

УДК 612:[616-073.7:616.89-008.42/45]

ЭЭГ-ОСОБЕННОСТИ ДИВЕРГЕНТНОГО МЫШЛЕНИЯ ЛЮДЕЙ С ПОЛЕЗАВИСИМЫМ/ПОЛЕНЕЗАВИСИМЫМ КОГНИТИВНЫМ СТИЛЕМ

Козачук Н.А.,
кандидат биологических наук,
доцент кафедры физиологии человека
и животных Восточноевропейского
национального университета
им. Леси Украинки, г. Луцк, Украина

Аннотация

Анализовались показатели мощности и когерентности ЭЭГ в состоянии покоя с закрытыми и открытыми глазами и во время решения заданий конвергентного и дивергентного типа у мужчин с полезависимым/полenezависимым когнитивным стилем. Установлено, что для показателей мощности и когерентности ЭЭГ фактор «когнитивный стиль» значимый во всех частотных диапазонах (кроме гамма): показатели выше у полезависимых испытуемых. Для полenezависимых испытуемых сравнительно с полезависимыми характерна менее выраженная динамика мощности альфа-3- и дельта-ритма и когерентности гамма- и тета-ритма.

Abstract

EEG-features of divergent thinking of subjects with field-dependent and field-independent cognitive style.

The indexes of EEG power and coherence under conditions of rest state with eyes closed and eyes open and convergent and divergent task solving in groups of males with field-dependent and field-independent cognitive style were analyzed. It was shown, that factor "cognitive style" is significant in all frequency bands, except gamma, for EEG power and coherence parameters: the parameters were higher in field-dependent subjects. Field-independent subjects, in comparison to field-dependent, have less expressed dynamics of alpha-3 and delta power, and less expressed dynamics of gamma and theta coherence.

Ключевые слова: полезависимый/полenezависимый когнитивный стиль, дивергентное мышление, электроэнцефалография.

Keywords: field-dependent/field-independent cognitive style, divergent thinking, electroencephalography.

1. Введение.

Полезависимость-полenezависимость входит в группу когнитивных стилей, составляющих основу феноменологии стилевого подхода. В узком понимании слова – это способность выделять простую деталь из сложной фигуры. В широком же значении – это показатель уровня психологической дифференциации, а значит, и характера познавательной направленности субъекта (Холодная М.А., 2004). Такие особенности когнитивной сферы, по

нашему мнению, могут влиять на формирование нейрофизиологического механизма реализации определенного типа умственной деятельности. Именно поэтому целью данного исследования стало выявление отличий показателей мощности и когерентности основных ритмов ЭЭГ у полезависимых и полenezависимых испытуемых в состоянии покоя и во время умственной деятельности конвергентного и дивергентного типа.

2. Материалы и методы.

На первом этапе исследования определялся полезависимый-полenezависимый когнитивный стиль по методике «Включенные фигуры». Всего на первом этапе в исследовании принимали участие 235 студентов-добровольцев Восточноевропейского национального университета имени Леси Украинки. В связи с тем, что было выявлено только четыре женщины с полenezависимым когнитивным стилем, второй этап исследования проходил только с участием мужчин. Причем в нашем исследовании представлены ЭЭГ-данные испытуемых только с ярко выраженными характеристиками полезависимости (36 чел.) и полenezависимости (20 чел.). Все исследованные – правши.

Регистрацию электрической активности коры головного мозга осуществляли на аппаратно-программном комплексе «НейроКом», разработанном научно-техническим центром радиоэлектронных медицинских приборов и технологий «ХАИ-Медика» Национального аэрокосмического университета «ХАИ». ЭЭГ регистрировали монополярно от 19 отведений с использованием референтного объединенного ушного электрода.

Процедура исследования была такой: состояние покоя с закрытыми глазами (60 с.), состояние покоя с открытыми глазами (60 с.), выполнение задания конвергентного типа (120 с.), пауза (15 с.), выполнение задания дивергентного типа (120 с.).

Задание конвергентного типа было разработано на основе теста интеллектуальной лабильности Козловой В.Г. (1973). Задание дивергентного типа было выбрано из книги Альтшуллера Г.С. (1986): «В Бангладеш растет 13 млн. финиковых пальм. За сезон каждая пальма может дать 240 л сока, из которого потом изготавливают пальмовый сахар. Но для сбора этого сока необходимо сделать надрез на стволе под самой кроной на высоте 20 м. Предложите как можно больше способов сделать такой надрез».

Результативность умственной деятельности при анализе ЭЭГ-данных не учитывалась.

Для каждого отведения методом быстрого преобразования Фурье были получены значения мощности (мкВ^2) и когерентности в частотных диапазонах от дельта (0,5-4,0 Гц) до гамма (35-40 Гц). Определение частотных границ тета, альфа-1, альфа-2, альфа-3 и бета-ритма осуществлялось на основе индивидуальной частоты альфа-ритма каждого испытуемого (W. Klimesch, 1999).

Для показателей мощности и когерентности был проведен многофакторный дисперсионный анализ в каждом частотном диапазоне с учетом таких факторов: пол, отведение (19 отведений), экспериментальная ситуация (состояние покоя с закрытыми глазами, состояние покоя с открытыми глазами, выполнение задания конвергентного типа, выполнение задания дивергентного типа), полушарие (левое, правое), тип когерентных связей (левополушарные, правополушарные, межполушарные), когнитивный стиль (полезависимый, полenezависимый).

Достоверность внутригрупповых отличий определяли с помощью t-критерия Стьюдента и критерия Вилкоксона; межгрупповых отличий – с помощью парного критерия t-Стьюдента и критерия Манна-Уитни.

3. Результаты и обсуждение.

Результаты многофакторного дисперсионного анализа показали, что фактор «когнитивный стиль» был значимым во всех частотных диапазонах, кроме гамма: большими были показатели полезависимых испытуемых. Кроме того, значимым было взаимодействие факторов «когнитивный стиль» и «экспериментальная ситуация»: для показателей мощности в диапазоне альфа-3-ритма и дельта-ритма; для показателей когерентности – в диапазоне гамма и тета-ритма.

В состоянии покоя с закрытыми глазами показатели мощности альфа-3-ритма были большими у полезависимых испытуемых, что, согласно современным представлениям, может расцениваться как меньшая способность к удержанию внимания (W. Klimesch, 1999). Но у них была более выраженной депрессия этого ритма, вызванная переходом в состояние покоя с открытыми глазами. Это проявлялось как в большей глубине депрессии (Рис. 1), так и в ее генерализованном характере (Рис. 2). Такой же эффект наблюдался при решении заданий конвергентного типа.

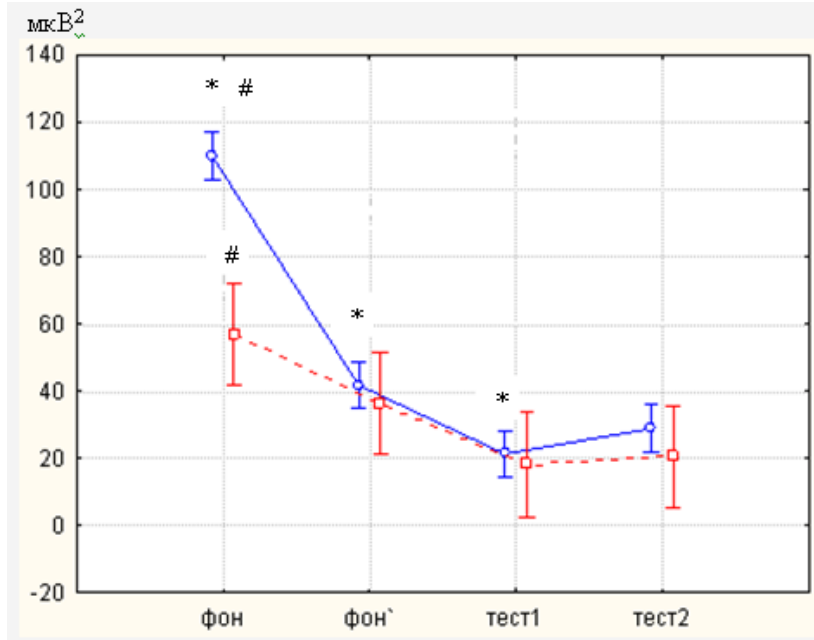


Рис. 1. Динамика мощности альфа-3-ритма на протяжении исследования у испытуемых с полезависимым (сплошная линия) и полнезависимым (пунктирная линия) когнитивным стилем. Фон – состояние покоя с закрытыми глазами, фон' – состояние покоя с открытыми глазами, тест 1 – выполнение конвергентного задания, тест 2 – выполнение дивергентного задания. Одинаковыми обозначениями * # отмечены статистически достоверные ($p \leq 0,05$) отличия показателей.

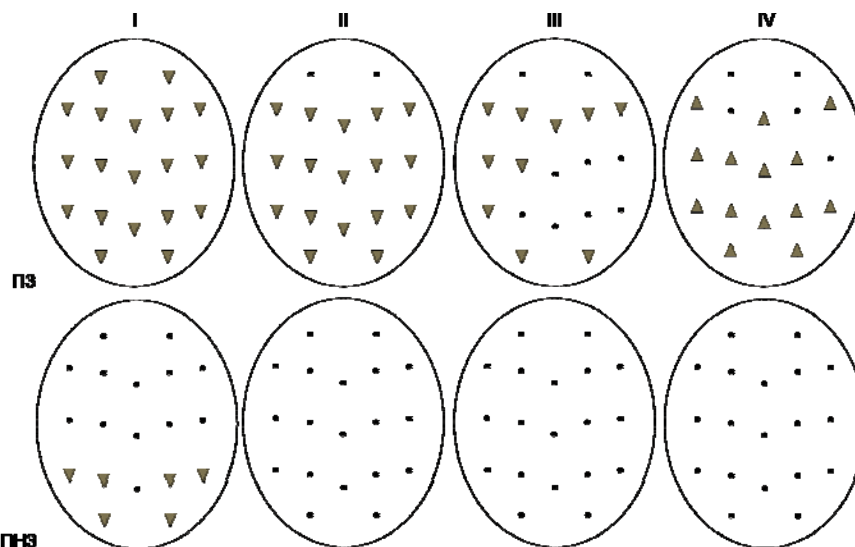


Рис. 2. Изменения ($p \leq 0,05$) мощности в альфа-3-поддиапазоне у испытуемых с полезависимым (ПЗ) и полнезависимым (ПНЗ) когнитивным стилем. I – состояние покоя с открытыми глазами сравнительно с состоянием покоя с закрытыми глазами; II – выполнение задания конвергентного типа сравнительно с состоянием покоя с открытыми глазами;

III – выполнение задания дивергентного типа сравнительно с состоянием покоя с открытыми глазами;
 IV – выполнение задания дивергентного типа сравнительно с выполнением задания конвергентного типа. Треугольник с вершиной вверх на месте соответствующего отведения означает увеличение мощности, с вершиной вниз – уменьшение.

У испытуемых с полнезависимым когнитивным стилем статистически достоверные изменения мощности проявлялись только на этапе перехода от состояния покоя с закрытыми глазами к состоянию покоя с открытыми глазами локально – в задневисочных, теменных и затылочных областях обеих полушарий (см. *Рис. 2*).

У полнезависимых испытуемых на этапе перехода от состояния покоя с закрытыми глазами к состоянию покоя с открытыми глазами наблюдалось снижение мощности дельта-ритма (*Рис. 3*).

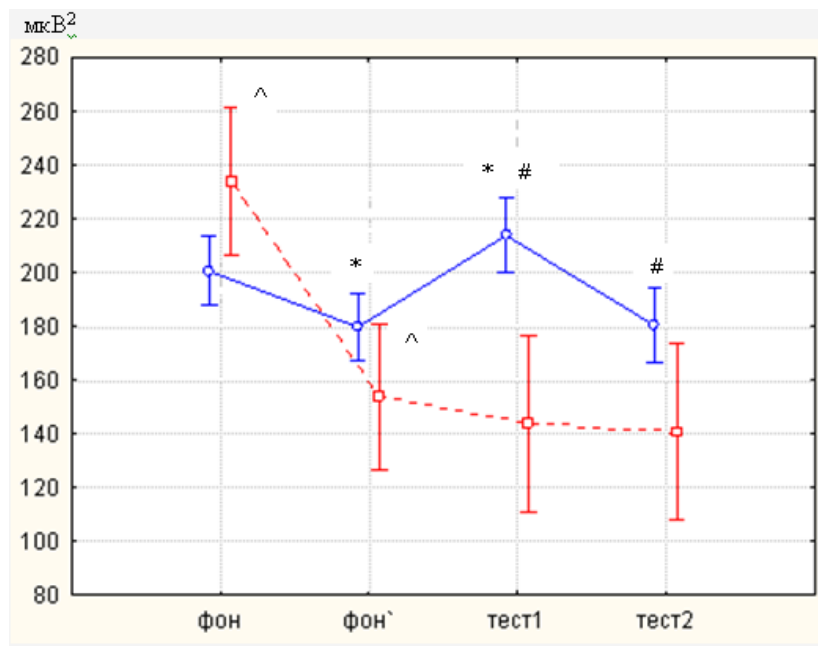


Рис. 3. Динамика мощности дельта-ритма на протяжении исследования у испытуемых с полнезависимым (сплошная линия) и полнезависимым (пунктирная линия) когнитивным стилем. Фон – состояние покоя с закрытыми глазами, фон' – состояние покоя с открытыми глазами, тест 1 – выполнение конвергентного задания, тест 2 – выполнение дивергентного задания. Одинаковыми обозначениями * # ^ отмечены статистически достоверные ($p \leq 0,05$) отличия показателей.

Более детальный анализ показал, что в группе испытуемых с полнезависимым когнитивным стилем уменьшение мощности дельта-ритма не достигало уровня статистически достоверной значимости ни в одном из отведений, то есть речь шла об уменьшении среднего (по всем отведениям) значения мощности дельта-ритма.

У полнезависимых испытуемых во время выполнения задания конвергентного типа наблюдалось увеличение мощности дельта-ритма в сравнении с состоянием покоя с открытыми глазами, а во время выполнения задания дивергентного типа мощность уменьшалась практически до уровня покоя с открытыми глазами (*Рис. 4*).

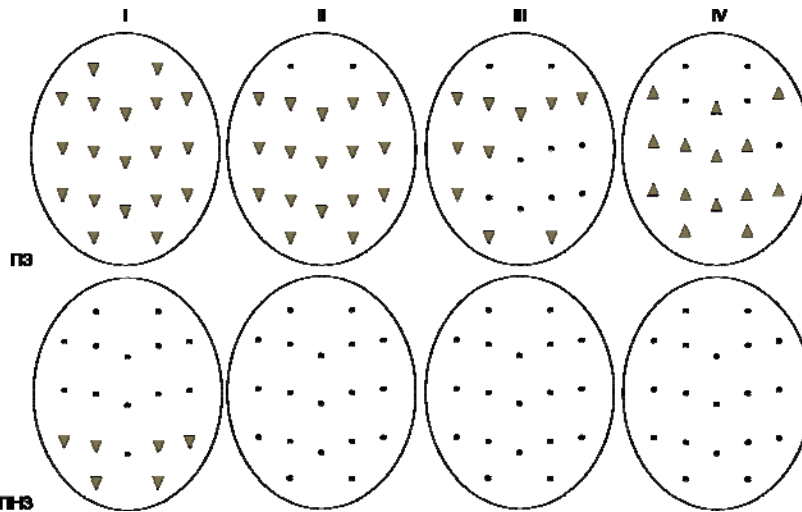


Рис. 4. Изменения ($p \leq 0,05$) мощности в дельта-диапазоне у испытуемых с полезависимым (ПЗ) и полнезависимым (ПНЗ) когнитивным стилем. I – состояние покоя с открытыми глазами сравнительно с состоянием покоя с закрытыми глазами; II – выполнение задания конвергентного типа сравнительно с состоянием покоя с открытыми глазами; III – выполнение задания дивергентного типа сравнительно с состоянием покоя с открытыми глазами; IV – выполнение задания дивергентного типа сравнительно с выполнением задания конвергентного типа. Треугольник с вершиной вверх на месте соответствующего отведения означает увеличение мощности, с вершиной вниз – уменьшение.

В диапазоне гамма-ритма взаимодействие факторов «когнитивный стиль» и «экспериментальная ситуация» было значимым для показателей когерентности. За период от открывания глаз до решения дивергентного задания наблюдалось снижение уровня когерентности как у полезависимых, так и полнезависимых испытуемых. На этапе перехода от состояния покоя с закрытыми глазами к состоянию покоя с открытыми глазами у испытуемых с разными когнитивными стилями изменения уровня взаимодействия областей коры имели разную направленность и степень проявления (Рис. 5).

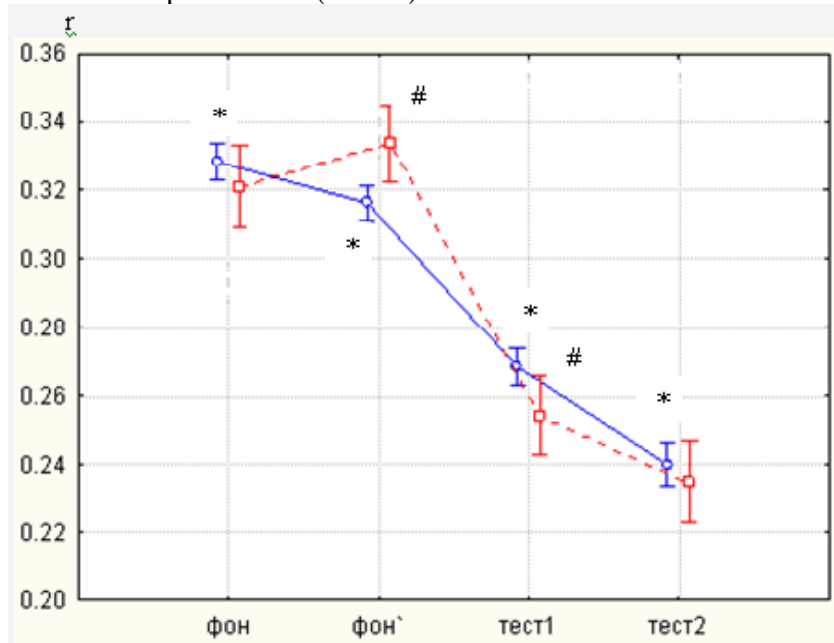


Рис. 5. Динамика когерентности гамма-ритма на протяжении исследования у испытуемых с полезависимым (сплошная линия) и полнезависимым (пунктирная линия) когнитивным стилем. Фон – состояние покоя с закрытыми глазами, фон' – состояние покоя с открытыми глазами, тест 1 – выполнение конвергентного задания, тест 2 – выполнение дивергентного задания. Одинаковыми обозначениями * # отмечены статистически достоверные ($p \leq 0,05$) отличия показателей.

Касательно топографических особенностей изменений показателей когерентности в этом частотном диапазоне стоит отметить, что в группе полезависимых испытуемых уменьшение уровня пространственной синхронизации, имело, можно сказать, генерализированный характер (Рис. 6). В то же время в этой группе испытуемых на фоне общего снижения уровня внутрикоркового взаимодействия во время выполнения конвергентного задания сравнительно с состоянием покоя с открытыми глазами наблюдалось увеличение когерентности между затылочными, теменными и центральными областями. Именно это, очевидно, обеспечивало в этой группе более высокий процент испытуемых с высокими показателями продуктивности конвергентного мышления.

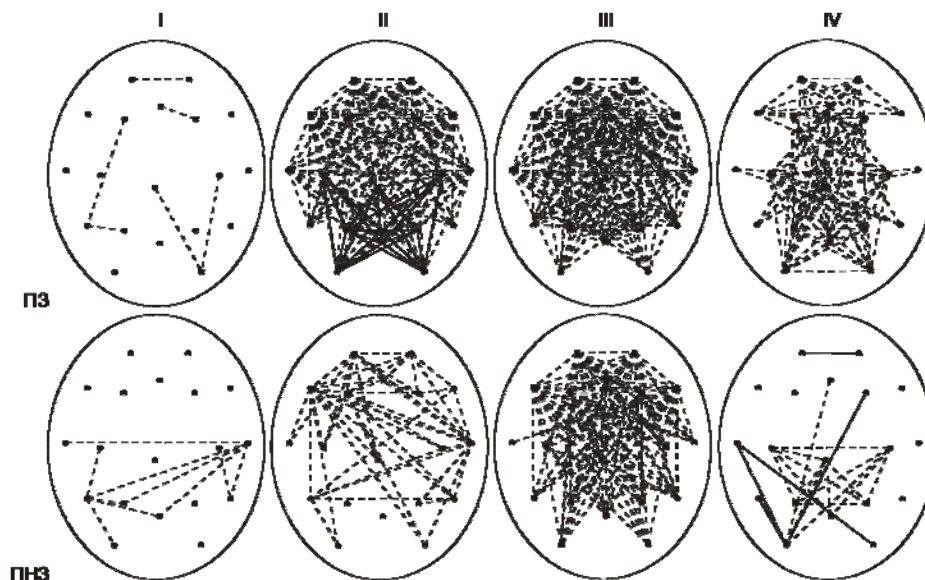


Рис. 6. Изменение ($p \leq 0,05$) пространственной синхронизации в гамма-диапазоне.

ПЗ – испытуемые с полезависимым когнитивным стилем, ПНЗ – испытуемые с полнезависимым когнитивным стилем. I – состояние покоя с открытыми глазами сравнительно с состоянием покоя закрытыми глазами; II – выполнение задания конвергентного типа сравнительно с состоянием покоя с открытыми глазами; III – выполнение задания дивергентного типа сравнительно с состоянием покоя с открытыми глазами; IV – выполнение задания дивергентного типа сравнительно с выполнением задания конвергентного типа. Сплошные линии указывают на большие значения когерентности в первом из сравниваемых состояний, пунктирные – на меньшие.

В тета-диапазоне у полезависимых испытуемых на протяжении эксперимента наблюдалось постепенное уменьшение показателей когерентности. У полнезависимых испытуемых динамика показателей когерентности на протяжении эксперимента была слабо выражена и достигала уровня статистически достоверной значимости только на этапе перехода от состояния покоя с открытыми глазами к выполнению задания конвергентного типа. Кроме того установлено, что у полезависимых испытуемых показатели когерентности на протяжении всего эксперимента были выше, чем у полнезависимых испытуемых (Рис. 7). Анализ топографии связей не обнаружил специфических особенностей, связанных с когнитивным стилем испытуемых.

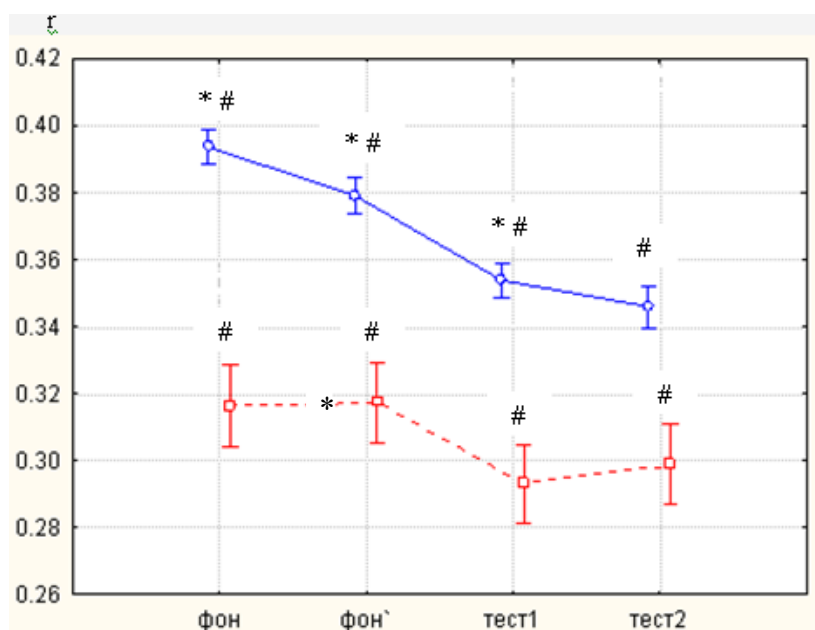


Рис. 7. Динамика когерентности тета-ритма на протяжении исследования у испытуемых с полезависимым (сплошная линия) и полнезависимым (пунктирная линия) когнитивным стилем. Фон – состояние покоя с закрытыми глазами, фон' – состояние покоя с открытыми глазами, тест 1 – выполнение конвергентного задания, тест 2 – выполнение дивергентного задания. Одинаковыми обозначениями * # отмечены статистически достоверные ($p \leq 0,05$) отличия показателей.

Согласно современным представлениям, альфа-3-ритм связывают с функцией поддерживающего внимания (W. Klimesch, 1999); тета-системы головного мозга – с процессами концентрации внимания, рабочей памятью и эмоциональными процессами (M. Grossman, E. E. Smith et al., 2002); гамма-ритм проявляется в случаях усиления сознательного контроля мыслительных операций (A. Posada, E. Hugues, N. Franck et al., 2003). Учитывая то, что общепринятых представлений о функциональном значении динамики дельта-активности нет, мы можем только предположить, что в нашем исследовании уменьшение мощности дельта-ритма при дивергентном мышлении может быть проявлением активации заинтересованных зон коры путем снятия с них торможения или усиления мотивационного компонента (Князев Г.Г.). В общем, можно сказать, что успешное выполнение дивергентного задания у полезависимых мужчин базируется в большей степени на тщательном анализе самого задания и поиске в памяти алгоритмов, которые могут быть применены к данной задаче. А у полнезависимых, судя по EEG-данным, скорее всего, процесс решения осуществлялся по типу «полет идей».

5. Выводы.

1. Для показателей мощности и когерентности ЭЭГ фактор «когнитивный стиль» значимый во всех частотных диапазонах (кроме гамма): показатели выше у полезависимых испытуемых.

2. Для полнезависимых испытуемых сравнительно с полезависимыми характерна менее выраженная динамика мощности альфа-3- и дельта-ритма и когерентности гамма- и тета-ритма.

Список литературы

- Альтшуллер Г.С. Найти идею. – Новосибирск: Наука, 1986. – 200 с.
 Козлова В.Т. Разработка методик выявления лабильных нервных процессов в мыслительно-речевой деятельности: автореф. канд. дисс. — М., 1973. – 26 с.
 Холодная М.А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2004. – 384 с.

Grossman M. The neural basis for categorization in semantic memory // Neuroimage. – 2002. – V. 17. – 3. P. 1549–1561.

Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis // Brain Res. Rev. – 1999. – V. 29 (2-3). – P. 169-195.

Posada A. Augmentation of induced visual gamma activity by increased task complexity // Eur. J. Neurosci. – 2003. – V. 18. – №8. – P. 2351.

Князев Г. Г. Осцилляции мозга и поведение человека: эволюционный подход // Интернет: http://psy.tsu.ru/data/pdf/3_13.pdf.