

БУДАНЦЕВ ДЕНИС ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЭГ
У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН ПРИ ВОСПРИЯТИИ СЛОЖНЫХ ТЕКСТОВ**

03.00.13 — физиология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Самара - 2004

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Самарский государственный
медицинский университет»

Научный руководитель: доктор медицинских наук, профессор
Пятин Василий Федорович

Официальные оппоненты: доктор медицинских наук, профессор
Якунин Валерий Ефимович
кандидат биологических наук, доцент
Попов Юрий Михайлович

Ведущая организация: ГОУ ВПО «Оренбургский
государственный университет»

Защита состоится «27» декабрь 2004 года в 14³⁰ часов на заседании
диссертационного совета К 212.218.02 при Самарском государственном
университете по адресу 443011. г. Самара, ул. Ак. Павлова, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Самарского
государственного университета.

Автореферат разослан «26» ноябрь 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

О. А. Ведясова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Исследование мозговой деятельности человека при восприятии сложной информации является одной из наиболее актуальных научных проблем (Батуев А.С., 1981, Иваницкий А.М., 1992; Klimesch W., 1999). В настоящее время в нейрофизиологии довольно хорошо известны основные мозговые механизмы кодирования информации (Анохин А.П., 1987; Kameda K. Et al. 1990; Лаврова О.В., 1996; Marin A. Et al., 1996; Petsche H. Et al., 1997; Basar E. Et al., 1997; Klimesch W., 1999; Jauovec N., Jauovec K. 2000; Wrobel A., 2000; Cooper N., et al., 2003). Вместе с тем, до сих пор практически не решена проблема мозгового обеспечения процессов переработки семантической информации (Kraus N. et al., 1998). Сравнительно недавно в исследовании мозговых механизмов кодирования информации ученые обратились к процессам восприятия целостных семантических структур, а именно текстов, которые представляют собой наиболее адекватную для человеческого мозга информацию (Kimura D., Harshman R., 1984; Шустова Л.А., 1989; Kotchoubey V. et al., 1996; Kameda K. et al., 1990; Petsche H., 1990; Лаврова О.В., 1996, 2001).

Между действительными и потенциальными связями семантических систем с функционированием мозга существуют реальные отношения (Gevins A.S. et al., 1979; Harmony T. et al., 1990; Anokhin A., Vogel F., 1996; Lazarev V., 1998; Klimesch W., 1999; Wackermann J., 1999).

Большинством исследователей отмечается наличие четких различий в динамике мозговой деятельности у женщин и мужчин (Kimura D., Harshman R., 1984; Бианки В.Л., 1973). Однако, кроме особенностей межполушарных взаимодействий, об этих различиях известно сравнительно мало. Согласно имеющимся в литературе фактам, мозг женщин имеет сглаженную форму латерализации функций между полушариями (Бианки В.Л., 1973, Kimura D., 1984). Речевые способности у женщин в целом выше, чем у мужчин. Классической гипотезой, объясняющей данный феномен (Tucker D., 1973, Davidson R., 1973), является представление о скорости созревания мозговых систем в онтогенезе: женский мозг относится к раносозревающим, а мужской — к поздноразвивающимся структурам. Тем не менее, межполовые различия в мозговой деятельности при восприятии сложной информации сравнительно мало изучены, хотя известно, что они должны влиять на закономерности течения квантовых процессов.

Цель настоящего исследования состояла в установлении значимых связей между информационными характеристиками текстов и индивидуальными особенностями динамики мозговой деятельности человека, зависящими от особенностей фоновой ЭЭГ и пола испытуемых.

Предметом исследования являлись процессы квантования вербальной информации мозгом при восприятии сложных текстов. В качестве

"внутренних" детерминант данного взаимодействия рассматривались типы квантовых процессов мозга и пол испытуемых, а в качестве "внешних" — целостные характеристики вербальных семантических пространств, к которым относятся содержательные особенности их организации (рациональность/иррациональность).

Гипотезой настоящего исследования было предположение, что особенности фоновой ЭЭГ, в частности тип спектра ЭЭГ, влияет на квантование вербальной информации. В свою очередь, рационально или иррационально организованные тексты различным образом квантуются мозгом с альтернативным типом спектров ЭЭГ. Кроме того, фактор пола, имеющий влияние на особенности межполушарных взаимодействий, согласно нашей гипотезе, должен иметь также связь с особенностями квантования информации мозгом.

Задачи исследования:

1. Анализ общих и индивидуальных особенностей мозговой деятельности, обеспечивающей процессы отражения семантической организации текстов.
2. Выявление зависимости индивидуальных различий процессуальной динамики мозговой активности от исходного типа спектров ЭЭГ.
3. Сравнение изменений в динамике мозговой деятельности, вызванных содержанием (рациональность/иррациональность) информации, у субъектов с различным типом спектров фоновой ЭЭГ.
4. Оценка влияния факторов "тип ЭЭГ" и "тип текста" на индивидуальную динамику мозговой деятельности при восприятии субъективно предпочитаемой информации.
5. Сравнение процессуальной динамики мозговой деятельности в разнополюх группах.

Научная новизна работы заключается в расширении научных представлений о низкочастотных механизмах квантования мозгом сложной информации, имеющей различную структуру. В работе получены новые факты, подтверждающие существование мозгового квантующего механизма в области низких частот. Впервые показано, что этот механизм преимущественно связан с переработкой вербальной информации в лобных отделах коры. На основании полученных экспериментальных фактов впервые обосновывается положение, согласно которому восприятие рациональной/иррациональной информации связано не только с личностными различиями, но и с межполовыми различиями динамики мозговой деятельности.

Практическая значимость работы связана с применением данных в разработке новой типологии ЭЭГ и ее использование в психофизиологической диагностике. Кроме того, полученные в исследовании данные и сделанные на их основе научные выводы могут найти практическое применение в индивидуальном подходе к обучению.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Пространственно-временная организация биоэлектрической активности мозга у мужчин и женщин достоверно различается в постериорно-антериорном направлении взаимодействий мозговых ассоциативных систем.

2. Процесс кодирования вербальной информации мозгом обусловлен синхронизацией биоэлектрической активности коры головного мозга в области низко и высокочастотных диапазонов ЭЭГ и влияет на баланс низких и высоких частот ЭЭГ.

3. Ведущими факторами, детерминирующими внутреннюю динамику мозговых процессов при восприятии текстов, являются фактор пола и фактор баланса частот фоновой ЭЭГ.

Апробация работы. Результаты настоящего исследования были доложены на Международной конференции «Электродинамика и техника СВЧ и КВЧ» (Самара, 1997, 1999), на Международном симпозиуме «Проблемы interoцепции», посвященном 90-летию со дня рождения В.Н.Черниговского (С.-Петербург, 1997, XVII съезде физиологического общества им И.П. Павлова (Ростов-на-Дону, 1998), на заседании Самарского отделения физиологического общества им. И.П. Павлова (Самара, 1999), на конференции, посвященной 100-летию кафедры нормальной физиологии Санкт-Петербургского ГМУ (С.-Петербург, 1998), на Международной конференции (Самара, 1998), на VI, VII и IX Российской научно-методической конференции «Пути совершенствования учебного процесса» (Самара, 1997,1998, 2000, 2001), на 37 научно-практической конференции Самарского военно-медицинского института (Самара, 2004).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из 3 глав, введения и заключения общим объемом 163 страницы, иллюстрирована 16 рисунками и 9 таблицами. Теоретическая глава, посвященная обзору литературы, составляет 34 страницы. Методическая глава, в которой рассматривается модель эксперимента и дается обоснование применяемым методам, составляет 9 страниц. Результаты исследования и их обсуждения изложены на 84 страницах. В работе цитируется 201 источник, 128 из которых на иностранном языке.

2. ОБЪЕКТЫ НАБЛЮДЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено на 58 испытуемых (29 мужчин и 29 женщин). Психодиагностика проводилась при помощи 16-ти факторного личностного опросника Кеттелла (16 PF) и теста на определение профиля функциональной асимметрии (Брагина Н.А., Доброхотова Т.А., 1988). Значения стенов по шкале "В" были использованы в матрицах статистической обработки в качестве фактора "IQ". Типы функциональных асимметрий вводились в матрицы дисперсионного анализа в качестве фактора "тип ФА", который включал левополушарный, правополушарный и равносимметричный профили. Эксперимент представлял собой сочетанное во времени восприятие рационально и иррационально организованных типов текстов (Dinsmore J.,1987; Laughlin C., 1988; Radil M., 1988), записанных на магнитофонную ленту с одновременной регистрацией и анализом ЭЭГ.

Регистрационный блок "Нейрокартограф" включал в себя: электроэнцефалограф ЭЭГ-80, соединенный через АЦП с компьютером. Частота квантования составляла 128 измерений в секунду, пределы фильтрации 0,5-30 Гц, чувствительность 5 мкВ. Время ввода одной записи ЭЭГ составляло 1 минуту. ЭЭГ отводилась монополярно от симметричных лобных (F3, F4), височных (T5, T6), затылочных областей (O1, O2), зоны vertex (Cz) и центральной теменной зоны (Pz) по международной схеме 10-20%. Индифферентные электроды помещались на мочках ушей и были объединены единым входом. Во время записи испытуемые находились в темной камере с закрытыми глазами.

Вторичная обработка ЭЭГ производилась с помощью спектрального анализа. Частотный спектр был разделен на 6 диапазонов: дельта (0,5-3,9 Гц); тета-1 (4,0-5,9 Гц); тета-2 (6,0-7,9 Гц); альфа (8,0-12,9 Гц); бета-1 (13,0-19,9 Гц); бета-2 (20,0-40,0 Гц).

Анализ общих и индивидуальных особенностей мозговой деятельности, обеспечивающей процессы отражения семантической организации текстов, осуществлялся путем оценки изменений спектральных характеристик ЭЭГ и данных дисперсионного анализа. В первом случае сравнительный анализ проводился по двум частотным диапазонам ЭЭГ (дельта и альфа), а во втором - по всем шести диапазонам.

В исследовании был использован статпакет SPSS/WIN и многофакторный дисперсионный анализ (MANOVA). Оценка достоверности гипотезы в MANOVA проводится по F-отношению (критерию Фишера), которое является частным от деления дисперсии фактора по данной гипотезе между параметрами на дисперсию внутри каждого измерения (F больше 1 соответствует достоверному результату) и р значению достоверности для данного F, которое при высоких значениях достоверности всегда меньше 0,005.

В соответствии с моделью и задачами экспериментального исследования дисперсионному анализу подвергался значительный массив данных, условно сгруппированный в матрицы двух основных типов:

- матрицы "L-R", в которых группировка электродов проводилась по принципу латеральности (правые и левые отведения);
- матрицы "F-B", в которых группировка электродов проводилась по принципу соотнесения с передними и задними ассоциативными областями мозга.

В матрицах каждого типа проводился дисперсионный анализ для всех трех этапов эксперимента (фон, прослушивание рационального текста и прослушивание иррационального текста), а также отдельно в матрицах, включавших только фоновые, только "рациональные" или только "иррациональные" динамические показатели.

Каждая матрица обрабатывалась по нескольким факторам, включенным в дисперсионный анализ в качестве 8 независимых переменных: этап

эксперимента, интеллектуальные способности (IQ), пол испытуемых, отведения правого и левого полушарий "L-R", отведения передних и задних областей "F-B", тип спектра ЭЭГ, тип межполушарной асимметрии, профиль функциональной асимметрии, отведения ЭЭГ, электроды отведения.

Всего в общих матрицах (без деления на частотные диапазоны) было проведено 48 (238) дисперсионных анализов для восьми независимых переменных по 696 зависимым переменным. Зависимыми переменными являлись значения уровней независимых факторов и значения частотных и энергетических показателей спектров ЭЭГ в 6 диапазонах для 58 испытуемых. Кроме того, дисперсионный анализ проводился отдельно для частотных и энергетических показателей спектров по каждому из 6 частотных диапазонов, т.е. внутри каждой общей матрицы было проведено 12 дисперсионных анализов по восьми независимым переменным.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты психодиагностики испытуемых. По фактору "IQ" 23 испытуемых имели высокие значения стенов по шкале "В", 32 – средние и 3 – низкие. По фактору "тип ФА" – левополушарный тип ФА имели 27 человек, равносимметричный – 26 и правополушарный – 5 человек. Сравнительный анализ изменений спектров проводился по двум группам – левополушарным и амбидекстрам. Данные спектрального анализа ЭЭГ испытуемых с правополушарным профилем ФА учитывались только при статистической обработке. У испытуемых было выявлено следующее распределение типов МА (Лаврова О.В., 1966): I-й тип имели 30 испытуемых, II-й – 21 и III-й тип – 7 испытуемых.

В группе с "В" типом спектров ЭЭГ встречается преимущественно II-й и III-й типы МА. В группе "А" – I-й и II-й типы МА.

Особенности фоновой ЭЭГ в разнополюх группах. В группе женщин преобладал "А" тип спектров ЭЭГ, а в группе мужчин – "В" тип.

У женщин пространственная локализация максимумов мощности альфа-ритма имела левополушарное, а дельта-ритма с равной вероятностью как право-, так и левополушарное расположение. У мужчин преобладала правополушарная локализация максимумов мощности альфа- и дельта-ритмов, но значительно чаще встречался перекрестный тип МА. В группе амбидекстров, независимо от пола, максимум мощности альфа-ритма всегда располагался в центральной париетальной зоне. Описанные особенности согласуются с имеющимися в литературе данными (Бианки В.Л., 1973 Bradshaw J., Nettleton N., 1981; Davidson R., 1983; Kashihara F., 1988; Early J., 1989; Kameda K., et al., 1990; Kotchoubey B., 1996; Jauovec N., Jauovec K., 2000 и др).

В группах испытуемых, дифференцированных по полу, в фоновой ЭЭГ имела место антериорно-постериорная асимметрия: в группе женщин

мощность альфа-ритма преобладала в задне-ассоциативных отделах, а дельта-ритма была приблизительно равной как в задне-, так и в передне-ассоциативных областях; в группе мужчин преобладал незначительный перевес мощности альфа-ритма в задних, а мощности дельта-ритма – в передних отделах неокортекса..

По данным дисперсионного анализа межсубъектные различия по значениям спектров фоновой ЭЭГ проявляются по пяти ведущим факторам: 1.Фактор “тип ЭЭГ” (энергетические показатели альфа- (F=8,97; P=0,05), бета-1-(F=7,5; P=0,01) и бета-2-ритмов (F=11,35; P=0,002).

2. Фактор “IQ” (частотные показатели дельта-диапазона F=3,83; P=0,033). пространственное распределение активности). В матрице фоновых значений спектров выявлено три факторных взаимодействия с независимой переменной “IQ”: – “IQ-L-R” (F=3,7; P=0,026); – “IQ-отведение” (F=2,4; P=0,049); – “IQ-F-V-отведение” (F=2,47; P=0,022).

3. Фактор “пол” был выявлен как основной фактор межсубъектных различий в матрице фоновых значений спектров (энергетические показатели тета-2-диапазона, постериорно-антериорное распределение активности). Были получены два вида факторных взаимодействий: – “пол-отведение” (F=4,18; P=0,016); “пол-F-V-отведение” (F=2,6; P=0,05).

4. Фактор “тип ФА” (частотные показатели дельта-диапазона F=4,04; P=0,028), постериорно-антериорное распределение активности).

5. Фактор “тип МА” (частотные показатели бета-2-диапазона F=3,29; P=0,05, право-левое распределение активности). “Тип МА” достоверно различается по энергетическим показателям альфа-активности (как в “F-V”, так и в “L-R” измерениях).

Межполовые различия в группе испытуемых, участвующих в эксперименте, отражаются также в феномене постериорно-антерирной асимметрии (Лаврова О.В., 1996). Данный феномен проявляется в перераспределении энергетических показателей тета-1- и бета-1-диапазонов, достоверно различных в передних и задних областях мозга.

Кроме того, феномен постериорно-антерирной асимметрии обнаруживает влияние на развитие индивидуальных особенностей по таким факторам как “IQ”, тип спектров ЭЭГ и тип ФА. Важно подчеркнуть, что феномен постериорно-антерирной асимметрии проявляется во всех выявленных в нашем исследовании факторных взаимодействиях.

Полученные результаты в определенной степени подтверждают мнение о “ранозревающем” типе онтогенеза мозга у женщин (Спрингер С., Дейч Г., 1983). Это проявляется в более раннем становлении альфа-квантующего механизма в мозге женщин. В мозге женщин альфа-преднастройка происходит через активацию правого, а у мужчин – левого полушария. В процессе дельта-преднастройки сохраняется только у мужчин тип LH-активации. Кроме того, во фронтально-окципитальном направлении существуют различия пространственной локализации дельта-активности, связанной с полом.

Динамика биоэлектрической активности мозга при восприятии рационального текста. На рисунке 1 показаны основные тенденции в изменениях мощности альфа и дельта-ритмов ЭЭГ на данном этапе исследования у мужчин и женщин.

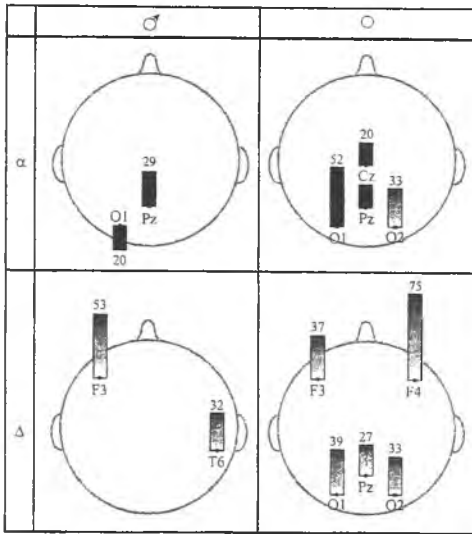


Рисунок 1. Изменение мощности альфа и дельта-ритмов ЭЭГ при прослушивании рационального текста.

Процесс восприятия рационального текста сопровождается общей тенденцией к увеличению альфа- и, особенно, дельта-ритмов. В группе мужчин в альфа-диапазоне происходит незначительное увеличение мощности альфа-активности в центральных зонах и снижение мощности альфа-ритма в левой окципитальной зоне. В группе женщин в альфа-диапазоне на данном этапе эксперимента происходит значительное увеличение мощности альфа-ритма в левой окципитальной области. Следовательно, рационально организованный текст квантуется мозгом мужчин и женщин процессом, происходящим в альфа-диапазоне ЭЭГ, разными полушариями. Альфа-синхронизация, которая контролируется таламокортикальными и ретикулярными ядрами, является процессом, который управляет ментальными процессами внимания (Klimesch W., 1999, 2000; Suffczynski P., 2001; Cooper N., et al., 2003).

Мощность дельта-ритма у мужчин при восприятии рационального текста увеличивается в левой фронтальной зоне, а также в зоне — симметричной зоне Вернике, но в меньшей степени. У женщин в дельта-диапазоне происходит увеличение мощности дельта-ритма во фронтальных областях и в правой

окципитальной зоне. Эффект также принципиально отличный от изменений мощности дельта-ритма в группе мужчин, особенно в передних ассоциативных областях. Увеличение мощности дельта-активности в группе женщин происходит в значительно большей степени, чем в группе мужчин. Поэтому можно говорить о преобладающей роли низкочастотного процесса квантования у женщин. Он затрагивает не только передние, но и задние области мозга. Синхронизация ритмов ЭЭГ в области низких частот свидетельствует о процессах извлечения информации из памяти при восприятии рационального текста (Klimesch W., 1999; Wrobel A., 2000 и др.).

В работе было проведено сравнение изменения мощности альфа- и дельта-ритмов по сравнению с фоновыми значениями, но уже в группах с различными типами спектров ЭЭГ (тип "А" и тип "В") и различными типами ФА (левополушарных –ЛП, равносимметричных –А).

Из выявленных тенденций в изменениях мощности альфа- и дельта-ритмов в группах с различными типами спектров ЭЭГ можно заключить следующее:

1. Квантующие процессы в альфа- и дельта-диапазонах ЭЭГ синхронизируют работу мозга в группах с "А" типом спектров. Причем, в задних отделах мозга происходит синхронизация в обоих диапазонах, а в передних — только в дельта-диапазоне.

2. Дельта-квантующие процессы при восприятии рациональных текстов значительно: в альфа-динамике у ЛП испытуемых (окципитальной области); в дельта-динамике и у ЛП испытуемых (фронтальные области) и у амбидекстров (фронтальные и центральные области).

При восприятии рационального текста незначительное сходство отмечается в динамике альфа-активности у амбидекстров обоего пола, а в динамике дельта-активности — у ЛП испытуемых. Максимальные различия наблюдаются у ЛП мужчин и женщин в динамике альфа-ритма, а у амбидекстров — в динамике дельта-ритма. Полученные результаты позволяют выделить фактор пола в качестве самостоятельного фактора, определяющего характер мозговых процессов (Kimura D., Harshman R., 1984; Ramos J., et al., 1993 и др.).

Результаты дисперсионного анализа на этапе прослушивания рационального текста показали достоверные межсубъектные различия по трем основным факторам (табл.1): тип ЭЭГ (энергетические показатели альфа- и дельта-ритмов); пол (частотные характеристики тета-1-ритма); тип ФА (частотные показатели дельта-ритма).

При чем, с фактором "пол" было получено два вида двухфакторных взаимодействий:

– "отведение-пол" ($F=3,09$; $p=0,046$);

– "F-B группировка отведений-пол" ($F=2,6$; $p=0,05$).

Значения F-критерия и достоверности (p) для основных межсубъектных факторов на этапе прослушивания рационального текста

Достоверность	Исследуемые факторы и ритмы ЭЭГ				
	Тип ЭЭГ			Пол	Тип ФА
	α_p	β_{1p}	β_{2p}	Th1 _f	Δf
F	6,08	3,99	11,23	4,88	3,3
p	0,02	0,05	0,002	0,035	0,05

Следовательно, основное различие в деятельности мозга у мужчин и женщин состоит (независимо от вида мозговой активности) в особенностях взаимоотношений передне-ассоциативных областей с задне-ассоциативными.

По связям фактора пола с другими независимыми переменными получены следующие взаимодействия:

- “пол-отведение (для частотных показателей Th2- и β_2 -ритмов; для энергетических показателей β_2 -ритма);
- “пол-F-B группировка электродов” (для частотных показателей Th1-ритма);
- “пол-L-R группировка электродов” (для частотных показателей Δ -ритма);
- “пол-F-B-отведение” (для частотных показателей Δ -ритма);
- “пол-L-R-отведение” (для частотных показателей Th2-ритма).

Из выделенных дву- и трехфакторных взаимодействий можно заключить, что фактор пола существенно влияет на динамику мозговой активности в процессе восприятия рационального текста.

Следует отметить наличие достоверной связи передне-заднего распределения отведений с динамикой энергетических показателей спектров, тогда как межполушарное распределение отведений в большей степени связано с изменениями частотных параметров. В результате выявлено, что энергетические показатели альфа-, бета- и тета-ритмов и частотные показатели тета- и дельта-ритмов диапазонами ЭЭГ обнаружили на данном этапе максимальное число связей с анализируемыми независимыми переменными.

Динамика биоэлектрической активности мозга при восприятии иррационального текста. На рис.2 показаны основные тенденции в изменениях мощности альфа и дельта-ритмов ЭЭГ на данном этапе исследования у мужчин и женщин.

При восприятии текста с иррациональной семантической организацией у мужчин происходило снижение мощности альфа-ритма в левой окципитальной зоне. В группе женщин, при прослушивании иррационального текста, происходило увеличение мощности альфа-ритма в зоне vertex, в центральной парietальной и левой окципитальной областях.

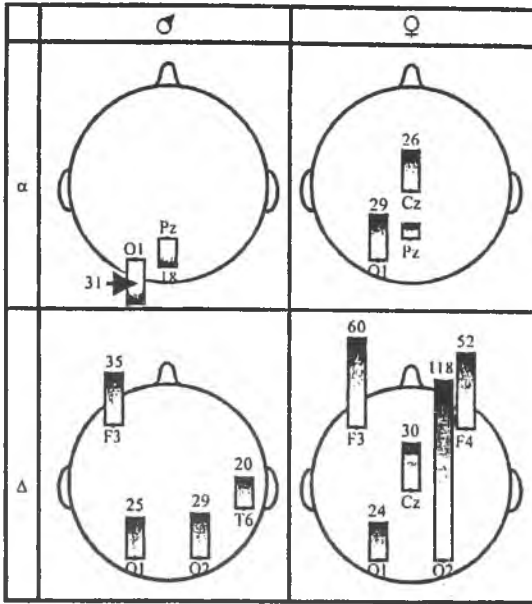


Рисунок 2. Основные тенденции в изменении мощности альфа- и дельта- ритмов при восприятии иррационального текста.

У мужчин в дельта-диапазоне, напротив, наблюдалось увеличение мощности в левой фронтальной зоне, в окципитальных областях и зоне Вернике. У женщин мощность дельта-ритма также увеличивалась во фронтальных, окципитальных (особенно в правом полушарии), темпоральных областях и в зоне vertex. Другими словами, дельта-активность возросла в глобальном масштабе: по всей поверхности неокортекса.

Таким образом, восприятие иррационального текста синхронизируют активность нейронных сетей, обуславливающих процессы внимания и памяти при данном виде познавательной деятельности (Klimesch W., 1997, 1999; Klimesch W., et al., 1998, 1999; Jauovec N., Jauovec K. 2000; Wrobel A., 2000). Причем эта тенденция в большей степени характерна деятельности мозгу женщины в большей степени, чем при восприятии рационального текста.

Наконец, анализ тенденций изменений мощности альфа- и дельта-ритмов на этапе прослушивания иррационального текста показал, что:

— увеличение мощности дельта-ритма является преобладающей тенденцией в группе женщин, в группе с “А” типом спектров и в группе с ЛП профилем ФА;

— фактор пола выявляет различия по данному признаку внутри групп, дифференцированных по профилю ФА.

По результатам дисперсионного анализа для этапа прослушивания иррационального текста получено четыре основных фактора достоверных межсубъектных различий (табл. 2)

Таблица 2.

Значения F-критерия и достоверности (p) для основных межсубъектных факторов на этапе прослушивания иррационального текста.

Достоверность	Исследуемые факторы и ритмы ЭЭГ								
	Тип ЭЭГ			Пол		Тип ФА			IQ
	α_p	α_f	β_{2p}	Th2 _p	Th2 _f	Δf	Th1 _f	Th2 _f	Δp
F	7,74	4,29	8,02	4,51	4,21	4,93	5,84	4,23	3,2
p	0,038	0,047	0,008	0,042	0,023	0,014	0,007	0,024	0,05

На этапе прослушивания иррационального текста по сравнению с этапом прослушивания рационального текста выделено больше межсубъектных различий как по количеству факторов, так и по связи фактора со спектральными показателями ЭЭГ.

С фактором пол был получен только один вид трехфазного взаимодействия: “F-V группировка отведений-отведение-пол” (F=4,52; p=0,042).

Следовательно, на этапе прослушивания иррационального текста в мозговой деятельности также сохраняется различие по фактору пола, которое существенным образом определяет взаимоотношения передне-ассоциативных отделов с задне-ассоциативными.

Относительно связи фактора пола с другими независимыми переменными получены следующие результаты:

- “пол-отведение” (для частотных показателей α -ритма; для энергетических показателей β_2 -ритма);
- “пол-L-R группировка электродов” (для частотных показателей Th1-ритма);
- “пол-L-R группировка электродов-отведение” (для энергетических показателей β -ритма).

Особенностью межполовых различий в деятельности мозга на данном этапе эксперимента является связь фактора пола с межполушарным пространственным распределением биоэлектрической активности. Причем, если на этапе прослушивания рационального текста преобладали факторные взаимодействия в низкочастотном диапазоне (дельта, тета), то на этапе фактор пола – в средне- (альфа) и высокочастотном диапазонах. Синхронизация высокочастотных волн ЭЭГ на этапе «иррациональный текст» следует рассматривать в качестве индикатора процессов внимания и восприятия прослушиваемой информации (Joliot et al., 1994; Krause et al., 1998; Pulvermuller et al., 1995, 1996; Striade et al., 1996; Jaaskelainen et al., 1999; Lee et al., 2003).

В целом, в результате дисперсионного анализа спектральных показателей ЭЭГ на этапе прослушивания иррационального текста выявлено пять ведущих независимых переменных:

1. Тип ЭЭГ (энергия α - и β -ритмов; частота Th2 и α -ритмов).
2. Пол (энергия Th2- и β -ритмов; частота Th- и α -ритмов).
3. Отведение (энергия Th2-, α - и β -ритмов; частота Δ -; Th2- и α -ритмов).
4. F-B (энергия Th1-, α - и β -ритмов; частота Δ - и Th2-ритмов).
5. IQ (энергия β -ритма; частота Δ -ритма).

Следует отметить, что на данном этапе эксперимента для частотных показателей спектров обнаружено максимальное число факторных взаимодействий в низко- и среднечастотных диапазонах, а для энергетических – в средне- и высокочастотных диапазонах ЭЭГ. Данная зависимость является особенностью факторных взаимодействий только на этапе прослушивания иррационального текста.

Сравнительный анализ динамики мозговой деятельности на трех этапах эксперимента.

По результатам дисперсионного анализа общей матрицы данных спектральных показателей ЭЭГ для всех трех этапов эксперимента выявлено четыре основных межсубъектных фактора (табл. 3), к которым относятся тип ЭЭГ (энергетические показатели альфа- и бета-ритмов); пол (энергетические показатели тета-2-ритма); этап эксперимента (частотные показатели дельта-ритма); тип ФА (частотные показатели дельта-ритма).

Таблица 3.

Значения F-критерия и достоверности (p) для основных межсубъектных факторов на 3-х этапах эксперимента.

Досто- верност ь	Исследуемые факторы и ритмы ЭЭГ					
	Тип ЭЭГ			Пол	Этап	Тип ФА
	α_p	β_{1p}	β_{2p}	Th2 _p	Δf	Δf
F	8,08	4,34	12,08	4,42	5,02	5,8
p	0,008	0,046	0,002	0,044	0,01	0,008

Фактор “пол” входит в дву- и трехфакторные взаимодействия с независимыми переменными “этап”, “F-B группировка электродов”, “L-R группировка электродов” и “отведение”. Поэтому межполовые различия вносят коррекцию второго порядка в процессы мозга, базовые принципы деятельности которого связаны с особенностями межполушарных и постериорно-антериорных взаимодействий.

По фактору пола было получено достаточно большое число межфакторных достоверных взаимодействий: “пол - отведение” – частотные показатели тета-2-ритма и энергетические показатели бета-2-ритма; “пол этап - отведение” – частотные показатели тета-1-ритма и энергетические показатели бета-2-ритма; “пол F-B группировка электродов” – частотные показатели тета- и альфа-

ритмов; “пол L-R группировка электродов” – энергетические показатели альфа-ритма; “пол - F-B отведение” – энергетические показатели бета-2-ритма; “пол - L-R отведение” – энергетические показатели бета-1-ритма; “пол - L-R-тип МА” – частотные показатели дельта-ритма; “пол IQ-отведение” – частотные показатели тета-1- и бета-1-ритмов.

Таким образом, на основании анализа межфакторных взаимодействий на всех трех этапах эксперимента, можно подчеркнуть следующие существенные моменты:

1. Основные межсубъектные различия определяются типом ЭЭГ и полом испытуемых.

2. Восприятие рациональных и иррациональных текстов (этапы эксперимента) достоверно различаются по динамике биоэлектрической активности в группах, дифференцированных по полу, по типу ФА, IQ и особенностям фоновой ЭЭГ.

3. Фоновые динамические показатели (тип ЭЭГ и тип МА) являются важными мозговыми детерминантами, влияющими на направление и развитие мозговых процессов при восприятии текстов.

4. Особенности постериорно-антериорных взаимодействий мозга зависят от пола и типа ЭЭГ.

5. Межполовые различия в мозговых процессах обеспечения вербальной деятельности имеют самостоятельное значение в тета-диапазоне.

6. Различия по уровню интеллекта связаны с частотными квантуемыми особенностями дельта-ритма.

7. Функциональная значимость низко- и высокочастотного диапазона ЭЭГ в межфакторных взаимодействиях значительно выше значения среднечастотного диапазона.

8. Частотные квантуемые особенности дельта-ритма зависят от типа межполушарных взаимоотношений.

Функциональное значение частотно-энергетических показателей спектров мощности ЭЭГ имеет следующее распределение в общей матрице данных (расположены в порядке убывания):

- энергетические показатели бета-ритма; частотные характеристики дельта- и тета-2-ритмов;

- частотные и энергетические характеристики тета-1- и альфа-ритма.

Таким образом, биоэлектрическая активность в диапазоне низких и высоких частот при восприятии текстов с различной семантической организацией имеет наибольшее информационное содержание для интерпретации полученных результатов. Функциональное значение основных факторов или независимых переменных можно свести к следующим положениям (рис. 3, 4):

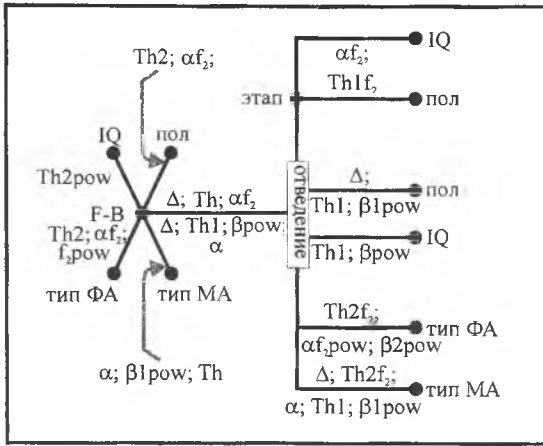


Рис. 3. Схема общих межфакторных взаимодействий независимых переменных «отведение» и «L-R группировка отведений.»

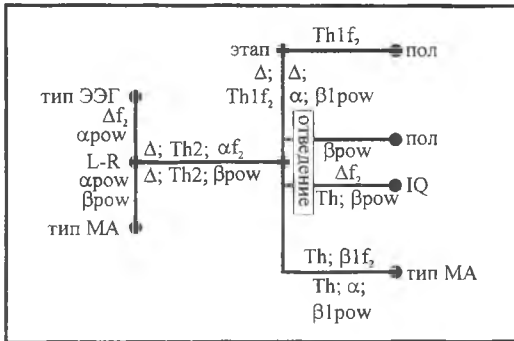


Рис. 4. . Схема общих межфакторных взаимодействий независимых переменных «отведение» и «F-V группировка отведений».

1. Баланс частот дельта-ритма является важнейшей характеристикой биоэлектрической активности мозга.
2. Фактор "тип ЭЭГ" связан с динамикой изменений в диапазоне тета- и бета-ритмов и "L-R группировкой отведений".
3. Фактор "тип МА" также связан с динамикой тета- и бета-ритмов, но с "F-V группировкой отведений".
4. Фактор "тип ФА" связан с процессуальной динамикой в области низких и средних частот.

5. Различия по IQ имеют связь с процессуальной динамикой в области низких, средних и высоких частот.

6. Постериорно-антериорное направление пространственных взаимодействий (особенно в области низких частот) имеет важное функциональное значение в мозговом обеспечении данного вида деятельности.

О значении фактора пола. Процессы, происходящие в мозге во время восприятия сложных текстов, принципиально различаются у мужчин и женщин. Основные факторы данного исследования позволяют констатировать следующее:

- у женщин преобладают влияния фронто-лимбической и стрио-таламо-фронтальной систем на процесс кодирования вербальной информации мозгом (низкочастотный диапазон квантования);

- у мужчин более выраженной является не только межполушарная, но и антериорно-постериорная асимметрия;

- низкочастотная активность ЭЭГ распространяется у женщин по всей поверхности неокортекса, тогда как у мужчин преобладает в передних отделах больших полушарий;

- в процессе восприятия текстов у женщин (по мощности альфа-ритма) в большей степени активировано правое, а у мужчин – левое полушарие;

- профиль ФА обнаруживает зависимость от фактора пола: наблюдаются прямо противоположные тенденции в динамике мозговых процессов у лиц, имеющих один и тот же профиль ФА, но различный пол;

- наибольшие различия в мозговой деятельности обнаружены при прослушивании иррационального текста, что свидетельствует о соответствии данной семантической организации с кодирующими способностями фронто-лимбической и стрио-таламо-кортикальной систем;

- пространственно-временной континуум биоэлектрической активности мозга при восприятии текстов имеет различную организацию у мужчин и женщин, связанную с особенностями взаимодействия передне- и задне-ассоциативных областей;

- уровень синхронизации мозга, особенно в низкочастотном диапазоне в группе женщин, значительно увеличивается во время деятельности: у мужчин происходят альфа-антериорная и дельта-постериорная, а у женщин — антериорно-постериорная синхронизация мозговых квантующих процессов.

Таким образом, функциональное значение фактора пола для самых сложных видов психической деятельности, связанных с семантической стороной восприятия и мышления, определяется не столько особенностями межполушарных взаимодействий, сколько взаимодействием передних и задних отделов мозга.

ВЫВОДЫ

1. Ведущими факторами, влияющими на динамику развития мозговой активности в процессе восприятия рационального и иррационального текстов, являются пол и особенности баланса частот в фоновой ЭЭГ.

2. Основной особенностью пространственных взаимоотношений мозга при обеспечении вербальной деятельности является взаимодействие передних и задних ассоциативных систем.

3. При прослушивании текстов изменяется баланс низких частот при наличии более постоянного уровня флюктуаций в средне- и высокочастотных диапазонах. Динамика частотных показателей дельта-ритма является важнейшей характеристикой биоэлектрической активности мозга при восприятии текстов.

4. Синхронизация в области низких и высоких частот в лобно-затылочном направлении имеет важное функциональное значение в мозговых процессах обеспечения восприятия вербальной деятельности.

5. Фронтально-лимбическая и стрио-таламо-фронтальная системы мозга, обеспечивающие сонстрайку в низкочастотном диапазоне ЭЭГ, имеют значительно больший функциональный вес в кодировании вербальной информации у женщин.

6. Межполовые различия в мозговых процессах обеспечения восприятия смысла текстов имеют самостоятельное значение в тета-диапазоне.

7. Профиль функциональной асимметрии значительного влияния на динамику мозговой деятельности не оказывает и имеет связь с фактором пола.

8. При кодировании вербальной информации происходит увеличение уровня синхронизации мозга, особенно в низкочастотном диапазоне, наиболее ярко проявляющееся у женщин и на этапе прослушивания иррационального текста.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Буданцев Д. В. Особенности мозговой деятельности женщин и мужчин в условиях выполнения дозированной умственной нагрузки // Материалы VI Российской научно-методической конференции «Пути и методы совершенствования учебного процесса». Самара, 1997. С.104.

2. Буданцев Д. В. Некоторые индивидуальные особенности восприятия сложных текстов у мужчин и женщин по показателям ЭЭГ // Материалы VII Российской научно-методической конференции «Пути и методы совершенствования учебного процесса». Самара, 1997. С.80-81.

3. Пятин В. Ф., Лаврова О. В., Адайкин В. И., Буданцев Д. В. О функциональном значении низкочастотного диапазона ЭЭГ // Электродинамика и техника СВЧ и КВЧ. Самара, 1997. Т.5, №3. С.181.

4. Пятин В. Ф., Лаврова О. В., Неверова Е. Н., Буданцев Д. В. Жевательный автоматизм и биоэлектрическая активность мозга человека // Проблемы interoцепции. Материалы Международного симпозиума, посвященного 90-летию со дня рождения В.Н. Черниговского. Санкт-Петербург, 1997. С.82-83.

5. Пятин В. Ф., Лаврова О. В., Неверова Е. Н., Буданцев Д. В. О связи речевых пара- и экстралингвизмов с функциональной асимметрией мозга и внешним дыханием // Регуляция автономных функций. Самара: «Самарский университет», 1998. С. 155-165.

6. Пятин В. Ф., Лаврова О. В., Неверова Е. Н., Адайкин В. И., Буданцев Д. В. Особенности индивидуального интонирования экспрессивной речи у субъектов с различными типами функциональной асимметрии мозга // Физиология в высших учебных заведениях России и СНГ. Материалы научной конференции, посвященной 100-летию кафедры нормальной физиологии СПбГМУ. Санкт-Петербург, 1998. С.20-21

7. Пятин В. Ф., Лаврова О. В., Неверова Е. Н., Буданцев Д. В. Спектральный анализ ЭЭГ у мужчин и женщин при восприятии смысла текстов // Материалы докладов XVII съезда Всероссийского физиологического общества им. И.П. Павлова. Ростов-на-Дону, 1998. С.117-118.

8. Буданцев В. С., Наянов В. В., Буданцев Д. В. В связи с чем и как меняется представление о предметах и явлениях у мужчин и женщин // Пути и методы совершенствования учебного процесса. Материалы IX Российской научно-методической конференции. Самара, 2000. С.34-35.

9. Роль типа интонирования речи в формировании индивидуально-топографического паттерна ЭЭГ при проговаривании текстов // Актуальные вопросы современной медицины. Сб. тезисов и статей 37 итоговой научно-практической конференции научно-педагогического состава Самарского военно-медицинского института. Самара, 2004. С.262.