

Секция «Психология»

Исследование нарушений вестибулярного аппарата человека при помощи технологии виртуальной реальности.

Ковалёв Артём Иванович

Студент

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

E-mail: artem.kovalev.msu@mail.ru

Актуальность исследований восприятия собственных движений тела человека вызвана важностью их результатов для различных областей науки и практики: психологии, физиологии, медицины. Однако, в традиционных исследованиях функциональных систем, обеспечивающих адекватное восприятие положения собственного тела человека в пространстве, зрительное восприятие рассматривалось, в основном, как канал обратной связи, благодаря которому осуществляется коррекция выполняемого движения [1]. В связи с этим, наибольшее внимание уделялось изучению процессов передачи и анализа вестибулярных сигналов от полукружных каналов и проприоцептивной информации от сухожилий и мышц, которые обозначались как «bottom-up» процессы. В рамках экологического подхода [2] была высказана гипотеза о тесном взаимодействии систем зрительной перцепции и вестибулярного аппарата. Демонстрацией этих идей явился эксперимент Дж. Гибсона с «летающей комнатой». Были получены и нейрофизиологические данные, подтвердившие эту гипотезу: исследования с использованием ФМРТ методики [3] показали, что активация зоны V5 коры головного мозга, ответственной за слежение за движущимися объектами, в том числе за частями тела, совпадает по времени и пространственной локализации с активацией теменных отделов, связанных с вестибулярной функцией.

Новые возможности для изучения взаимодействия работы зрительной и вестибулярной систем предоставляют технологии виртуальной реальности, с помощью которых можно исследовать не только влияние физических аспектов зрительной стимуляции («bottom-up» процессы), но и влияние когнитивных механизмов («top-down» процессы) формирования представления о положении своего тела в пространстве [4].

Целью планируемого исследования является оценка нарушения вестибулярной функции на выполнение двигательных («bottom-up» процессы) и когнитивных («top-down» процессы) задач в условиях иллюзии вращения тела человека в различных направлениях. Гипотеза состоит в том, что вращение окружающей обстановки – виртуальной комнаты – вызовет иллюзию вращения собственного тела, что приведет к нарушению вестибулярной функции, что, в свою очередь, отразится на решении двигательных (нарушения координации конечностей тела) и когнитивных (нарушение процессов памяти, внимания, восприятия) задач. Предполагается, что потеря равновесия по-разному проявится в решении двигательных и когнитивных задач. Для создания нарушений вестибулярного аппарата будет использоваться зрительный феномен индукции собственного движения, приводящий к иллюзорному ощущению собственного движения при движении внешнего окружения. Этот феномен, впервые описанный Э. Махом, появляется в том случае, когда стимуляция занимает большую часть зрительного поля и перемещается глобально.

Это свойство можно смоделировать и реализовать с помощью технологии виртуальной реальности типа CAVE-системы. В настоящее время на факультете психологии МГУ установлено такое оборудование, состоящее из четырёх больших плоских квадратных экранов, соединенных в куб, на которые проецируются стерео-изображения. Длина сторон каждого экрана составляет около 2.5 метров. Для формирования стереовосприятия используются активные затворные очки. Для взаимодействия с окружающими виртуальными объектами, а также для перемещения в виртуальном пространстве используется фластик (трехмерная мышь). Положение очков и фластика внутри CAVE отслеживается инфракрасными камерами по специальным светоотражающим датчикам. Система работает под управлением 5 компьютеров: 4 компьютера рассчитывают изображения для каждого экрана, и один мастер-компьютер обеспечивает их синхронизацию и работу систем трекинга положения наблюдателя в системе виртуальной реальности. Программное обеспечение представлено специальным приложением в среде VirTools 4.0 [5].

Для исследования влияния нарушений вестибулярной функции на двигательные и когнитивные задачи предполагается использовать разные типы вращения виртуальной комнаты вокруг наблюдателя: вращение по горизонтали, по вертикали и качание виртуальной комнаты в случайном направлении. Предполагаемое время вращения каждого типа составляет 5 мин. Для оценки влияния нарушений вестибулярной функции на решение двигательных задач будет применяться методика «попадания в цель». До вращений, а также после каждого из них испытуемому будет предложено «попасть» с помощью луча фластика в 5 последовательно появляющихся мишеней, состоящих из центра и периферии, и удерживать положение луча в центре мишени в течение 5 с. Успешное решение этой задачи приводит к исчезновению данной и появлению следующей мишени. Локализация мишеней будет проходить в пределах 20 угл. град. в случайно выбранных точках. Время нахождения луча фластика на периферии мишени, а также его отклонения от центра будут являться количественной мерой нарушения координации. Для оценки влияния нарушений вестибулярной функции на решение когнитивных задач будет применяться методика «обнаружения целевого стимула». Испытуемому будут предъявляться движущиеся объекты, имеющие различную форму и цвет. Его задачей будет опознание целевого стимула. Момент опознания будет определяться нажатием испытуемого кнопки на флатике. Вероятность пропуска целевого стимула будет являться мерой нарушения когнитивных функций. Кроме этого будет вестись наблюдения за движениями тела испытуемого, и произведён анализ самоотчётов.

В качестве испытуемых планируется пригласить студентов факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова. Все они должны обладать нормальным или скорректированным зрением, а также не иметь клинических заболеваний, связанных с работой вестибулярного аппарата.

В качестве ожидаемых результатов планируется получить различия в решении двигательных и когнитивных задач при нарушении вестибулярного аппарата под воздействием разного типа вращения виртуальной комнаты. Степень нарушения будет выражена во временных показателях нахождения луча фластика на периферии и в центре мишеней, а также в изменении вероятности опознания целевых стимулов. Кроме этого, из самоотчётов ожидается получить информацию о степени погружённости испытуе-

мых в виртуальную среду.

Таким образом, данное исследование должно продемонстрировать эффективность использования систем виртуальной реальности для изучения нарушения процессов решения двигательных и когнитивных задач при нарушениях вестибулярного аппарата. Полученные нами данные помогут моделировать взаимодействия двигательных и когнитивных процессов человека в экстремальных условиях.

Литература

1. Бернштейн Н.А. О построении движений. М., 1947.
2. Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. М., 1988
3. Никколс Джон, Мартин Роберт, Валлас Брюс, Фукс Пол. От нейрона к мозгу. Изд.2-е – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 672 с.
4. Bernhard Riecke, Jorg Schulte-Pelkum, Marios N. Avraamides, Markus Von Der Heyde, Heinrich H. Bulthoff. Cognitive Factors Can Influence Self-Motion Perception (vection) in Virtual Reality. Max Planck Institute for Biological Cybernetics. ACM Transactions on Applied Perception, Vol. 3, No. 3, July 2006, Pages 194–216.
5. 3DVIA Virtools - Dassault Systèmes: <http://www.3ds.com/products/3dvia/3dvia-virtools/>