

Секция «Психофизиология, когнитивные нейронауки и искусственный интеллект»

**Функционирование системы поддержания равновесия условиях зрительно-вестибулярного конфликта, смоделированного с помощью системы виртуальной реальности CAVE**

**Научный руководитель – Ковалёв Артём Иванович**

*Ганичева Анна Алексеевна*

*Аспирант*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет психологии, Кафедра психофизиологии, Москва, Россия

*E-mail: annaganicheva16@gmail.com*

В настоящем исследовании мы изучали изменения системы поддержания равновесия в условиях зрительно-вестибулярного конфликта - теоретически возникающего рассогласования между стимулами, поступающими от зрительной и вестибулярной систем, которое может приводить к таким симптомам, как головокружение, тошнота, головная боль, дезориентация в пространстве. Данное состояние может возникать в транспорте, а также в набирающих популярность системах виртуальной реальности. Механизмы конфликта до конца не изучены, однако в него вовлечены зрение, вестибулярный аппарат и проприорецептивная система. В данной работе речь идёт о проприорецептивной составляющей, поскольку в спокойной стойке баланс регулируется без активного участия вестибулярной системы (Скворцов, 2010).

Рассматривается воздействие виртуальной среды в проекционной системе CAVE на систему поддержания равновесия человека. Параметры поддержания равновесия определялись с помощью стабилметрической платформы.

В исследовании приняли участие 17 человек - 15 девушек и 2 юноши. Средний возраст - 18,5 лет. Все участники не имели проблем с опорно-двигательным аппаратом.

*Стабилметрический тест*

Для проведения стабилметрического теста использовалась стабилметрическая платформа ST-150 (частота сбора данных с датчиков - 30 Гц). Постановка стоп - свободная.

*Виртуальная среда*

Исследование было проведено на проекционной системе виртуальной реальности CAVE. В качестве виртуальной среды был использован виртуальный оптокинетический барабан - двигающиеся с разными скоростями вертикальные чёрные и белые полосы размером по 12 угловых градусов. Движение полос - против часовой и по часовой стрелке; скорость - 30, 45, 60 угловых градусов в секунду; две повторности для каждого варианта вращения, длительность одного вращения - 1 минута. Во время вращения среды проводилась запись стабилметрических показателей (платформа размещалась внутри CAVE, испытуемый вставал на неё и должен был наблюдать за вращением полос).

*Оптокинетический тест*

До и после воздействия виртуальной среды был проведён оптокинетический тест - стабилметрическая запись при демонстрации экрана с вертикальными чёрными и белыми полосами, движущимися вправо и влево (30 секунд в одну сторону, 25-секундная пауза, 30 секунд в другую сторону).

*Обработка данных*

Для статистической обработки данных использовался метод множественных сравнений по критерию Краскелла-Уоллиса. Различия считались значимыми при р-значении менее 0,05.

*Результаты*

Стоит отметить, что в целом у всех испытуемых наблюдаются нормальные значения доминирующих частот: анализ спектра частот говорит о том, что наблюдаемые значения меньше 2 Гц, высокочастотные компоненты представлены мало.

Значимые различия обнаружены по параметру длина стадокинезиограммы между значениями до вращений (при выполнении оптокинетического теста до теста в CAVE) и во время вращений ( $p < 0.05$ ), а также после вращений и во время вращений. При этом значения до вращений и после вращений (в оптокинетических тестах) не отличаются. Вероятно, это может говорить либо о достаточно быстром восстановлении системы поддержания равновесия после ситуации зрительно-вестибулярного конфликта (между тестом в виртуальной реальности и оптокинетическом тестом проходило не более 3 минут), либо о том, что система CAVE недостаточно моделирует данный конфликт. Также, были получены значимые различия по параметру индекс энергозатрат. Стоит отметить, что индекс энергозатрат не однозначно принимается научным сообществом. Он не может отражать реальные энергозатраты организма, которые зависят от многих факторов, а определяется как сумма приращений кинетических энергий тела, вычисленных при каждом элементарном перемещении общего центра давления (Кубряк, Гроховский, 2015).

Полученные индивидуальные описательные статистики могут свидетельствовать о существующих индивидуальных различиях, однако учесть в рамках данного исследования не представляется возможным. Имеет смысл только отметить, что испытуемые находились в одинаковых условиях, исследования проводились примерно в одно и то же время (в первой половине дня и днём), однако начальные условия были различны, так как начальное состояние испытуемых было различным.

Таким образом, изменения в работе системы поддержания равновесия в условиях зрительно-вестибулярного сенсорного конфликта, вероятно, быстро нивелируются при возвращении в обычное состояние, однако для подтверждения данного предположения требуется обеспечить одинаковые начальные условия для устранения различий в состоянии испытуемых до проведения исследования.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ 19-18-00474.

### Источники и литература

- 1) Кубряк О.В., Гроховский С.С. Изменение параметров вертикальной позы человека при демонстрации разных изображений // Физиология человека. - 2015. - Т.41. - №2. - с. 60-63.
- 2) Скворцов Д.В. Стабилометрическое исследование: краткое руководство / Д.В.Скворцов – М.: Маска, 2010. – 174 с.

### Иллюстрации



Рис. 1. Проведение исследования в системе виртуальной реальности CAVE

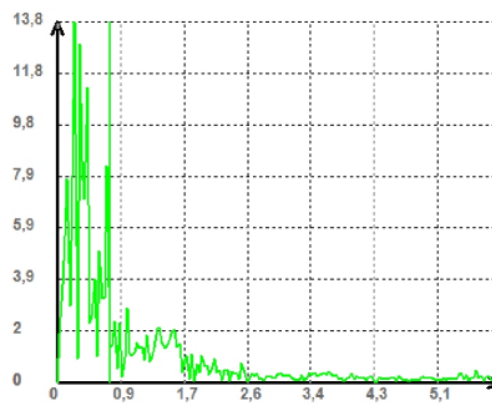


Рис. 2. Пример фронтальной АЧХ стабилометрической записи



Рис. 3. Пример сагитальной АЧХ стабилометрической записи