

Секция «Психофизиология, когнитивные нейронауки и искусственный интеллект»

Реактивность тета- и альфа-ритмов в процессе восприятия речевых высказываний и её связь с уровнем интеллекта

Научный руководитель – Павленко Владимир Борисович

Португальская Арина Андреевна

Студент (магистр)

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, Россия

E-mail: a.portugalskaya@gmail.com

В основе тестов для измерения интеллекта лежит предположение о том, что существует взаимосвязь между его функционированием и лингвистическими навыками. Однако вопрос о соотношении речевого и интеллектуального развития остаётся частично изученным. Одной из причин этого является недостаточное понимание нейро- и психофизиологических основ переработки речевой информации. Для изучения механизмов такой переработки используется регистрация и последующий анализ электроэнцефалограммы (ЭЭГ), по изменениям ритмов которой можно судить об особенностях восприятия и осознания речевых высказываний [3].

На сегодняшний день выявлено наличие связи между зеркальной системой мозга (ЗСМ) и речевыми процессами, однако её специфика требует дальнейшего изучения. Из работ современных исследователей известно, что ЗСМ идентифицируется при наблюдении и повторении движений. Так, в частности, в исследовании Лебедевой Н.Н. и соавторов была выявлена десинхронизация мю-ритма ЭЭГ во время наблюдения, представления и выполнения различных движений, свидетельствующая об активации СЗН [1].

Целью настоящей работы являлось выявление связи реактивности тета- и альфа-ритмов в процессе восприятия речевых высказываний с уровнем интеллекта. В исследовании приняли участие 25 здоровых взрослых испытуемых, студентов КФУ им. В.И. Вернадского (10 мужчин и 15 женщин 18-35 лет). В ходе эксперимента были выявлены ЭЭГ-корреляты активности ЗСМ при выполнении движений и наблюдении за ними (десинхронизация мю-ритма), а также реактивность соответствующих ритмов ЭЭГ (тета- и альфа-) при переработке речевой информации. Областью интереса были выбраны височные области неокортекса, отвечающие за восприятие речи (отведения Т5, Т6), и, регионы моторной и сенсомоторной коры (отведения С3, С4), отвечающие за управление собственными движениями и восприятие движений других людей. Невербальный и общий интеллект участников были определены с помощью теста Векслера.

Регистрация ЭЭГ производилась в три этапа: в процессе наблюдения за видеозаписью движений руки на экране, при повторении представленных на экране движений и во время восприятия аудиозаписей стихотворений. Каждый участник с закрытыми глазами прослушал три варианта стимульного материала длительностью по 17 с. Первая аудиозапись представляла собой подлинный фрагмент стихотворения И. Бродского «Воспоминания», включающий в себя фразу «Я поднимаю руки и голову поднимаю». Во втором аудио данный фрагмент был заменён на абсурдный в данном контексте: «Я оббегаю руки и голову оббегаю». В третьем случае указанное выше выражение было заменено не подходящим по смыслу выражением «Я поднимаю рейтинг и статус свой поднимаю». Эффект последовательности был нейтрализован путём предъявления аудиозаписей в различном порядке. Для повышения концентрации внимания перед участниками исследования была поставлена задача определения настоящего стихотворения И. Бродского. В предъявляемой инструкции также отмечалось, что особое внимание следует обращать на глаголы.

Для анализа данных были использованы методы математической статистики, вейвлет-преобразование и спектральный анализ. ЭЭГ, записанная в процессе восприятия фрагментов стихотворений, была экспортирована в edf-формате и обработана с помощью вейвлет-анализа (вейвлет Хаара) в программе «Нейрон-Спектр.NET» версии 1.6.4.3 (ООО «Нейрософт», г. Иваново. Следует отметить, что вейвлет-преобразование было выбрано исходя из следующих соображений: его математический аппарат, переводя сигнал из временного представления в частотно-временное, позволяет определить изменения ритмов ЭЭГ с относительно высоким временным разрешением вплоть до десятых долей секунды [2].

Анализ 2D-графиков вейвлет-преобразований позволил выявить более яркую реактивность рассматриваемых ЭЭГ-ритмов в случае предъявления стимульного материала первого и второго типа. Были рассчитаны индексы реактивности (ИР) для выражений «я поднимаю руки», «я оббегаю руки» и «голову поднимаю», «голову оббегаю». При восприятии адекватного словосочетания была выявлена десинхронизация в диапазоне альфа-ритма (средние значения ИР для группы испытуемых имели отрицательные значения). При восприятии абсурдного словосочетания наблюдалась обратная ситуация - синхронизация ЭЭГ в указанном частотном диапазоне (торможение в центральных и височных областях коры). В ходе исследования были выявлены изменения в тета-ритме ЭЭГ, требующие дальнейшего изучения и интерпретации.

Показатели ИР альфа-ритма ЭЭГ при восприятии словосочетания «Я поднимаю руки» значимо коррелировали с уровнем вербального интеллекта ($r = -0,447$ при $p = 0,025$). Чем сильнее подавлялась мощность мю-ритма ЭЭГ в центральных отведениях, тем выше были показатели интеллекта. Таким образом наибольшую активацию ЗСМ при восприятии правильной фразы демонстрировали испытуемые с наиболее высокими показателями интеллекта. Также обнаружена связь между реактивностью альфа-ритма при восприятии речевого сообщения, описывающего движение рук, и значениями субтеста «Шифровка» невербального интеллекта ($r = -0,542$ при $P = 0,005$). Данный субтест отражает зрительно-моторные способности человека. Для реактивности ритмов ЭЭГ при восприятии абсурдной фразы «Я оббегаю руки» таких взаимосвязей не обнаружено. Полученные результаты рассматриваются как свидетельство участия ЗСМ в восприятии и осознании речевых сообщений, описывающих физические действия человека.

Источники и литература 1. Лебедева Н.Н. Зеркальная система мозга при наблюдении, выполнении и представлении моторных задач - нейрофизиологическое отражение восприятия чужого сознания/ Лебедева, Е. Д. Каримова, В. В. Карпычев, В. Ю. Мальцев//Журнал высшей нервной деятельности. - 2018. - Т. 68, Вып. № 2. - С. 204-215.

2. Филипский Ю.К. Сравнительный анализ частотно-временных методов обработки сигналов/ Ю.К. Филипский, А.Р. Агаджанян// Труды Одесского политехнического университета. - 2009. - вып. №1(33) - 2(34). - С. 175-179.

3. Lam N.H. Neural activity during sentence processing as reflected in theta, alpha, beta, and gamma oscillations/ N.H. Lam, J. Schoffelen, J. Uddén, A. Hultén, P. Hagoort // NeuroImage. - 2016. - Vol. 142. - P. 43-54.