

Д. В. Парамонов, С. В. Смянович
**ПАРАМЕТРЫ САККАДИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ В УСЛОВИЯХ
ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ВИЗУАЛЬНЫХ ПОМЕХ**

Научный руководитель: д-р мед. наук, проф. А. И. Кубарко,

Кафедра нормальной физиологии,

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Резюме. В данной работе исследованы временные характеристики саккадических движений глаз студентов БГМУ.

Ключевые слова: саккады, нейрофизиология движений глаз.

Resume. In this article the temporal characteristics of saccadic eye movements of BSMU students have been analyzed.

Keywords: saccade, neurophysiology of eye movements.

Актуальность. В организацию и осуществление произвольных и рефлекторных саккадических движений глаз вовлечены многие нейронные центры и пути головного мозга, функция которых должна быть точно скоординирована. Нарушение такой координации при развитии патологических процессов в центральной нервной системе сопровождается изменениями точности, скорости, слитности и других параметров саккад. В связи с этим исследование саккадических движений глаз является важным методом для оценки функционального состояния структур и областей мозга, вовлекаемых в восприятие сенсорных сигналов, формирование моторных программ и осуществление саккадических движений глаз [1].

Цель: анализ временных параметров саккадических движений глаз и оценка вклада внешних визуальных помех в совершение ошибок при выполнении саккад.

Материал и методы.

Исследование саккадических движений глаз проведено у 25 здоровых студентов БГМУ, не предъявлявших жалоб на состояние зрения. Запись движений глаз осуществлялась методом электроокулографии: существующая между роговицей и сетчаткой глаз разность потенциалов отводилась неполяризуемыми электродами от надбровного участка кожи лба и кожи висков, граничащей с краем орбиты глаз, усиливалась усилителем биопотенциалов и после преобразования аналогового сигнала в цифровой, подавалась для анализа и записи на вход компьютера. Записи извлекались из памяти компьютера и анализировались с помощью компьютерной программы Lines.

Испытуемых просили зафиксировать голову на специальной подставке для подбородка и следить глазами за перемещением визуального стимула в виде светового пятна на экране монитора. Стимул совершал скачкообразные движения из центра экрана (0x0y) на расстояние 20° по горизонтальной оси и возвращался в исходную координату. Перемещения стимула на экране осуществлялись либо на фоне его равномерного затемнения либо на фоне затемнения и наличия помех в виде множества других небольших по размеру точек, двигавшихся с периферии экрана к его центру. Участник эксперимента должен был в зависимости от направления смещения стимула с максимальной скоростью переместить взгляд в точку (20x0y) или (-20x0y), зафиксировать взгляд на стимуле в боковой координате и вернуться в

исходную точку (0x0y). При этом, визуального стимула на момент возвращения взора в центр экрана, там не было и испытуемый совершал возвратную (центрипетальную) саккаду в исходную точку расположения визуального стимула по памяти, а центрифугальные саккады осуществлялись в ответ на предъявление визуального стимула. При проведении анализа записей саккад оценивались: их латентный период, длительность саккад, точность выполнения в соответствии с полученной инструкцией, наличие ошибок и характер их исправления.

Результаты и их обсуждение. Как правило, испытуемые выполняли движения глаз в точности с полученной инструкцией, осуществляя их поворот в сторону смещения визуального стимула. Однако, точность выполнения саккад достигалась не всегда и нередко испытуемые совершали избыточные (гиперметричные) или недостаточные по амплитуде - гипометричные саккады, которые исправлялись коррекционными саккадами. Одной из главных характеристик саккадического движения является латентный период – время от момента смещения стимула в новую координату до начала саккад. Он включает в себя время на восприятие зрением визуальной информации, передачу ее в зрительную кору мозга, обработку, формирование команды на поворот глаз и ее передачу в глазодвигательные центры и далее к наружным мышцам глаз. Длительность саккады отражает время, необходимое для перемещения взора в новую координату, а фиксация - время удержания взора на визуальной точке и формирования новой команды, для возврата в исходную координату.

В таблице 1 приведены параметры саккадических движений глаз

Таблица 1. Параметры саккад в условиях отсутствия помех и наличия

Вид саккад	Центрифугальная			Центрипетальная		
	Латентный, мс.	Длительность, мс.	Фиксация, мс.	Латентный, мс.	Длительность, мс.	Фиксация, мс.
Нормометричная N= 179	261±47 (269±51)*	75,88±14 (79±16)	311±74 (324±82)	— —	85,26±16 (88,38±18)	311±74 (324±82)
Гипометричная N= 27 (39)	261±47 (269±51)	62±16 (60±17)	103±41 (107±46)	— —	57±14 (62±14)	311±74 (324±82)
Коррекционная гипометрии N = 16 (21)	88±20 (93±22)	34±9 (37±8)	— —	180±49 (179±45)	35±16 (42±14)	— —
Гиперметричная N = 33 (42)	261±47 (269±51)	94±19 (96±21)	98±24 (110±22)	— —	91,5±27 (90±25)	311±74 (324±82)
Коррекционная гиперметрии N = 18 (23)	86±22 (90±23)	27,4±10 (28±11)	— —	151±42 (155±47)	33±9 (45±11)	— —

Примечание: *- в скобках приведены параметры саккад, выполнявшихся при наличии визуальных помех

Из приведенных в таблице данных видно, что саккады осуществляемые в условиях визуальных помех осуществлялись через больший латентный период 269±51 мс, чем без помех 261±47 мс и при этом несколько возростала длительность

самых саккад. Можно предположить, что увеличение латентного периода вызвано возрастанием затрат времени на выявление полезного стимула и отсеивание посторонних помех. Эти функции мозга реализуются при участии множества нейронных структур, обеспечивающих внимание испытуемых. Из небольшой разницы в латентных периодах саккад видно, что, несмотря на сложность организации функции внимания, обеспечивающие ее процессы осуществляются за очень короткое время – около 8 мс. Обращает на себя внимание, что как в отсутствие, так и в условиях помех, испытуемые допускали неточность в осуществлении саккад. При этом число таких ошибочных саккад возрастало с 25,1 % без помех, до 31,2 % в условиях помех. Ошибочные саккады характеризовались почти 3-х кратным уменьшением периода фиксации, а коррекционные - 3-х кратным укорочением латентного периода.

Одним из объяснений этого снижения может быть вовлечение в коррекцию дисметричных саккад мозгового детектора ошибок [2]. Согласно существующим нейрофизиологическим представлениям о его работе, в мозге постоянно функционирует механизм, отслеживающий точность исполнения действий в соответствии с ранее запрограммированными их конечными результатами. Если эти действия не соответствуют запрограммированным, они могут прерываться на самых ранних стадиях их осуществления и корректироваться новыми - более эффективными для досимжения конечной цели [3].

Выводы. Полученные данные показывают, что наличие визуальных помех оказывает незначительное влияние на длительность латентного периода и саккадического движения. Однако, при наличии помех, испытуемые совершали больше ошибочных движений глаз, которые, в свою очередь, исправлялись коррекционными саккадами, имеющими более короткий латентный период, чем нормальные или ошибочные саккады.

D. V. Paramonov, S. V. Smeianovich

THE PARAMETERS OF SACCADIC EYE MOVEMENTS UNDER THE INFLUENCE OF EXTERNAL VISUAL INTERFERENCE

Tutor: professor A. I. Kubarko,

Department of Normal Physiology,

Belarusian State Medical University, Minsk

Литература

1. Leigh R.J., Kennard C. Using saccades as a research tool in the clinical neurosciences // *Brain*. - 2003. - Vol.7. - P.1-18.
2. [Bechtereva N.P.](#), [Shemyakina N.V.](#), [Starchenko M.G.](#) et al. Error detection mechanisms of the brain: Background and prospects // [Int. J. Psychophysiol.](#) 2005.- vol. 58.- p. 227-235.
3. Кубарко А.И. Обнаружение и коррекция ошибочных движений глаз мозговым детектором ошибок при слежении за перемещающимся объектом // *Физиология человека*, 2012, том 38, № 2, с.23–30