

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЁЖИ
РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение дополнительного
образования «Центр детского и юношеского творчества» города Саки
Республики Крым
муниципального образования городской округ Саки Республики Крым

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды
им. Б. В. Всесвятского**

Номинация: «Человек и его здоровье»

**НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ТЕК-
СТОВ ОБРАЗНОГО И АБСТРАКТНОГО СОДЕРЖАНИЯ**

Работу выполнила:

**Триандофилиди Виктория
Артёмовна**, обучающаяся 11
класса МБОУ «Сакская СШ №2
им. Героя Советского Союза З.А.
Космодемьянской» г. Саки,
МБОУ ДО «ЦДЮТ»

Научные руководители:

Гутова Светлана Сергеевна,
учитель биологии и химии МБОУ
«Сакская СШ №2 им. Героя
Советского Союза З.А.
Космодемьянской» г. Саки,
Ткаченко Светлана Олеговна,
педагог дополнительного
образования МБОУ ДО «ЦДЮТ»

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
РАЗДЕЛ 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	6
РАЗДЕЛ 2. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	16
2.1. Организация исследования	16
2.2. Методика исследования	16
РАЗДЕЛ 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	18
3.1. Результаты показателей ритмов ЭЭГ при восприятии текста абстрактного содержания.....	18
3.2. Результаты показателей ритмов ЭЭГ при восприятии текста, содержащего образы движений.....	21
3.3. Результаты сравнения показателей ритмов ЭЭГ при восприятии текста абстрактного содержания и текста, содержащего образы движений.....	24
ВЫВОДЫ.....	28
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	29
СПИСОК ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ.....	30

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

КБП – кора больших полушарий

МВП – моторно-вызванные потенциалы

МЭГ- магнитоэнцефалография

ПЭТ – позитронно - эмиссионная томография

РАС– расстройства аутистического спектра

СЗН – система зеркальных нейронов

СМР – сенсомоторный ритм

ТМС – транскраниальная магнитная стимуляция

фМРТ – функциональная магнитно-резонансная томография

ЦНС – центральная нервная система

ЭЭГ – электроэнцефалограмма

ВВЕДЕНИЕ

Исследование мозговой деятельности человека при восприятии сложной информации - одна из важных проблем в современной научной сфере. В нейрофизиологии с недавних времен особую актуальность приобрели основные мозговые механизмы, определяющие кодирование информации. К изучению описанных механизмов исследователи обратились сравнительно недавно, при этом особое внимание уделялось процессу восприятия тех или иных семантических структур. Было отмечено, для человеческого мозга именно текст является наиболее адекватной семантической структурой для обработки.

Известно, что существует корреляция между действительными и потенциальными связями семантических систем и функционирования мозга. Однако данный аспект проанализирован только с точки зрения межполушарных взаимодействий, а о самих различиях между семантическими системами и функционированием мозга информации недостаточно.

В ходе данной работы рассматривается динамика электроэнцефалограммы (ЭЭГ) – активности головного мозга человека при восприятии текстов различного содержания, а именно - абстрактного и образного. Данное исследование может быть инструментом для проведения психофизиологической диагностики с целью разработки коррекционной работы с детьми, имеющими расстройства аутистического спектра. Наряду с этим, данные, полученные в эмпирическом исследовании, могут быть необходимыми при разработке индивидуального подхода к обучению детей.

Следует отметить, что исследования в области нейрофизиологии и чтения представляют собой новый этап в понимании механизмов работы человеческого мозга, в разработке новых методов обучения и коррекции речевых нарушений.

Например, на основе этих исследований можно разработать компьютерные программы, которые будут помогать учиться чтению и пониманию текстов более эффективно.

Цель данного исследования состояла в установлении особенностей нейрофизиологических механизмов обработки речевой информации при восприятии текстов с абстрактным и образным содержанием.

В качестве **основной гипотезы** выступает предположение о том, что при восприятии текстов абстрактного и образного содержания показатели динамики мозговой деятельности человека, зависящие от особенностей фоновой ЭЭГ, будут изменяться в зависимости от семантических особенностей прослушиваемого текста.

В соответствии с целью и гипотезой исследования были поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ характеристик ЭЭГ при восприятии испытуемыми текстов абстрактного содержания.

2. Провести анализ характеристик ЭЭГ при восприятии испытуемыми текстов, включающих описание образов движений.

3. Выявить различия амплитуды ритмов ЭЭГ при восприятии текстов абстрактного и образного содержания.

Объект исследования: активность головного мозга человека при восприятии текстов с разным информационным содержанием.

Предмет исследования: динамика показателей ЭЭГ у испытуемых при восприятии текстов абстрактного и образного содержания.

РАЗДЕЛ 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Метод электроэнцефалографии

Электроэнцефалография – это один из способов нейрофизиологического обследования состояния головного мозга, с помощью данного исследования можно проанализировать динамику активности нейронов, которая имеет связь с током во внеклеточной области, генерируемым местными полевыми потенциалами. Данные полевые потенциалы существуют в двух видах. Они могут быть или возбуждающими, которые известны, как возбуждающие постсинаптические потенциалы (ВПСП), или же тормозными, которые, кроме этого, известны по сути своей, как тормозные постсинаптические потенциалы (ТПСП). Кроме этого, с помощью электроэнцефалограммы (ЭЭГ) можно определить, как физиологическую корковую активность, так и поля электрической активности, создаваемые иными источниками.

Основные корковые ритмы представлены ритмами тета-альфа- и бета-диапазона; такие ритмы всегда присутствуют в активности нормального здорового мозга. Что касается альфа-ритма, то он представлен несколькими видами: (1) альфа-ритм, (2) мю-ритм и (3) третий ритм (над слуховой корой). Третий ритм принято считать обрывочным, иначе говоря, фрагментированным.

Кроме того, корковые ритмы включают в себя ритмы тета- и бета-диапазона.

Ритм – это понятие, которое применяется в одном из разделов физиологии – электрофизиологии. Данный термин используется для того, чтобы охарактеризовать повторяющуюся активность ЭЭГ, которая протекает непрерывно. В свою очередь, альфа-ритм – это «иллюстративное» понятие, в котором альфа имеет отношение к зрелой нормальной частоте, присутствующей в альфа-диапазоне от 8 до 13 в секунду. Важно обозначить то, что понятие альфа-ритм нужно отличать от «альфа-частоты», характеризующей спад активности ЭЭГ от 8 до 13 раз в секунду. Естественная затылочная альфа – частота способна образовываться у человека лишь в возрасте восьми – десяти лет. Из этого следует, что понятие «альфа-ритм» применимо только для взрослых людей, и его неприемлемо использовать в педиатрии. Международной федерацией обществ электроэнцефалографии и клинической нейрофизиологии были представлены критерии, считающие альфа-ритм у взрослых «ритмом с частотой от 8 до 13 в секунду», чья амплитуда может колебаться от 15 до 45 мкВ. Максимальные значения альфа-ритма отражаются в процессе расслабленного бодрствования, и выделяются в затылочных участках головы. Альфа-ритм повышается в процессе закрывания глаз и в ходе физического расслабления, а также при умственной инертности, и перестает проявляться (т.е. постепенно исчезает), или снижается по амплитуде зрительными и умственными усилиями». Для полного определения требуется наличие трех базовых условий для установления данного ритма:

- морфология (включает в себя строение и структуру);
- реактивность (способность реагировать на какое-либо воздействие);

- локализация или расположение.

Каждое из этих условий должно присутствовать для того, чтобы грамотно и верно обозначить этот конкретный ритм. Нехватка какой-либо особенности ставит под вопрос представляющую интерес активность ЭЭГ.

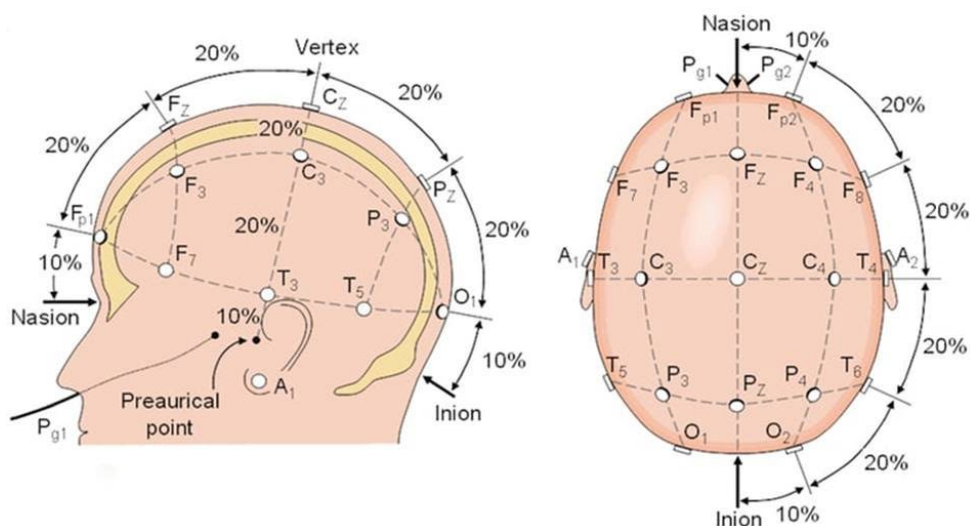
«Мю» ритм похож на двенадцатую букву греческого алфавита, его также называют «роландический» ритм. Данный ритм имел различные названия, исходя из его коркового происхождения: «прецентральный альфа-ритм», «роландический альфа-ритм», «центральный альфа-ритм», а также «соматосенсорный альфа-ритм». Кроме этих названий, другие могут включать в себя «альфоидную активность», «аркадный ритм» и «гребенчатый ритм», вытекающие из от его морфологии.

Реактивность. Альфа-ритм характеризуется также тем, что может временно блокироваться или ослабляться стабильным открыванием глаз и/или когнитивной деятельностью (иначе называется эффектом Бергера) и может усиливаться путем сенсорной стимуляции. Говорится, что альфа-ритм может изменяться на протяжении всего менструального периода. Максимальная частота может наблюдаться в предовуляторную (5–14 дни) и предменструальную (23–28 дни) фазы. Что касается минимальной частоты, то она может наблюдаться в ходе менструальной (1–5 дни) и лютеиновой (15–23 дни) фазы. Дисимметричная реактивность определяет расхождение на неактивной (либо в меньшей степени реактивной) стороне. Гипертермия ($> 41^{\circ} \text{C}$) ведет за собой торможение альфа-ритма. Кардиостимулятор повышает альфа-частоту на 1-2 Гц; допускается, что это имеет связь с улучшением кровообращения в головном мозге.

Что касается мю-ритма, то он наблюдается в процессе бодрствования и пропадает в то время, когда человек находится в сонливом состоянии, аналогично альфа-ритму. Данные наблюдения были также продемонстрированы в процессе быстрого сна; это является противоположностью альфа-ритма. Нидермейер заявил, что данная реактивность была выражена у тех людей, чьи конечности были ампутированы, и они делали попытку в передвижении на фантомной конечности (так как у этих людей присутствовало необъективное чувство наличия конечности после процедуры её ампутации). Это угасание может идентифицироваться в качестве рассинхронизации ЭЭГ в результате виртуального коркового торможения, которое было спровоцировано планированием движений.

Третий ритм выделяется как в процессе бодрствования, так и во время сна. Наилучшим образом, это можно наблюдать в состоянии сонливости и легкого сна. Он располагается над височными областями и может прослеживается односторонне или же двусторонне со сдвигающимся варибельным превалированием. Если же говорить о третьем ритме, то полагается, что в данном случае имеет место блокировка слуховой стимуляцией.

Бета-ритм. Что касается бета-активности, то она наблюдается в пределах 13-30 Гц в ходе бодрствования у взрослых и детей. В наибольшей степени он



обнаруживается в центральных и лобных отведениях, и характеризуется низкой амплитудой (10-20 мкВ), а также, как правило, является симметричным. Кроме этого, бета-активность допускается в более глубоких стадиях сна [14].

Система 10-20 Международной федерации – это международно-признанный метод, использующий анатомические ориентиры для стандартизации размещения электродов электроэнцефалографии (ЭЭГ).

Система 10-20 была впервые представлена Гербертом Джаспером на IV Международном конгрессе ЭЭГ в Брюсселе в 1957 году для стандартизации метода размещения ЭЭГ.

Цифры «10» и «20» обозначают расстояния между соседними электродами, которые составляют либо 10%, либо 20% от общего расстояния (спереди-сзади или справа-слева) черепа. Общее расстояние основано на анатомических местах, расположенных на коже головы: назион и инион (направление вперед-назад) и две преаурикулярные точки (направление вправо-влево) (рис. 1.1).

Рисунок 1.1– Система 10-20 с расстоянием между электродами спереди-сзади (от назиона до иниона) 10% и 20%.

Используя эти анатомические ориентиры, можно определить размещение электродов по этим направлениям с заранее заданными пропорциями: 10% используется от анатомических ориентиров и первого электрода в этом направлении, а 20% используется между остальными электродами. Например, Fp1 размещается на 10% от общего расстояния от назиона, а Fz размещается на 20% от общего расстояния от Fp1.

Электроды имеют название, которое традиционно состоит из одной или нескольких букв и цифры.

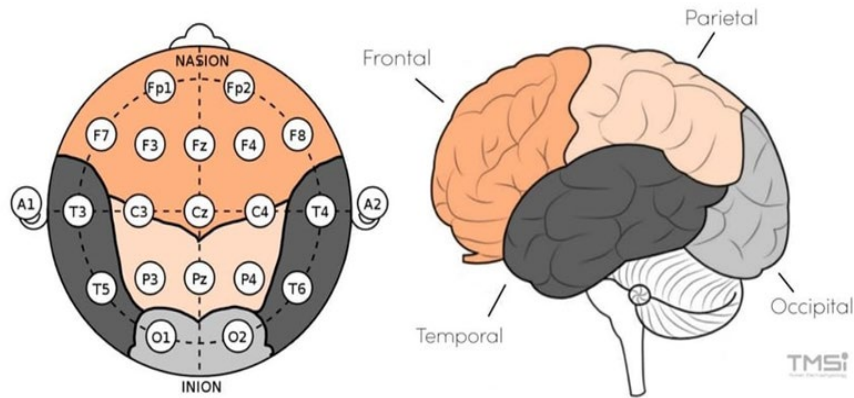


Рисунок 1.2–Расположение электродов системы 10-20 (слева) и соответствующих областей мозга (справа)

Буква электрода обозначает общую область мозга, которую покрывает электрод. Спереди назад буквенная маркировка электродов выглядит следующим образом:

- Fr (префронтальный или лобный полюс)
- F (лобный)
- C (центральная линия мозга)
- T (височный)
- P (теменной)
- O (затылочный).

Электроды, лежащие между этими линиями, объединяют несколько букв, расположенных спереди назад. Это относится к системам с более высокой плотностью. Кроме того, буквы M и A иногда используются для обозначения сосцевидных отростков, или мочек ушей соответственно. Как правило, эти местоположения включаются в качестве эталона (в автономном режиме) для анализа сигналов.

Номер электрода дает информацию о расстоянии от электрода до средней линии мозга. По средней линии электроды помечены буквой «z», обозначающей ноль. Количество электродов увеличивается по мере удаления от средней линии. Нечетные числа представляют электроды в левом полушарии, а четные числа представляют электроды в правом полушарии.

Повторяющиеся результаты можно получить только при правильном размещении головного шлема, т. е. если электроды охватывают определенное место на коже головы. Поэтому важно выбрать головной шлем правильного размера и проверить, находится ли Cz посередине между назионом и инионом и двумя преаурикулярными точками.

В дополнение к системе 10–20 существуют другие системы с более высоким разрешением, такие как система 10–10 (система 10 %) (рис 1.3) и система 10–5 (система 5 %).

Эти системы являются расширением исходной системы 10-20 и при их использовании применяют дополнительные электроды между существующей системой, что обеспечивает более высокое измерение плотности.

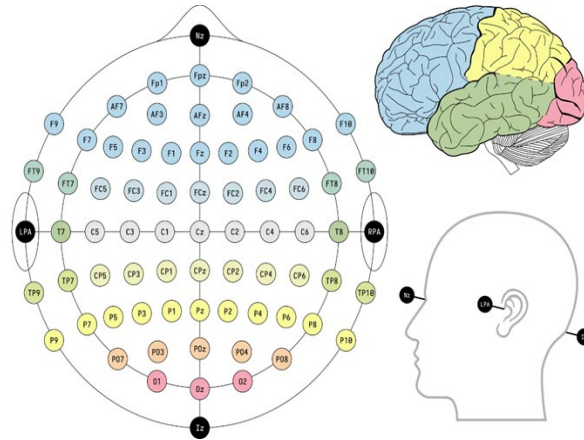


Рисунок 1.3– Схема ЭЭГ с системой 10-10

Методики изучения нейрофизиологических механизмов восприятия речи.

Широко используемыми методами синтеза нейрофизиологических механизмов становления речи являются процессы регистрации и интерпретации динамики ритмов активности головного мозга, которая может быть зарегистрирована в виде электро- и магнитоэнцефалограмм (ЭЭГ и МЭГ), и, кроме этого, элементов, а также компонентов, согласованных с событием вызванных ЭЭГ-потенциалов.

Процесс познания отличительных признаков вызванных потенциалов в ответ на представление звуковых тонов или комбинаций слогов у детей дает весьма обширное количество информации, т.к. может обеспечить раннюю диагностику развития речи и, в свою очередь, предоставляет возможность предвидеть успешность будущего усвоения речи ребенком. Тем не менее для того, чтобы зарегистрировать эти потенциалы с помощью усреднения отрезков ЭЭГ возникнет потребность многократного предъявления одних и тех же, и, желательно, более кратких стимулов. В связи с этим, в процессе изучения смысловосприятия и степени понимания целостных сведений, которые могут состоять либо из одного предложения, либо из нескольких предложений, наиболее содержательным и информативным является оценка текущей ЭЭГ или МЭГ. Понимание таких сигналов сказывается в колебании амплитуд ритмов ЭЭГ и МЭГ у взрослых, и, кроме этого, ритмов ЭЭГ у детей.

Один из приемов для познания нейрофизиологических характеристик восприятия речи по принципу оценки паттерна ЭЭГ – это методика, которая описана в эксперименте С. Krause с соавторами. Для взрослых испытуемых предъявлялись два вида раздражителей, один из которых представлял собой

естественную запись речи, а другой – аналогичную запись; но та, в свою очередь, воспроизводилась в реверсном режиме. В результате, второй раздражитель являлся сигналом, подобному речи и утратившему семантическое содержание. Процесс прослушивания и восприятия естественной речи, в отличие от реверсированной, способствовал возникновению значительной супрессии мощности альфа-ритма (8–12 Гц) испытуемых.

Авторы данного исследования признали такой ответ как отображение когнитивных усилий, которые были необходимы для того, чтобы понять и закрепить в памяти предъявленный текст. Из этого следует, что использование приема, который включает в себя сопоставление изменений ЭЭГ ответно на естественную и реверсированную речь, дает возможность провести оценку особенностей активации ЦНС испытуемых в ответ на осознанные сведения, подходящие для их понимания.

Одним из новых уникальных методов, которые могут позволить произвести анализ степени вовлеченности когнитивных ресурсов в процесс переработки речевого материала, является также измерение размера зрачка при помощи ай-трекера. Так, чем большее количество когнитивных ресурсов может потребоваться для осмысления и предложения, тем шире зрачок, и это в свою очередь, говорит о вспомогательной активации норадренергической системы мозга.

Общие закономерности функционирования мозговых механизмов восприятия речи

В целом, предложение несет не только синтаксический (смысловое значение слов в предложении, а также их порядок) так и семантический (смысловой) критерий. Для того, чтобы понять, и в целом осмыслить предложение, требуется, в то же время, обработка речевой команды, как на уровне фонем, так и на уровне некоторых частных слов, а также уточнение роли таких слов в их взаимосвязи и в сочетании с положением, которое они занимают в предложении. Языковая нейронная сеть отвечает за эти конкретные процессы. Данные нейронные сети представляют собой распространенные области коры головного мозга, в которые входят ассоциативные, моторные и сенсомоторные участки обоих полушарий, включая область Вернике и центр Брока.

Обнаружено, что лингвистические задачи высших уровней, как например, задача, которая включает в себя способность производить мыслительный анализ смысла предложений, могут активировать доминирующее полушарие, но в свою очередь, такие лингвистические задачи, как например, орфографическая оценка и оценка звучания слов, а также коррелирующие с процедурой обработки речи процессы внимания и памяти применяют двусторонние лобно-теменные участки.

В наши дни считается, что ведущее место в процессах понимания и восприятия речи занимают нейронные схемы. Данные схемы располагаются в области Сильвиевой борозды, которая находится в левом полушарии. Эти контуры, в свою

очередь, содержат нервные клетки, которые могут способствовать восприятию, пониманию речевых сигналов, а также их формированию.

Данные контуры перисильвиевой коры во время речевого процесса производят взаимный обмен сигналами, которые расходятся как во фронтальном, так и в темпоральном направлении, что происходит посредством двусторонних связей различной длины, входящих в аркуатный пучок. Одной из важнейших подгрупп нейронов, входящих в «контуры восприятия-действия», является подгруппа зеркальных нейронов. М. Arbib представил идею о том, что возникновение системы зеркальных нейронов в ходе эволюционного процесса могло быть первостепенным механизмом, способствующим появлению речи у человека.

Для восприятия и понимания предложения должен осуществиться запуск двух групп координированных когнитивных процессов: отбор в памяти фонологических, синтаксических и смысловых составляющих слов; объединение сведений о конкретных словах в общее представление о принципе многословного выражения. Процесс обработки фонологических и лингвистических составляющих сигнала в ходе восприятия предложений может отражаться в перемене различных ритмов ЭЭГ. При прочтении визуально представленных текстов период поиска слов у взрослых испытуемых происходит наряду с увеличением мощности тета-ритма, особенно, это касается левой височной области. В то же время, отмечается уменьшение амплитуды альфа-ритма в лобно-теменных и височных участках, характеризующее повышение активации внимания и семантические процессы. Период синтеза визуально представленных слов в предложение происходит наряду с увеличением тета- и бета-ритмов. Тем не менее, в том случае, если представленные предложения включают в себя грамматические и логические ошибки, возрастает мощность только тета-ритма, а бета-ритма – понижается.

Во время аудиальной оценки словесных раздражителей у взрослых испытуемых отмечается усиление мощности тета-ритма. Колебание мощности этого ритма М. Bastiaansen и его коллеги объединяют с двумя группами когнитивных процессов во время восприятия речи: осуществление поиска в запасе памяти фонологического, синтаксического и смыслового характера слов в процессе восприятия, а также обобщения слов в единую информацию или сообщение.

Аудиальная оценка речи происходит наряду с десинхронизацией альфа-ритма в височных и лобно-центральных участках неокортекса. Каждый по отдельности автор согласовывает проявляющееся угнетение альфа-ритма в височных участках левого полушария с четкостью и достоверностью узнавания цифр в шуме и степенью понимания представленной речевой информации.

В отдельных работах может быть замечена синхронизация мю-ритма до и в начале представления словесного раздражителя и его дальнейшая, в большей степени проявляющаяся, десинхронизация. Подразумевается, что преждевременная синхронизация мю-ритма, вероятно, показывает подавляющий

вход в премоторную кору от сенсорных участков до и непосредственно в начальном процессе оценки и понимания речи, вместе с тем следующая десинхронизация мю-ритма может производить индексацию сенсорного ответа в ходе осознания изложенной речи и ее внутреннего выражения.

Есть сведения, что угнетение мю-ритма может быть вызвано в процессе осуществления движений, которые совершаются собственно человеком, или же представления этих движений, а также в ходе наблюдения за движениями окружающих людей. Исходя из того факта, что мю-ритм способен вызывать обратную реакцию в ходе слухового аудиального восприятия, а также в ходе выполнения каких-либо познавательных или умственных задач, которые, в свою очередь, включают в себя словесные задания, авторы эксперимента рассматривают в качестве отражения близких внутренних координаций между пониманием речи и ее внутренним формированием в ходе обработки речевой информации.

В преобладающем числе работ изображается рост мощности бета-ритма в процессе понимания речевых импульсов в передних, теменных и иных отведениях. Бета-активность понимают как отложенный показатель корковой активации. Группой авторов было выдвинуто предположение о том, что в ходе возрастания указанного ритма, проявляется реализация второго, заключающего ряда познавательных операций, которые предоставляют возможность понять суть предложений – так совершается смысловое и синтаксическое объединение отдельных слов в собирательный образ высказывания, отличающегося многословием. Повышенный по мощности бета-ритм координируют с поддержкой активного состояния нейронных цепей, которые участвуют в данных операциях. Обратно этому, в центральных областях коры отмечается ресинхронизация мю-бета-ритма; это происходит, как и при идентификации, так и в процессе воспроизведения речи. В свою очередь, данная ресинхронизация имеет преимущественно левостороннее расположение.

Полагается, что процесс десинхронизации сенсомоторного бета-ритма в ходе узнавания речи может быть объяснен внутренней имитацией речевого выражения. Внутренние модели (имитации) формируются в двигательных участках и распространяются в слуховые участки высокой категории для более легкого процесса узнавания речи.

В отношении более высокочастотного диапазона ЭЭГ выявлен рост мощности гамма-ритма, в качестве ответной реакции на подходящее по смыслу ключевое слово в предложении относительно его семантически аномального альтернативного варианта.

Таким образом, сложилась следующая точка зрения: нейронная синхронизация гамма-диапазона фигурирует в процессах смысловой интеграции на уровне предложения. К тому же, было продемонстрировано, что процесс восприятия существенных способен создать большую синхронизацию гамма-

ритма в зрительных областях, тогда как, в свою очередь, процесс идентификации глаголов – в моторных зонах.

Следует подчеркнуть тот факт, что невзирая на упорное внимание многих экспериментов к изучению мозговых механизмов восприятия и понимания речи, до сих пор, не существует однозначного представления об организации и функционировании данной системы. При этом, становится очевидным тот факт, что возможна фиксация динамики работы языковой сети мозга путем тщательной оценки динамики мощности ритмов ЭЭГ в совокупности с тонкими экспериментальными манипуляциями с достаточно большим набором задач по оцениванию речевых высказываний.

Нейрональная синхронизация, которая проявляется в структуре реакций ЭЭГ, является механизмом, при помощи которого мозг систематизирует разного рода виды вербальных данных (например, фонологический, орфографический, смысловой и синтаксический материал), предложенные в различных структурах мозга.

Зеркальные нейроны и их особенности. Теория системы зеркальных нейронов

Общество итальянских врачей-нейрофизиологов в середине 1990-х годов рекомендовало применить термин «зеркальные нейроны» с тем, чтобы отметить тип нейронов, которые были открыты в коре больших полушарий (КБП) макак. Такие нейроны проявляли возбуждение, как и во время реализации той или иной деятельности, так и при мониторинге за тем, как происходит осуществление деятельности другим индивидом.

Изучим более развернуто, каким образом деятельность зеркальных нейронов может оказывать воздействие на ЭЭГ человека. Довольно хорошо проявляет себя задний альфа-ритм в период неактивной деятельности сенсорных систем человека (главным образом, зрительной системы), и перестает обнаруживаться во время возникновения сенсорных импульсов и возбудителей. Мю-ритм, в свое время, проявляет активность в процессе интеллектуальной нагрузки, и угнетается во время соматосенсорного возбуждения, и в том числе, в процессе кинетической (двигательной) деятельности.

Система зеркальных нейронов человека непосредственно имеет связь с разного рода моделями социальной координации и касается процессов, включающих в себя замещающий опыт. Выдвинуто мнение о том, что искаженная СЗН может являться «фундаментом» разнообразных дефектов, которые могут спровоцировать патологии аутистического спектра. Данные заболевания сопровождаются повышенной степенью десинхронизации бета-ритмов. Индекс ЭЭГ активации СЗН человека (угнетения мю-ритмов) – это, в свою очередь, показатель, определяющий критерий чувствительности вариабельности фасциальной обработки личности, типично развивающийся и обладающий достаточно высоким уровнем аутистических самоопределяющихся характеристик.

Нарушение деятельности СЗН может указать на отступления от нормальных показателей, которые могут прослеживаться при заболеваниях аутистического спектра. Один из способов диагностики деятельности данной системы представляет собой установление изменчивости мю-ритма применительно к действительной и наблюдаемой деятельности, так как полагается, что конкретно мю-ритм выражает активность и динамичность зеркальных нейронов. В конечном итоге исследования японские ученые пришли к следующему заключению: у людей с расстройствами аутистического спектра (РАС) проявляется угнетение мю-ритма, причем в значительной степени. Это происходит в процессе самостоятельного движения рук, но не при его наблюдении, в противоположность контрольного ряда здоровых людей – угнетение ритма у них происходило что в одном, что в другом случае.

Отклонения от нормы, которые появляются в СЗН при наличии аутизма, коррелируют с нарушением внимания, подражания и, тем самым, отвечают за задержку процесса развития речи. Это проявляется по причине расстройства зрительно-моторной координации и угнетения связности дорсального потока у людей, и, кроме этого, понижения взаимодействия с лобной долей КБП у людей с аутизмом.

РАЗДЕЛ 2. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Организация исследования

Данное исследование проводилось на базе Сакской Центральной районной больницы в 2022-2023 году. В исследовании принимали участие 18 человек в возрасте 17 – 25 лет (из них девять юношей и девять девушек).

2.2 Методика исследования

Нами проводилось от одного до трех исследований в день, и между каждым отдельным экспериментом были перерывы в течение 5-10 минут. Далее участник присаживался в кресло, на голову надевался специальный шлем для проведения записи ЭЭГ, далее, убедившись, что испытуемому комфортно и шлем надет правильно, мы начинали подключать электроды к голове испытуемого. Сначала участки головы, в которых должно было произойти дальнейшее подключение, обрабатывались спиртом, далее мы использовали датчик и наносили на него специальный гель для того, чтобы смогло произойти сопряжение датчика с электрическим потенциалом, поступающим из головного мозга испытуемого. После этого, по заданной схеме происходило подключение каждого конкретного датчика.

Регистрация ЭЭГ – активности осуществлялась по общепринятой методике с помощью современного электроэнцефалографа «Нейрон-Спектр-5».

Когда мы убедились, что все датчики считываются и все ритмы могут прослеживаться, начинали проводить эксперимент.

Для эксперимента нами были подобраны два текста, которые были предложены для прослушивания и восприятия. Данные тексты различались по стилистике – один из них был образный, а другой - абстрактный. Образный текст представлял из себя описание праздника. Второй текст был посвящен методике проведения некоторых фокусов, а именно, в тексте описывался фокус с монеткой в руке и метод его выполнения. В ходе прослушивания испытуемому предлагалось представить образы, возникающие у него при восприятии как одного, так и другого текстов.

Когда все данные участника (имя, фамилия, пол, возраст) были зарегистрированы, а также мы убеждались в том, что все датчики могут осуществлять запись, мы предлагали участникам расслабиться в течение нескольких минут, чтобы они могли настроиться на дальнейшее восприятие текстов. В ходе эксперимента мы чередовали два текста у разных испытуемых. Например, одному испытуемому мы зачитывали сначала текст с абстрактным содержанием, а далее – текст, содержащий описание образов движений, а следующему участнику наоборот – сначала зачитывался текст, содержащий описание образов движений, а далее – текст с абстрактным содержанием. Между двумя текстами были перерывы, которые длились 1-1,5 минуты. Промежуток между двумя текстами – наиболее важное для нас время, ведь тогда можно было

проследить состояние человека, которые позже мы назвали «фон» - перерыв в восприятии. Тогда для экспериментатора наилучшим образом прослеживается то, как испытуемый себя чувствует после прослушанного текста и какие процессы происходят в его головном мозге; как себя ведут отдельные конкретные ритмы и в какой степени они проявляются. Далее, после эксперимента мы сразу могли проследить интересные характеристики испытуемого, касающиеся его личности. Например, можно было увидеть, какое полушарие преобладает у данного конкретного индивида, и насколько чувствительной личностью он является. Насколько он может расслабиться (это мы могли проследить исходя из динамики альфа-ритма), или же он является достаточно тревожным человеком и расслабиться ему куда сложнее.

Во время записи ЭЭГ (рис.2.1) велась видео регистрация. Все тексты были воспроизведены в виде аудиозаписей, которые были записаны на диктофон.

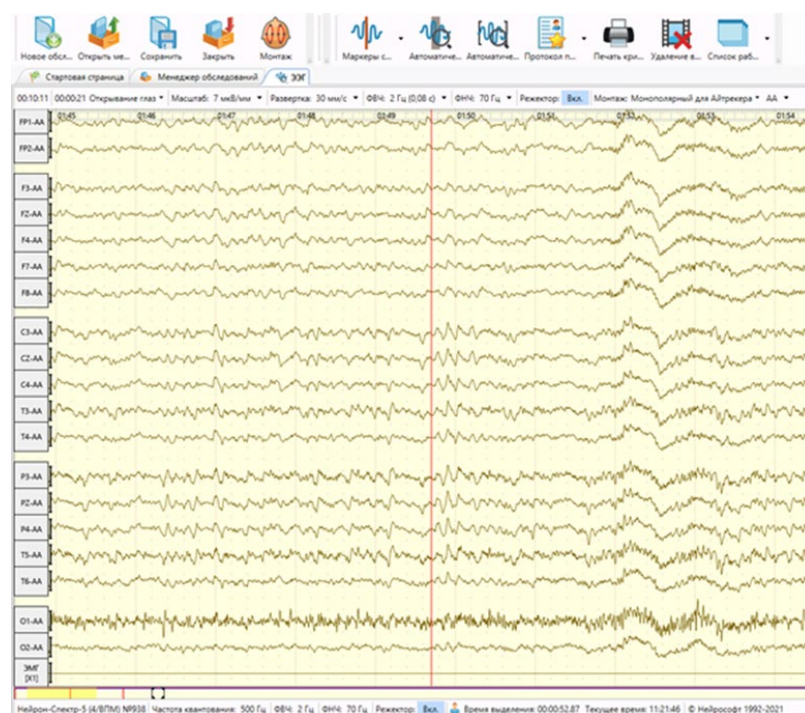


Рисунок 2.1—Пример записи ЭЭГ

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы STATISTICA v.10. Поскольку распределение показателей ЭЭГ не отличалось от нормального, для описания данных были использованы значения средних величин и стандартного отклонения. Анализ достоверности изменений ритмов ЭЭГ во время восприятия текстов по сравнению с фоном, а также различий при восприятии текстов проводили с использованием Т-критерия Стьюдента для попарно связанных зависимых выборок. Статистически значимыми считали различия при $p < 0.05$.

РАЗДЕЛ 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Регистрацию динамики ЭЭГ активности головного мозга осуществляли при прослушивании текстов образного и абстрактного содержания у 18 взрослых испытуемых. Во время регистрации ЭЭГ участники исследования находились в освещенной комнате в положении сидя в кресле. Сначала испытуемым предлагалось полностью расслабиться, в положении сидя, чтобы отследить активность альфа-ритма. После этого, испытуемым предлагалось заслушать поочередно два текста. Запись и того, и другого текстов проводилась при условии, что испытуемый находился с закрытыми глазами. В результате мы проследили, что графики заметно отличаются в зависимости от содержания прослушиваемого текста.

3.1. Результаты показателей ритмов ЭЭГ при восприятии текста абстрактного содержания

Результаты, полученные нами при обработке показателей ритмов ЭЭГ при восприятии текста абстрактного содержания, показаны нами в следующих таблицах.

Таблица 3.1.1

Амплитуда тета-ритма (мкВ) при восприятии текста абстрактного содержания

Отведение	Фон	Текст абстрактного содержания	Разница по сравнению с фоном (%)	p
F3	15,4±1,9	14,5±2,1	-5,8	0,01*
F4	15,6±2,2	14,7±1,9	-5,7	0,03*
C3	14,9±2,3	14,6±2,1	-2,0	0,37
C4	15,2±2,3	14,7±2,3	-3,3	0,14
T3	13,5±2,9	12,1±3,2	-10,4	0,01*
T4	13,2±2,1	12,9±2,3	-2,3	0,58
P3	15,2±3,3	14,4±2,9	-5,3	0,14
P4	15,3±2,7	14,9±3,1	-2,7	0,21
O1	14,4±4,7	13,6±4,6	-5,6	0,20
O2	14,6±4,1	14,2±4,4	-2,7	0,50

Примечание: * –p <0,05;

Таблица 3.1.2

Амплитуда альфа-ритма (мкВ) при восприятии текста абстрактного содержания

Отведение	Фон	Текст абстрактного содержания	Разница по сравнению с фоном (%)	p
F3	13,1±4,6	12,7 ± 4,9	-3,1	0,48
F4	13,2±4,6	13,0±4,7	-1,5	0,31
C3	14,2±5,0	13,9±5,2	-2,1	0,39
C4	13,97±4,8	13,7±5,0	-1,9	0,48
T3	11,82±4,0	11,4±4,1	-3,5	0,32
T4	12,2±3,8	12,0±3,9	-1,6	0,50
P3	17,3±8,1	16,8±7,6	-2,9	0,84
P4	18,2±9,5	17,6±9,4	-3,3	0,24
O1	22,8±13,6	21,2±11,6	-7,0	0,62
O2	23,4±12,4	21,9±11,6	-6,4	0,01*

Примечание: * – $p < 0,05$;

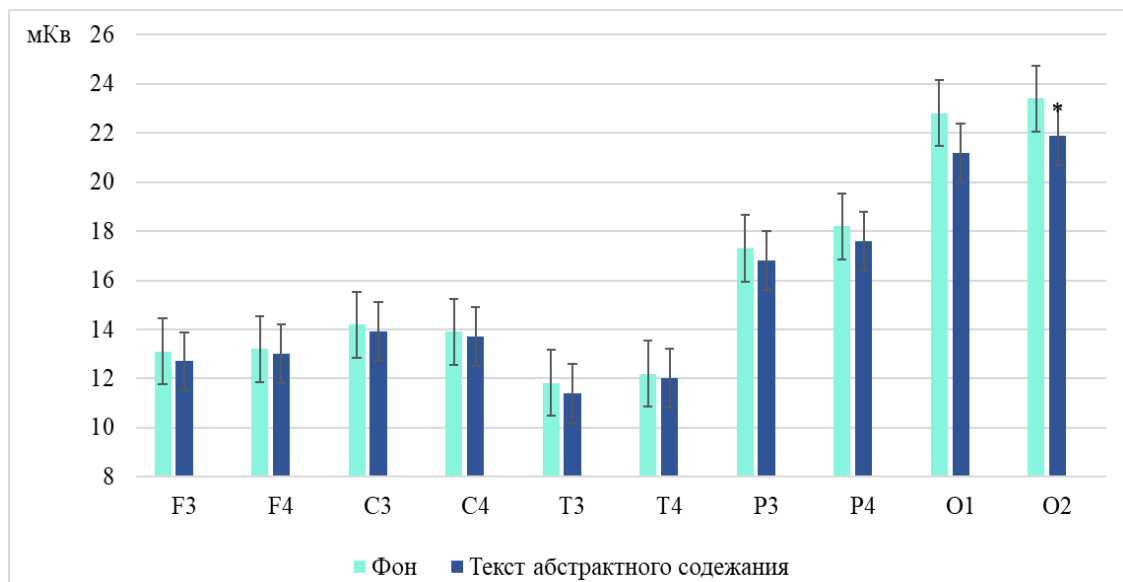


Рисунок 3.1 – Амплитуда альфа-ритма ЭЭГ в исходном состоянии и при прослушивании текста абстрактного содержания.

По горизонтали – отведения ЭЭГ, по вертикали – амплитуда ЭЭГ. Приведены средние и ошибки средних.

* – различия достоверны при $p < 0,05$

Таблица 3.1.3

Амплитуда бета-ритма (мкВ) при восприятии текста абстрактного содержания

Отведение	Фон	Текст абстрактного содержания	Разница по сравнению с фоном (%)	p
F3	6,7±2,4	6,7±2,5	0	0,90
F4	6,9±2,5	6,9±2,7	0	0,90
C3	7,1±2,6	7,1±2,7	0	0,97
C4	7,0±2,6	7,2±2,8	2,8	0,47
T3	5,9±1,7	6,1±1,8	3,3	0,24
T4	6,3±2,0	6,5±2,1	3,1	0,17
P3	8,4±3,7	8,2±3,5	-2,4	0,46
P4	8,4±3,7	8,5±3,9	1,2	0,38
O1	10,6±7,5	10,1±6,1	-4,7	0,27
O2	10,7±6,3	10,5±5,3	-1,9	0,73

Из приведенных выше данных видно, что у всех испытуемых во время прослушивания и восприятия текста абстрактного содержания наблюдается падение показателей тета- и альфа-ритмов. Бета-ритмы в период прослушивания и восприятия текста абстрактного содержания остаются неизменными или увеличиваются, но в большинстве случаев наблюдается падение показателей бета-ритмов.

Следует отметить, что тета-активность имеет частоту от 3,5 до 7,5 Гц и классифицируется как «медленная» активность. По своей природе тета-ритм связан с творчеством, интуицией, и фантазиями, кроме этого, тета-ритм отвечает за хранение воспоминаний, эмоций, ощущений в головном мозге человека. Тета-волны отлично проявляются и повышаются во время внутреннего сосредоточения, медитации, молитвы и духовного осознания. Кроме этого, данный ритм отражает состояние между бодрствованием и сном и относится к подсознанию. Считается, что тета-ритм также отражает активность лимбической системы и областей гиппокампа. Кроме всего, наблюдается при тревоге, поведенческой активации и поведенческом торможении. У здорового человека тета-ритм опосредует и/или способствует адаптивному, сложному поведению, такому как обучение и память. При необычных эмоциональных обстоятельствах, например, при стрессе или болезни, может возникнуть дисбаланс трех основных медиаторных систем, что приводит к аберрантному поведению.

Альфа-волны находятся между 8 и 12 (Гц). Альфа-волны имеют пик около 10 Гц. Хороший и здоровый альфа-ритм способствует умственной изобретательности, помогает умственной координации, усиливает общее чувство расслабления и усталости. В этом состоянии человек может двигаться быстро и эффективно, чтобы

выполнить любую задачу. Когда преобладает альфа-ритм, большинство людей чувствуют себя легко и спокойно. Это основной ритм, который может наблюдаться у здоровых людей при расслабленном состоянии – он присутствует на протяжении большей части жизни. Альфа-волны наблюдаются, когда человек бодрствует (маркер бодрствования и сна), но не активно обрабатывает информацию. Данный ритм проявляется сильнее всего в затылочной (затылочной) коре, а также в лобной коре. Связан он с экстраверсией (у интровертов проявляется в меньшей степени), творчеством (у творческих людей проявляется альфа-ритм в процессе прослушивания чего-либо) и умственной работой. Когда альфа-ритм находится в пределах нормы, то человек также склонен к тому, чтобы испытывать хорошее настроение, правдиво смотреть на мир и чувствовать спокойствие. Альфа-частота – одна из самых важных частот мозга для изучения и использования информации стимула.

Бета-активность – это «быстрая» активность. Имеет частоту 14 и более Гц. Он отражает десинхронизированную активную мозговую ткань. Обычно он виден с обеих сторон в симметричном распределении и наиболее заметен спереди. Он может отсутствовать или уменьшаться в зонах поражения коры.

Обычно он считается нормальным ритмом и является доминирующим ритмом у тех, кто бодрствует или беспокоится, или у кого открыты глаза.

Это состояние, в котором находится большая часть мозга, когда мы с открытыми глазами слушаем и думаем во время аналитического решения проблем, суждений, принятия решений, обработки информации об окружающем нас мире.

Таким образом, полученные нами результаты свидетельствуют о том, что при прослушивании текста абстрактного содержания у испытуемых наблюдалось падение альфа- и тета-ритма, что связано с описанием истории праздника, а это, в свою очередь, способно вызывать активацию когнитивных процессов: внимания, памяти и мышления. Данные ритмы возрастают только в том случае, если происходит успокоение и медитация.

3.2. Результаты показателей ритмов ЭЭГ при восприятии текста, содержащего образы движений.

Результаты, полученные нами при обработке показателей ритмов ЭЭГ при восприятии текстов, содержащего образы движений, показаны нами в следующих таблицах 3.2.1-3.2.3

Таблица 3.2.1

Амплитуда тета-ритма (мкВ) при восприятии текста, содержащего образы движений

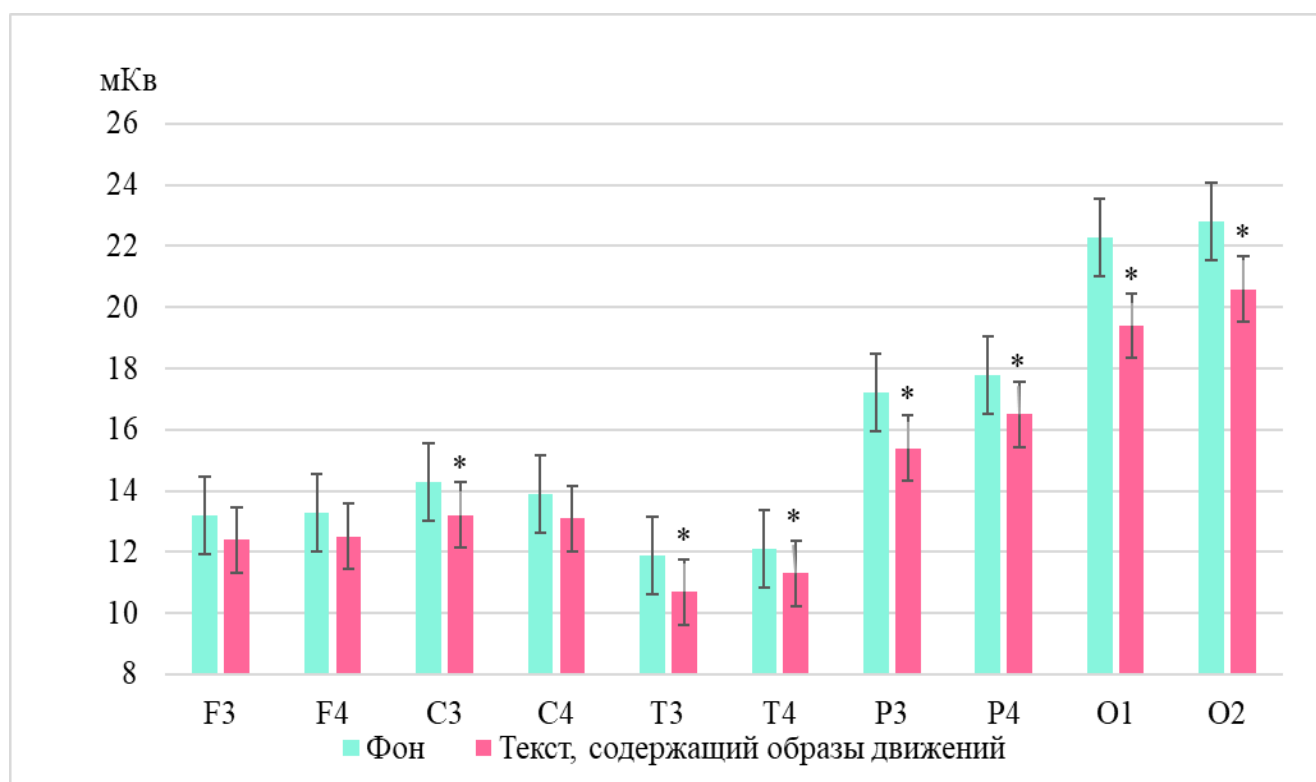
Отведение	Фон	Текст, содержащий образы движений	Разница по сравнению с фоном (%)	p
F3	15,7±2,4	15,1±2,7	-3,3	0,03*
F4	15,9±2,5	15,3±3,3	-3,8	0,15
C3	15,3±2,6	14,7±2,0	-3,9	0,18
C4	15,2±2,3	14,8±2,0	-2,6	0,20
T3	13,7±2,9	12,2±3,3	-10,9	0,01*
T4	13,3±2,1	12,9±2,3	-3,0	0,39
P3	15,4±3,3	14,2±2,2	-7,8	0,03*
P4	15,3±2,6	14,4±2,7	-5,8	0,05
O1	14,6±4,6	13,6±4,1	-6,8	0,08
O2	14,8±4,0	14,1±4,5	-4,7	0,28

Примечание: * –p <0,05;

Таблица 3.2.2

Амплитуда альфа-ритма (мкВ) при восприятии текста, содержащего образы движений

Отведение	Фон	Текст, содержащий образы движений	Разница по сравнению с фоном (%)	p
F3	13,2±4,5	12,4±4,9	-6,1	0,06
F4	13,3±4,5	12,5±4,9	-6,0	0,09
C3	14,3±4,8	13,2±5,0	-7,7	0,03*
C4	13,9±4,7	13,1±5,1	-5,7	0,05
T3	11,9±3,9	10,7±4,0	-10,1	0,02*
T4	12,1±3,7	11,3±4,0	-6,6	0,03*
P3	17,2±7,8	15,4±7,1	-10,4	0,02*
P4	17,8±9,3	16,5±9,3	-7,3	0,01*
O1	22,3±13,3	19,4±1,9	-13,0	0,01*
O2	22,8±12,3	20,6±11,6	-9,6	0,02*



Примечание: * – $p < 0,05$

Рисунок 3.2 – Амплитуда альфа-ритма (мВ) в исходном состоянии и при восприятии текста, содержащего образы движений

По горизонтали – отведения ЭЭГ, по вертикали – амплитуда ЭЭГ. Приведены средние и ошибки средних. * – различия достоверны при $P < 0,05$.

Таблица 3.2.3

Амплитуда бета-ритма (мВ) при восприятии текста, содержащего образы движений

Отведение	Фон	Текст, содержащий образы движений	Разница по сравнению с фоном (%)	p
F3	6,8±2,4	6,4±2,5	-5,9	0,04*
F4	6,9±2,5	6,6±2,6	-4,3	0,04*
C3	7,2±2,6	6,7±2,7	-6,9	0,04*
C4	7,0±2,5	6,8±2,7	-2,8	0,10
T3	6,0±1,7	5,7±1,9	-5,0	0,06
T4	6,2±1,9	6,3±1,9	-1,6	0,15
P3	8,4±3,6	7,8±3,4	-7,1	0,01*
P4	8,3±3,6	7,9±3,7	-4,8	0,03*
O1	10,5±7,3	9,6±5,7	-8,6	0,06
O2	9,5±6,2	9,7±4,8	2,1	0,15

Примечание: * – $p < 0,05$

Из данных таблиц видно, что у всех испытуемых во время прослушивания и восприятия текста, содержащего образы движений, наблюдается падение показателей тета- и альфа-ритмов. Бета-ритмы в период прослушивания и восприятия текста, содержащего образы движений, увеличиваются, но в большинстве случаев наблюдается падение показателей бета-ритмов.

Таким образом, полученные нами результаты свидетельствуют о том, что при восприятии текста, содержащего образы движений, также наблюдалось падение сенсомоторных альфа- и бета-ритмов, и мы это связываем не только с активацией когнитивных процессов, но и с тем, что дополнительно представлялись движения, которые были описаны в данном тексте.

3.3. Результаты сравнения показателей ритмов ЭЭГ при восприятии текста абстрактного содержания и текста, содержащего образы движений.

Результаты, полученные нами при сравнении показателей ритмов ЭЭГ при восприятии текста абстрактного содержания и текста, содержащего образы движений, отображены нами в следующих таблицах:

Таблица 3.3.1

Амплитуда тета-ритма (мкВ) при восприятии текста абстрактного содержания и текста, содержащего образы движений

Отведение	Текст абстрактного содержания	Текст образного содержания	Изменение амплитуды тета-ритма при восприятии текста образного содержания по сравнению с абстрактным (%)	p
F3	14,5±2,1	15,1±2,7	3,9	0,22
F4	14,7±1,9	15,3±3,3	3,9	0,94
C3	14,6±2,1	14,7±2,0	0,7	0,92
C4	14,7±2,3	14,8±2,0	0,7	0,87
T3	12,1±3,2	12,2±3,3	0,8	0,68
T4	12,9±2,3	12,9±2,3	0	0,44
P3	14,4±2,9	14,2±2,2	-1,4	0,67
P4	14,9±3,1	14,4±2,7	-3,4	0,27
O1	13,6±4,6	13,6±4,1	0	0,87
O2	14,2±4,4	14,1±4,5	-0,7	0,89

Таблица 3.3.2

Амплитуда альфа-ритма (мкВ) при восприятии текста абстрактного содержания и текста, содержащего образы движений

Отведение	Текст абстрактного содержания	Текст образного содержания	Изменение амплитуды альфа-ритма при восприятии текста образного содержания по сравнению с абстрактным (%)	p
F3	12,7 ± 4,9	12,4 ± 4,9	-2,4	0,16
F4	13,0 ± 4,7	12,5 ± 4,9	-3,8	0,27
C3	13,9 ± 5,2	13,2 ± 5,0	-5,0	0,08
C4	13,7 ± 5,0	13,1 ± 5,1	-4,4	0,19
T3	11,4 ± 4,1	10,7 ± 4,0	-6,1	0,03*
T4	12,0 ± 3,9	11,3 ± 4,0	-5,8	0,14
P3	16,8 ± 7,6	15,4 ± 7,1	-8,3	0,03*
P4	17,6 ± 9,4	16,5 ± 9,3	-6,3	0,04*
O1	21,2 ± 11,6	19,4 ± 1,9	-8,5	0,08
O2	21,9 ± 11,6	20,6 ± 11,6	-5,9	0,23

Примечание: * – p < 0,05

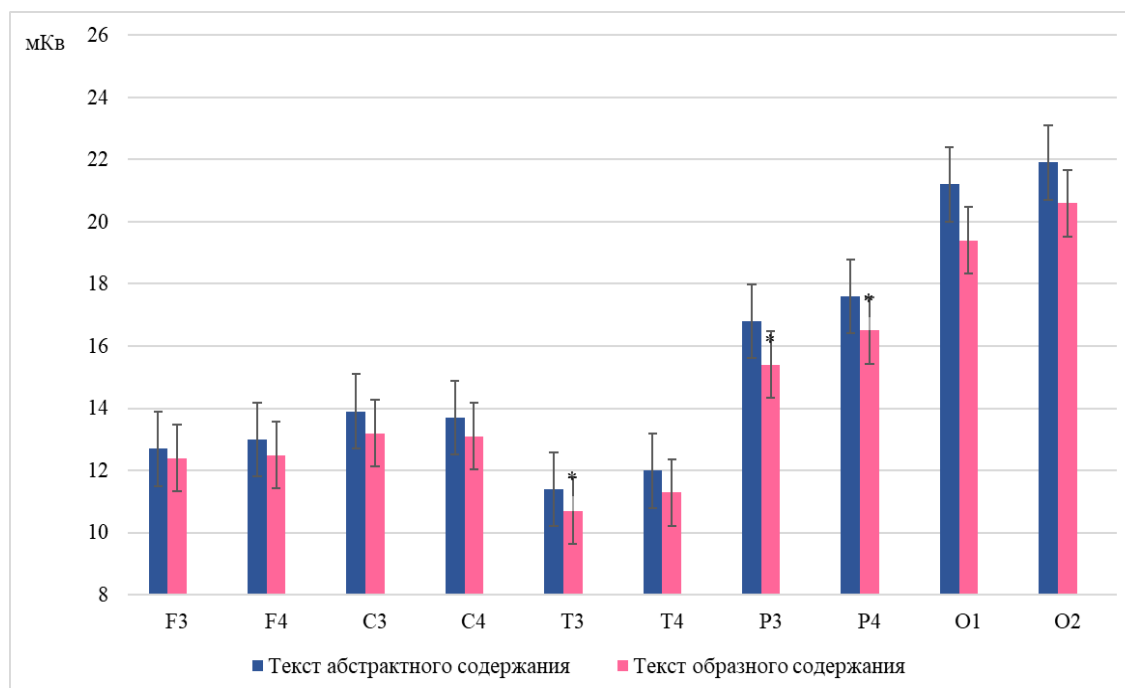


Рисунок 3.3 – Амплитуда альфа-ритма (мкВ) при восприятии текста абстрактного содержания и текста, содержащего образы движений

По горизонтали – отведения ЭЭГ, по вертикали – амплитуда ЭЭГ. Приведены средние и ошибки средних.

* различия достоверны при $p < 0,05$

Таблица 3.3.3

Амплитуда бета-ритма (мкВ) при восприятии текста абстрактного содержания и текста, содержащего образы движений

Отведение	Текст абстрактного содержания	Текст образного содержания	Изменение амплитуды бета-ритма при восприятии текста образного содержания по сравнению с абстрактным (%)	p
F3	6,7±2,5	6,4±2,5	-4,5	>0,01**
F4	6,9±2,7	6,6±2,6	-4,3	0,01*
C3	7,1±2,7	6,7±2,7	-5,6	0,01*
C4	7,2±2,8	6,8±2,7	-5,5	0,01*
T3	6,1±1,8	5,7±1,9	-6,5	>0,01**
T4	6,5±2,1	6,3±1,9	-3,1	0,01*

P3	8,2±3,5	7,8±3,4	-4,9	0,01*
P4	8,5±3,9	7,9±3,7	-7,0	>0,01**
O1	10,1±6,1	9,6±5,7	-4,9	0,04*
O2	10,5±5,3	9,7±4,8	-7,6	0,01*

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

Из сравнительных данных, представленных нами в данных таблицах, были выявлены следующие различия: при восприятии текста образного содержания наблюдалось более сильное падение ритмов. Мы предполагаем, что такая динамика могла быть вызвана активацией системы зеркальных нейронов, то есть испытуемые пытались подсознательно «имитировать» сложные движения, которые описывались в данном тексте. Если говорить про текст абстрактного содержания, то из таблицы можно заметить, что в процессе его восприятия также наблюдалось падение ритмов, но в меньшей степени.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведения экспериментального исследования выявлены особенности нейрофизиологических механизмов обработки речевой информации при восприятии текстов с абстрактным и образным содержанием. Обнаруженные различия связаны с активацией системы зеркальных нейронов при восприятии текстов, включающих описание сложных двигательных последовательностей.

2. При восприятии текста абстрактного содержания у испытуемых наблюдалось статистически значимое снижение амплитуды альфа-ритма (отведения О1 на 6,4%, О2 на 7,0%) и тета-активности (отведения F3, F4, Т3 на 5,7-10,4%), что связано с активацией когнитивных процессов – внимания, памяти и мышления.

3. При восприятии текста, содержащего образы движений, наблюдалось статистически значимое падение тета-ритма (отведения О1, Р3, Т3 6,8-10,9%) сенсомоторного альфа-ритма (отведения С3, Т3, Р3, О1, О2 на 7,7-13,0%) и бета-ритма (отведения Р3, О1 на 7,1-8,6%). Падение амплитуды альфа-ритма обусловлено активацией системы зеркальных нейронов при внутренней репрезентации движений у испытуемых.

4. Выявлены различия ЭЭГ при восприятии текстов абстрактного и образного содержания, однако при восприятии текста образного содержания наблюдалось более сильное падение ритмов, а именно при сравнении текстов наблюдалось снижение тета-ритма ЭЭГ при прослушивании текста образного содержания (отведение Р4 на 3,4%), альфа ритма (отведения Р3, Р4, О1 на 6,3-8,5%), бета-ритма (отведения Т3, Р4, О2 на 6,5-7,6%), что соответствует выдвинутой нами ранее гипотезе. Различия в динамике ЭЭГ при восприятии указанных текстов обусловлены особенностями когнитивных механизмов переработки информации разного содержания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров, М.В. Электроэнцефалография / М.В. Александров, Л.Б. Иванов, С.А. Лытаев. – Санкт-Петербург.: Спецлит, 2020. – 244 с.
2. Бехтерева, Н.П. Мозговые коды психической деятельности / Н. П. Бехтерева, П.В.Бундзен, П.В., Ю.Л. Гоголицын. – Л.: Наука, 1977. – 254 с.
3. Блум, Ф. Мозг, разум и поведение / Ф. Блум Ф., А. Лайзерсон, Л. Хофстедтер. – М.: Мир, 1988. – 144 с.
4. Данилова, Н.Н. Физиология высшей нервной деятельности / Н.Н. Данилова А. Л. Крылова –М.: МГУ, 1989. – 347 с.
5. Лурия, А.Р. Основные проблемы нейролингвистики / А.Р. Лурия. – М.: МГУ, 1975. – 304 с.
6. Михайлова, А.А., Реактивность мю-ритма при наблюдении и выполнении действий у детей раннего возраста, имеющих разный уровень развития рецептивной речи / А.А. Михайлова, Ю.О. Дягилева Ю.О., В.Б. Павленко // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. – 2020. – Т. 70, №3. С.422-432.
7. Морозов, В.П. Восприятие речи. Вопросы функциональной асимметрии мозга / В.П. Морозов, И.А. Вартамян И.А., И.И. Галунов. –Л.: Наука, 1988. – 135 с.
8. Соколов, А. Н. Внутренняя речь и мышление / А.Н. Соколов. – Издательство ЛКИ, 2007. – 248 с.
9. Чистович, Л.А. Физиология речи. Восприятие речи человеком / Л.А. Чистович, А.В. Венцов, М.П. Гранстрем. – Л.: Наука, 1976. – 248 с.
10. Чувилев, Н.В. Современное развитие электроэнцефалографии в экспериментальной физиологии / Н.В. Чувилев // Медико- биологические аспекты адаптации и социализации: сб. науч. трудов. – М., 2006. – С. 80-82.

СПИСОК ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ

Нейрофизиология - наука, изучающая функции нервной системы; процессы кодирования, передачи и обработки информации в нейронах; механизмы системных функций, лежащие в основе поведения человека и животных.

Электроэнцефалограммы (ЭЭГ) – активности головного мозга человека при восприятии текстов различного содержания.

Электроэнцефалография – это один из способов нейрофизиологического обследования состояния головного мозга, с помощью данного исследования можно проанализировать динамику активности нейронов, которая имеет связь с током во внеклеточной области, генерируемым местными полевыми потенциалами.

Ритм – это понятие, которое применяется в одном из разделов физиологии – электрофизиологии. Данный термин используется для того, чтобы охарактеризовать повторяющуюся активность ЭЭГ, которая протекает непрерывно.

Альфа-ритм – это «иллюстративное» понятие, в котором альфа имеет отношение к зрелой нормальной частоте, присутствующей в альфа-диапазоне от 8 до 13 в секунду. Важно обозначить то, что понятие альфа-ритм нужно отличать от «альфа-частоты», характеризующей спад активности ЭЭГ от 8 до 13 раз в секунду.

«Мю» ритм похож на двенадцатую букву греческого алфавита, его также называют «роландический» ритм. Данный ритм имел различные названия, исходя из его коркового происхождения: «прецентральный альфа-ритм», «роландический альфа-ритм», «центральный альфа-ритм», а также «соматосенсорный альфа-ритм». Кроме этих названий, другие могут включать в себя «альфоидную активность», «аркадный ритм» и «гребенчатый ритм», вытекающие из его морфологии.

Бета-ритм (бета-активность) - наблюдается в пределах 13-30 Гц в ходе бодрствования у взрослых и детей. В наибольшей степени он обнаруживается в центральных и лобных отведениях, и характеризуется низкой амплитудой (10-20 мкВ), а также, как правило, является симметричным. Кроме этого, бета-активность допускается в более глубоких стадиях сна.

Система 10-20 Международной федерации – это международно-признанный метод, использующий анатомические ориентиры для стандартизации размещения электродов электроэнцефалографии (ЭЭГ).

Нейрональная синхронизация-проявляется в структуре реакций ЭЭГ, является механизмом, при помощи которого мозг систематизирует разного рода виды вербальных данных (например, фонологический, орфографический, смысловой и синтаксический материал), предложенные в различных структурах мозга.