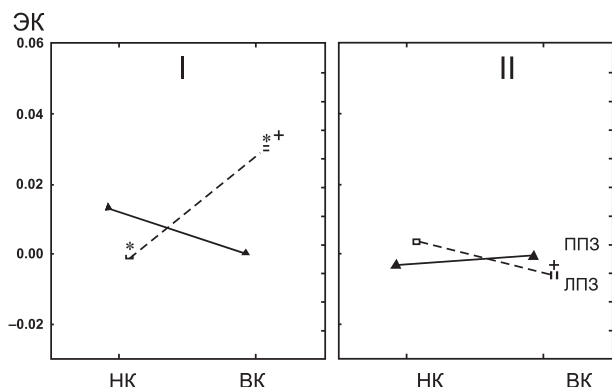


Рис. 2. Изменения эффекта конгруэнтности (ЭК) в задаче Струпа в зависимости от пола и уровня креативности. I – мужчины, II – женщины; НК – группа низкокративных, ВК – высококративных лиц; ППЗ – предъявление стимулов в правое поле зрения (сплошная линия) и ЛПЗ – левое поле зрения (пунктир). Одинаковыми значками отмечены достоверные различия между соответствующими значениями ($p < 0,05$)

процессов, обеспечивающих внутриволновую и межполушарную интеграцию [26, 27].

При дисперсионном анализе особенностей полушарной организации селективного внимания в зависимости от уровня вербальной креативности достоверного эффекта взаимодействия с фактором пола испытуемых не обнаружено.

При исследовании ориентировочной реакции в модифицированной задаче odd-ball согласно результатам дисперсионного анализа было установлено взаимодействие факторов пола и образной креативности ($F(1, 80) = 3,8; p = 0,05$). Низкокративные мужчины проявляли более выраженную ориентировочную реакцию по сравнению с высококративными, тогда как у высоко- и низко-

Ориентировочная реакция

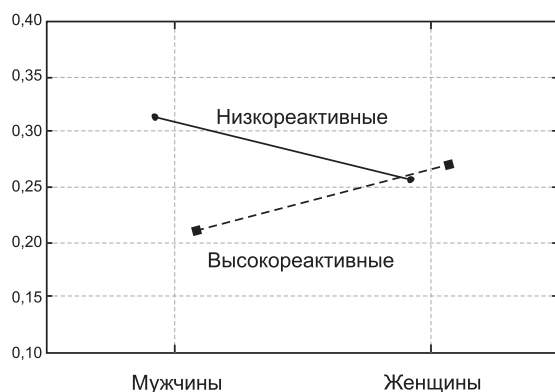


Рис. 3. Выраженность ориентировочной реакции у мужчин и женщин с высокими (пунктир) и низкими (сплошная линия) показателями оригинальности в образном субтесте Торренса

креативных женщин различий по выраженности реакции не было (рис. 3). Таким образом, ослабление селективных процессов у креативных лиц отмечено и при обработке новой информации, однако этот эффект достоверно выражен только у мужчин.

Половой диморфизм в организации тормозной функции внимания был исследован в модели латентного торможения (ЛТ), которое проявляется в замедлении выработки условной реакции на стимул, многократно преэкспонированный в качестве irrelevantного. Предпосылками данного исследования стали полученные нами ранее данные, показавшие половые различия в формировании ЛТ на поведенческом уровне, а также связанные с полом различия ЭЭГ-коррелятов ЛТ по показателям мощности ЭЭГ [28–30].

В настоящем исследовании показателями полушарной активности были изменения когерентности биопотенциалов ЭЭГ на стадии обучения-тестирования ЛТ в процедуре классического кондиционирования. Анализ ЭЭГ проводили для контрольной и преэкспонированной групп. В этой модели в отличие от модели оперантного обучения половые различия в формировании ЛТ на поведенческом уровне отсутствовали.

Однако половые различия в объединении корковых областей при ЛТ были выявлены при анализе когерентности на частотах альфа2- и бета-ритмов. Для внутриволновой когерентности альфа2-ритма эти различия определялись как топографией, так и временными параметрами изменений когерентных связей в ходе обучения (взаимодействие факторов ПОЛ * ГРУППА * ЛАТЕРАЛЬНОСТЬ * БЛОК * ПАРА – $F(81, 2511) = 1,57, p = 0,001, G-G p = 0,07$). В диапазоне альфа2-ритма в начале обучения различия между контрольной и экспериментальной группами были выражены у женщин. Они характеризовались усилением преимущественно локальных связей во фронтальном отделе левого и каудальном правого полушария в экспериментальной группе по сравнению с контрольной. У мужчин наибольшие межгрупповые различия появлялись ближе к концу обучения и выражались в ослаблении преимущественно длинных связей внутри правого полушария в группе с преэкспозицией условного стимула по сравнению с контрольной (рис. 4А). В этом же частотном диапазоне половые различия в ЛТ обнаружены при анализе межполушарных когерентных связей. У женщин наблюдалось усиление когерентных связей в экспериментальной группе по сравнению с контрольной с образованием ярко выраженного «фокуса» взаимодействий во фронтальном отделе левого полушария (рис. 4Б). Напротив, у мужчин не обнаружено различий между контрольной и экспериментальной группами по изменениям межполушарных связей.

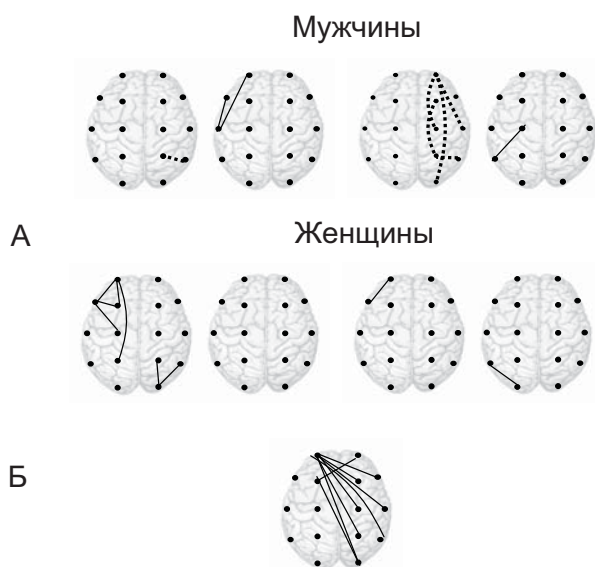


Рис. 4. Различия когерентных связей на частоте альфа2-ритма при сравнении контрольной и преэкспозированной групп у мужчин и женщин на стадии обучения – тестирования. А – различия внутриполушарной когерентности для четырех последовательных блоков предъявлений стимула у мужчин и женщин, Б – независимые от блока различия межполушарной когерентности в контрольной и экспериментальной группах у женщин. Сплошные линии – когерентность в преэкспозированной группе больше, чем в контрольной, пунктирные – наоборот

На частотах бета1-ритма выявлено взаимодействие факторов ПОЛ * ГРУППА * ЛАТЕРАЛЬНОСТЬ ($F(2, 31) = 4,32, p = 0,046$). Половые различия в ЛТ были связаны с латеральными особенностями изменений внутриполушарной когерентности в экспериментальных группах. У женщин при выполнении задания значения когерентности были выше в левом полушарии по сравнению с правым, при обратной картине латеральных различий у мужчин (рис. 5).

На частотах бета1- и бета2-ритмов половые различия в ЛТ были связаны также с такими факторами, как стадия обучения и пространственная локализация изменений когерентности: взаимодействие факторов ПОЛ * ГРУППА * ЛАТЕРАЛЬНОСТЬ * БЛОК * ПАРА ($F(81, 2511) = 1,3, p = 0,033$ для бета1 и $F(81, 2511) = 1,4, p = 0,011$ для бета2). Анализ этих взаимодействий показал, что изменения в ходе обучения-тестирования были характерны для испытуемых экспериментальной группы (рис. 6). При этом у мужчин наблюдалось относительное усиление правополушарных связей, объединяющих фронтальные и связанные с анализом слуховой и зрительной информации каудальные отделы правого полушария. По мере обучения возрастало

значение окципитального узла измененных когерентных связей. У женщин по сравнению с правым полушарием были усилены локальные левополушарные связи в начале обучения-тестирования, а в конце преобладало усиление длиннодистантных взаимодействий между передними и задними отделами левого полушария.

В контрольных группах как у мужчин, так и у женщин наблюдались латеральные различия лишь единичных связей, что позволяет рассматривать выявленные у мужчин и женщин в группах с преэкспозицией условного стимула латеральные особенности перестройки когерентных связей как особенности организации процесса ЛТ.

В совокупности полученные ЭЭГ данные свидетельствуют, что половые различия в ЛТ связаны с особенностями функциональной активности фронтальных отделов мозга, а также правого и левого полушарий. При этом в осуществлении тормозной функции внимания у мужчин приоритетное значение имеет правое, а у женщин – левое полушарие, особенно его фронтальная система, что может быть отражением разной вовлеченности фронтальной корковой системы внимания и полушарий мозга в тормозные селективные процессы у мужчин и женщин. Отсутствие половых различий в формировании ЛТ на поведенческом уровне позволяет считать, что половые различия в его ЭЭГ-коррелятах связаны не с успешностью ассоциативного обучения, а с реализацией разных стратегий в ходе его формирования.

Заключение

Таким образом, нами установлено, что для выявления половых различий в частотно-пространственной организации электрической активности коры мозга при селекции информации в моделях селективного внимания и ЛТ, как и при

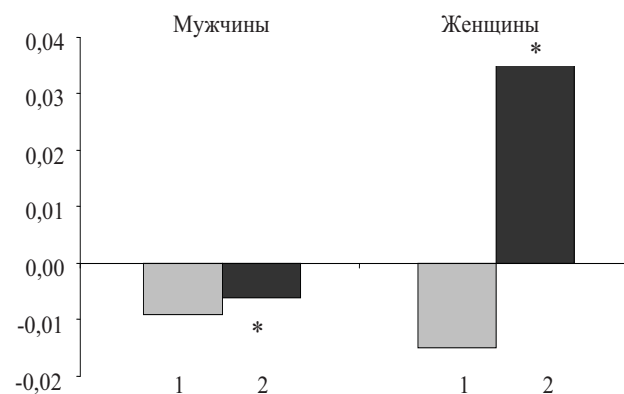


Рис. 5. Асимметрия когерентности на частоте бета1-ритма у мужчин и женщин контрольной (1) и экспериментальной (2) групп. * – достоверные различия между соответствующими значениями

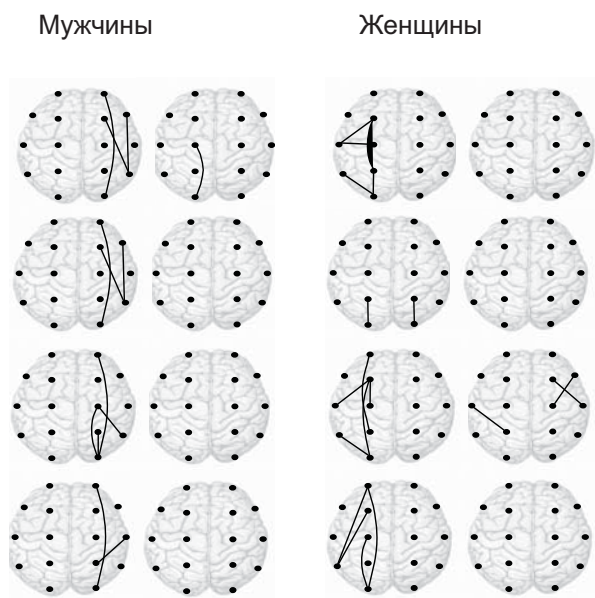


Рис. 6. Изменения внутриполушарных когерентных связей в эксперименте по сравнению с фоном в диапазоне бета1-ритма у мужчин и женщин экспериментальной (1) и контрольной (2) групп

селекции решений в моделях креативного мышления, основное значение имеют частотные диапазоны тета1-, альфа2- и бета-ритмов. Полученные данные свидетельствуют о качественных половых различиях в организации как фронтально-париетальной, так и латеральной систем внимания при реализации селективных процессов. Важно отметить, что во всех исследованных моделях половые различия наблюдались в ЭЭГ-коррелятах деятельности при отсутствии различий в ее эффективности.

При использовании модели Струпа установлено, что качество селекции информации зависит у мужчин от выраженности фоновых низкочастотных тета- и альфа-ритмов и в большей мере связано с функциями «передней» системы внимания, а у женщин — от высокочастотного бета2-ритма и «задней» системы внимания.

ЭЭГ-данные, полученные в модели ЛТ, свидетельствуют о половых различиях в функциональной активности фронтальных отделов мозга, а также правого и левого полушарий. При этом в осуществлении тормозной функции внимания у мужчин приоритетное значение имеет правое, а у женщин — левое полушарие, особенно его фронтальная система, что может быть отражением разной вовлеченности фронтальной корковой системы внимания и полушарий мозга в тормозные селективные процессы у мужчин и женщин. Отсутствие половых различий в формировании ЛТ на поведенческом уровне позволяет считать, что половые различия в его ЭЭГ-коррелятах связаны не с успеш-

ностью ассоциативного обучения, а с реализацией разных стратегий в ходе его формирования.

Связанное с творческими достижениями ослабление селективных процессов, более выраженное для правого полушария, было нами отмечено только для образной креативности, и этот эффект в большей степени характерен для мужчин.

Следовательно, в основе половых различий в мозговой организации творческих процессов, по-видимому, могут лежать различия в полушарной организации «передней» и «задней» систем внимания у мужчин и женщин.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ № 08-06-00615а «Роль селективных процессов в формировании стратегий творческого мышления».

Список литературы

1. Kinsbourne M. Neuropsychology of attention. Handbook of perception and cognition. San Diego: Acad. Press, 1994. 105–223.
2. Corbetta M., Shulman G.L. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain // Nat. Rev. Neurosci. 2002. 3. (3). 201–215.
3. Coull J.T. Neural correlates of attention and arousal: insight from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology // Prog. Neurobiol. 1998. 55. 343–361.
4. Posner M.I., Petersen S.E. The attention system of the human brain // Annu. Rev. Neurosci. 1990. 13. 25–42.
5. Hager F., Volz H.P., Gaser C. et al. Challenging the anterior attentional system with a continuous performance task: a functional magnetic resonance imaging approach // Eur. Arch. Psychiatry. Clin. Neurosci. 1998. 248. (4). 161–170.
6. Bradshaw J.L., Sheppard D.M. The neurodevelopmental frontostriatal disorders: evolutionary adaptiveness and anomalous lateralization // Brain Lang. 2000. 73. (2). 297–320.
7. Folley B.S., Doop M.L., Park S. Psychoses and creativity: is the missing link a biological mechanism related to phospholipids turnover? // Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids. 2003. 69. (6). 467–476.
8. Reuter M., Roth S., Holve K., Hennig J. Identification of first candidate genes for creativity: a pilot study // Brain Res. 2006. 1069. (1). 190–197.
9. Halpern D.F. Sex differences in cognitive abilities. 3rd ed. Mahwah; N. Y.; London: Lawrence Erlbaum Ass. Publ., 2000. 420 p.
10. Вольф Н.В. Половые различия функциональной организации процессов полушарной обработки речевой информации. Ростов на/Д, 2000. 240 с.

Volf N.V. Sex differences in functional hemispheric organization of verbal information processing. Rostov on/D, 2000. 240 p.

11. Kirkpatrick B., Bryant N.L. Sexual dimorphism in the brain: it's worse than you thought // *Biol. Psychiatry*. 1995. 38. (6). 347–348.
12. Thomsen T., Hugdahl K., Ersland L. et al. Functional magnetic resonance imaging (fMRI) study of sex differences in a mental rotation task // *Med. Sci. Monit*. 2000. 6. (6). 1186–1196.
13. Kimura D. Sex differences in cerebral organization for speech and praxis functions // *Can. J. Psychol.* 1983. 37. 19–35.
14. Lewis R.S., Christiansen L. Intrahemispheric sex differences in the functional representation of language and praxic functions in normal individuals // *Brain Cogn.* 1989. 9. 238–243.
15. Ojemann G.A., Ojemann O.J., Lettich E., Berger M. Cortical language lateralization in left, dominant hemisphere. An electrical stimulation mapping investigation in 117 patients // *J. Neurosurg.* 1989. 71. 316–384.
16. Volf N.V., Razumnikova O.M. Sex differences in EEG coherence during verbal memory task // *Int. J. Psychophysiology*. 1999. 34. (2). 113–122.
17. Тарасова И.В., Вольф Н.В., Разумникова О.М. Изменения мощности ЭЭГ при образном креативном мышлении у мужчин и женщин // *Журн. высш. нервн. деят.* 2005. 55. (6). 780–783.
18. Тарасова И.В., Вольф Н.В., Разумникова О.М. Changing of power EEG during imaging creative thinking in men and women // *Zhurn. vyssh. nervn. deyat.* 2005. 55. (6). 780–783.
19. Онищенко М.А., Вольф Н.В., Разумникова О.М. Латеральная организация ориентировочной реакции: связь с уровнем образной креативности // *Асимметрия*. 2009. 3. (3). 4–12.
20. Онищенко М.А., Вольф Н.В., Разумникова О.М. Lateral organization of orientation reaction: connection with level of image creativity // *J. Asymmetry*. 2009. 3. (3). 4–12.
21. Вольф Н.В., Машукова А.В. Нивелирование различий в латентном торможении у мужчин и женщин при использовании для тестирования процедуры классического кондиционирования // *Бюл. СО РАМН*. 2005. (2). 143–146.
22. Вольф Н.В., Машукова А.В. Alignment of changing in the latent inhibition by men and women during using of test procedure of the classic treated // *Byul. SO RAMN*. 2005. (2). 143–146.
23. Брызгалов А.О., Вольф Н.В. Половые различия ЭЭГ-когерентности при решении задачи Струпа // *Журн. высш. нервн. деят.* 2006. 56. (4). 464–471.
24. Брызгалов А.О., Вольф Н.В. Sex differences of EEG-coherency during Stroop task performance // *Zhurn. vyssh. nervn. deyat.* 2006. 56. (4). 464–471.
25. Бехтерева Н.П., Старченко М.Г., Ключарев В.А. и др. Исследование мозговой организации творчества. Сообщение II. Данные позитронно-эмиссионной томографии // *Физиол. человека*. 2000. 26. (5). 12–18.
26. Бехтерева Н.П., Старченко М.Г., Ключарев В.А. et al. Research of brain organization of creativity. Report II. Positron-emission tomography data // *Fiziol. cheloveka*. 2000. 26. (5). 12–18.
27. Симонов П.В. Нейробиологические основы творчества // *Физиол. журн.* 1995. 81. (11). 5–9.
28. Simonov P.V. Neurobiological base of creation // *Fiziol. zhurn*. 1995. 81. (11). 5–9.
29. Weinstein S., Graves R.E. Are creativity and schizotypy products of a right hemisphere bias? // *Brain Cogn.* 2002. 49. (1). 138–151.
30. Carson S.H., Peterson J.B., Higgins D.M. Decreased latent inhibition is associated with increased creative achievement in High-functioning individuals // *J. Personality Soc. Psychol.* 2003. 85. (3). 499–506.
31. Martindale C., Dailey A. Creativity, primary process cognition and personality // *Person. Individ. Differences*. 1996. 20. (4). 409–414.
32. Вольф Н.В., Разумникова О.М. Половой диморфизм функциональной организации мозга при обработке речевой информации // *Функциональная межполушарная асимметрия (хрестоматия)*. М., 2004. 386–410.
33. Вольф Н.В., Разумникова О.М. Sexual dimorphism and functional organization of the brain in the processing of speech information // *Functional interhemispheric asymmetry (reader)*. М., 2004. 386–410.
34. Azari N.P., Pettigrew K.D., Pietrini P. et al. Sex differences in patterns of hemispheric cerebral metabolism: a multiple regression/discriminant analysis of positron emission tomographic data // *Int. J. Neurosci.* 1995. 81. (1–2). 1–20.
35. Вольф Н.В., Машукова А.В. ЭЭГ-корреляты латентного торможения // *Бюл. СО РАМН*. 2003. (3). 127–133.
36. Вольф Н.В., Машукова А.В. EEG-correlates of latent inhibition // *Byul. SO RAMN*. 2003. (3). 127–133.
37. Вольф Н.В., Разумникова О.М., Васильев О.В. Различия латентного торможения у мужчин и женщин при использовании образно-пространственной маскирующей задачи // *Журн. высш. нервн. деят.* 2001. 51. (5). 58–62.
38. Вольф Н.В., Разумникова О.М., Васильев О.В. Differences of latent inhibition in men and women using figuratively-spatial masking problem // *Zhurn. vyssh. nervn. deyat.* 2001. 51. (5). 58–62.
39. Голошейкин С.А., Вольф Н.В., Разумникова О.М. Значение латеральности и пола в процессах селективного внимания // *Журн. высш. нервн. деят.* 1997. 47. (4). 740–742.
40. Golosheikin S.A., Volf N.V., Razumnikova O.M. The effects of laterality and sex in the processes of selective attention // *Zhurn. vyssh. nervn. deyat.* 1997. 47. (4). 740–742.

NEUROPHYSIOLOGIC ANALYSIS OF SEXUAL DIMORPHISM MECHANISM OF COGNITIVE STRATEGIES: EFFECTS OF SELECTIVE PROCESSES

Nina Valer'evna VOLF, Olga Mikhailovna RAZUMNIKOVA, Arkadii Olegovich BRYZGALOV, Mikhail Anatol'evich ONICHENKO, Elena Yur'evna LAPINA

*Institute of Physiology SB RAMS
630117, Novosibirsk, Timakov st., 4*

Using of various models of attention, complex research of the hemispheric organizations of selective processes and their interrelation with productivity of creative activity and EEG correlates in men and women are performed. It is obtained that the frequency ranges of the theta1, alpha2, and beta rhythms have basic significance for revealing of sex differences in the frequency-spatial organization of cortical activity during information selection in models of selective attention and latent inhibition as well as during creative thinking. Creative achievements related attenuation of selective processes has been found only for figural creativity, and this effect is in a greater degree characteristic of men. The obtained data indicate qualitative sex differences in the organization as frontal-parietal, and lateral attention systems during realization of selective processes which can be a basis of different cognitive strategy during creative activity in men and women.

Key words: sex differences, selective attention, latent inhibition, EEG.

*Volf N.V. – doctor of biological sciences, professor, e-mail: volf@physiol.ru
Razumnikova O.M. – doctor of biological sciences, e-mail: razum@physiol.ru
Bryzgalov A.O. – candidate of biological sciences, e-mail: arkadiy@physiol.ru
Onichenko M.A. – post-graduate student
Lapina E.U. – post-graduate student*