

Д. Н. Вашкова, Т. В. Черенкевич
**ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ФУНКЦИЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ
СИНХРОННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ВИДЕО- И ЭЛЕКТРООКУЛОГРАММ**
Научный руководитель: д-р. мед. наук, проф. Кубарко А. И.

*Кафедра нормальной физиологии
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

D. N. Vashkova, T.V. Cherenkevich
**OPPORTUNITIES FOR EVALUATING THE FUNCTIONS OF THE VISUAL
SYSTEM DURING SYNCHRONOUS REGISTRATION OF VIDEO- AND
ELECTROOCOLOGRAM**

*Tutors: doctor of medical sciences, professor A.I. Kubarko
Department of Normal Physiology
Belarusian State Medical University, Minsk*

Резюме. Синхронная запись роговично-сетчаточного потенциала (РСП) глаза и видеоокулограммы (ВОГ) позволяет диагностировать нарушения функций сетчатки и движений глаз. В настоящей работе приведены результаты измерения отклонения глазных яблок на определенный угол по результатам анализа ВОГ, а также изменения величины РСП по данным анализа электроокулограммы (ЭОГ) при отклонении глаза на заданный угол в условиях темноты и воздействия света на сетчатку глаза.

Ключевые слова: электроокулография, видеоокулография, роговично-сетчаточный потенциал, пигментный эпителий, фоторецепторы сетчатки.

Resume. Synchronous recording of the corneal-retinal potential (RSP) of the eye and videooculogram (VOG) makes it possible to diagnose disorders of retinal functions and eye movements. This paper presents the results of measuring the deviation of the eyeballs at a certain angle according to the results of the analysis of VOG, as well as changes in the value of the CPR according to the analysis of electrooculogram (EOG) with the deviation of the eye at a given angle in the dark and the effects of light on the retina.

Keywords: electrooculography, videooculography, corneal retinal potential, pigment epithelium, retinal photoreceptors.

Актуальность. Регистрация движений глаз с помощью видеокамеры позволяет определить нормальные угловые траектории перемещения осей глаз, а также выявить гиперметрию и гипометрию, которая может быть обусловлена нарушением функции глазодвигательных структур головного мозга, ограничением подвижности глазных яблок вследствие заболеваний наружных глазных мышц, нарушением внимания [1,2]. Регистрация ЭОГ, основанная на изменении величины РСП при повороте глаз на определённый угол, позволяет выявить нарушения функции пигментного эпителия и фоторецепторов сетчатки [3]. Однако при выявлении изменений РСП и формулировании на этом основании выводов о нарушении функции сетчатки, необходимо подтверждение отсутствия ограничений подвижности глазных яблок [4].

Отсутствие или наличие ограничения подвижности глазных яблок, как причины изменений РСП, может быть подтверждено при синхронной регистрации ВОГ и ЭОГ в условиях слежения глазами за движением визуального объекта на заданный угол на экране монитора.

Цель: оценить у здоровых испытуемых подвижность глазных яблок и изменения величины РСП при слежении за плавным смещением визуального объекта на фиксированный угол 20 градусов от центра экрана монитора в циклах с чередованием светлого и тёмного фонов экрана.

Задачи:

1. Измерить углы смещений глаз по данным анализа ВОГ;
2. Оценить разность значений свето-темновых колебаний амплитуды РСП по данным анализа ЭОГ
3. При наличии значительных отклонений величин РСП определить порог световой чувствительности

Материалы и методы. Исследование проведено у 14 человек возраста 18-20 лет с нормальным зрением.

Оценка подвижности глазных яблок проводилась методом видеоокулографии с помощью камеры PS3 в условиях подсветки глаза инфракрасными светодиодами. Одновременно с записью ВОГ проводилась синхронная регистрация ЭОГ с помощью усилителя биопотенциалов, сигналы которого преобразовывались в цифровую форму и записывались на диск компьютера. Исследование проводилось после предварительной адаптации испытуемых к темноте в течение 15 минут. Перед проведением исследования испытуемых инструктировали об их поведении во время записи, один глаз закрывали шторкой.

Запись ВОГ и ЭОГ проводилась в течение 10 минут в условиях слежения глазом испытуемого за движением визуального объекта на экране монитора, фон которого через каждую минуту поочередно сменяется с белого на чёрный, в результате чего создавалась функциональная нагрузка на сетчатку. Циклические изменения фоновой яркости экрана приводят к колебаниям размеров зрачка и являются весьма удобными для выбора видеок кадров, для анализа углового отклонения глаза и сопоставления его с величиной РСП, измеренной в данный момент времени на записи ЭОГ. Аналогичное исследование проводилось для каждого глаза. При выявлении у испытуемого существенных отклонений амплитуды ЭОГ от ее средних значений у него проводилось определение порога световой чувствительности в центральной области поля зрения с помощью специальной компьютерной программы.

Результаты и их обсуждение. Исследование показало, что несмотря осуществление испытуемыми непрерывных в течение 10 мин следящих движений глаз, усталости глазодвигательного аппарата и статистически значимой асимметрии в углах правосторонних и левосторонних отклонений глаз по данным анализа ВОГ у испытуемых не выявлено (Табл. 1). Это позволяет исключить у них наличие нарушений функций глазодвигательных центров мозга, явления усталости наружных глазных мышц, наличие синдром дефицита внимания, гиперактивного и импульсивного поведения испытуемых.

Табл. 1 Смещения глаз в пикселях при слежении за плавным движением визуального объекта на фиксированный угол в условиях темного и светлого экранов монитора

	Отклонение от центра ± 20 угловых град			
	Правый		Левый	
	Светлый	Тёмный	Светлый	Тёмный
1	133,84±13,68	134,20±9,86	129,74±11,36	129,61±7,67
2	147,82±9,46	146,73±6,10	144,88±9,70	143,25±10,35
3	125,13±7,04	128,12±9,80	116,04±9,89	124,15±6,56
4	125,13±7,04	128,12±9,80	101,36±7,29	103,33±9,39
5	140,93±4,41	139,83±6,73	143,83±6,53	145,54±5,61
6	163,03±12,20	149,69±21,01	135,39±13,07	144,48±6,28
7	128,53±7,82	126,92±7,32	128,51±6,02	126,64±5,48
8	123,64±17,09	123,35±14,63	128,54±13,29	128,23±15,33
9	121,25±9,39	120,36±6,18	119,99±19,08	115,31±21,74
10	122,98±7,50	121,00±8,27	122,47±12,98	119,05±17,37
11	121,27±8,50	127,22±7,02	163,31±12,35	164,46±11,69
12	112,52±6,33	118,08±4,50	117,93±7,30	124,15±6,56
13	167,46±6,66	161,98±7,92	164,93±6,55	162,40±6,79
14	167,60±10,40	167,60±29,73	93,83±56,38	115,60±12,93

В то же время у 10-и испытуемых из 14-и при анализе ЭОГ выявлено уменьшение величины РСП по мере увеличения продолжительности слежения за визуальным объектом на экране, у 4-х испытуемых – увеличение. При анализе для каждого отдельного испытуемого амплитуды РСП в условиях светлого и темного фона экрана монитора выявлены следующие результаты: у 8-и испытуемых определены более высокие значения РСП на светлом фоне для обоих глаз, у 2-х – на тёмном. У одного испытуемого наблюдалось увеличение РСП на тёмном фоне для правого глаза, в то время как для левого глаза наблюдалось уменьшение; у 3-х испытуемых отмечались обратные изменения РСП. У 2-х испытуемых выявлена существенная асимметрия амплитуд РСП между левым и правым глазом при нормальной амплитуде отклонения глазных яблок по данным анализа ВОГ. (Табл. 2)

Табл. 2 Амплитуда РСР в мкВ при слежении за плавным движением визуального объекта на фиксированный угол

№	Л и М отклонения в мкВ							
	Правый				Левый			
	Светлый		Тёмный		Светлый		Тёмный	
	Ср. м. мкВ	Ср. л. мкВ	Ср. м. мкВ	Ср. л. мкВ	Ср. м. мкВ	Ср. л. мкВ	Ср. м. мкВ	Ср. л. мкВ
1	55,83±4,06	58,46±3,92	54,23±3,85	57,02±3,66	57,80±5,69	59,47±5,64	59,21±5,50	60,88±5,61
2	48,44±4,84	50,23±4,92	49,96±4,05	51,98±4,00	53,40±11,42	55,19±11,37	57,21±9,88	58,87±9,77
3	67,62±5,61	68,77±5,60	69,52±4,80	70,71±4,81	67,47±0,65	68,76±0,65	67,61±0,78	68,85±0,69
4	54,44±5,78	55,36±5,71	56,17±4,19	56,98±4,21	79,50±14,50	80,47±14,60	83,30±11,98	84,28±12,02
5	55,89±3,76	56,65±3,80	55,05±3,78	55,84±3,81	77,69±6,59	78,77±6,69	79,83±6,25	80,84±6,27
6	87,82±2,41	88,81±2,29	88,71±1,25	89,73±1,17	126,66±5,31	127,53±5,28	128,01±5,53	128,84±5,47
7	36,01±0,52	36,16±0,52	36,15±0,49	36,31±0,49	149,04±4,22	149,88±4,21	150,17±3,50	150,98±3,48
8	140,49±61,65	141,46±61,60	127,08±5,44	127,99±5,42	101,07±4,24	102,26±4,26	102,52±3,68	103,87±3,69
9	101,92±3,12	102,65±3,19	102,43±2,68	103,20±2,70	109,11±4,80	109,96±4,78	110,72±5,09	111,60±5,08
10	101,75±4,44	103,06±4,49	101,90±5,69	103,22±5,65	103,32±4,27	104,79±4,16	101,70±5,25	103,17±5,16
11	172,95±2,23	173,87±2,28	173,23±2,57	174,19±2,65	141,51±10,31	142,77±10,30	144,85±9,46	146,12±9,43
12	91,99±5,18	92,53±5,18	90,08±5,19	90,66±5,17	49,33±1,46	50,10±1,44	48,80±1,46	49,64±1,42
13	67,91±3,34	69,26±3,43	66,58±3,33	67,92±3,42	8,63±3,72	9,95±3,73	7,49±4,31	8,35±4,32
14	62,45±1,92	63,27±1,96	62,66±1,89	63,49±1,90	5,27±1,16	6,04±1,17	4,91±1,45	5,70±1,49

При определении пороговой световой чувствительности у данных испытуемых выявлено снижение световой чувствительности для левого глаза по сравнению с ее средними величинами (Табл. 3). Пороги световой чувствительности зависят от функционирования фоторецепторов и пигментного эпителия, которое в свою очередь напрямую зависит от кровотока в сосудах глаза. Таким образом, исследование изменений световой чувствительности может оказаться информативным для выявления предрасположенности сосудов бассейна внутренней сонной артерии к вазоспастическим состояниям. Более высокие значения этих порогов могут быть выявлены также при начальных, мягких формах артериальной гипертензии.

Табл. 3 Значения порогов световой чувствительности

№	Пороги световой чувствительности правого глаза	Пороги световой чувствительности левого глаза
1	27,3	26,5
2	25,8	26,5
3	27	25,8
4	26,3	24,6
5	26	25,5
6	24,9	24,5
7	25,6	27,3
8	24,9	26,4

9	26	24,6
10	26,4	26,5
11	25,6	26,4
12	23,4	24,5
13	25,6	27,3
14	24,7	24,5
Среднее значение	25,68	25,78
Стандартное отклонение	1,00	1,06

При расчёте корреляционного коэффициента выявлено, что между значениями амплитуды РСП правого (Табл. 4) и левого (Табл. 5) глаз и порогами световой чувствительности имеется связь средней силы.

Табл. 4, 5 Корреляционные связи между амплитудой ЭОГ в мкВ и световой чувствительностью

№	Правый глаз		Левый глаз	
	{ Δm }	чувствительность	{ Δm }	Чувствительность
1	2,707	27,3	1,674	26,5
2	1,904	25,8	1,723	26,5
3	1,173	27	1,129	25,8
4	0,866	26,3	0,975	24,6
	0,774	26	1,043	25,5
6	1,003	24,9	0,737	24,5
7	0,153	25,6	0,828	27,3
8	0,935	24,9	1,266	26,4
9	0,75	26	0,766	24,6
10	1,316	26,4	1,495	26,5
11	0,961	25,6	1,265	26,4
12	0,554	23,4	0,796	24,5
13	1,347	25,6	0,847	27,3
14	0,826	24,7	0,708	24,5
Корреляция	0,547837		0,512452	

Выводы.

1. Одновременная регистрация движений глаз с помощью электро- и видеоокулографии позволяет измерить угол отклонения глаз и провести дифференциальный диагноз между нарушениями функции клеток сетчатки и нарушениями собственно движений глаз, вызвавших электроокулографические изменения.

2. Данные методы обладают высокой чувствительностью, воспроизводимостью

результатов, неинвазивны и не трудны для применения.

3. Полученные предварительные данные свидетельствуют о том, что синхронная регистрация видео- и электроокулограмм расширяет возможности оценки функций зрительной системы, что является весьма перспективным направлением, так как на вышеописанной методике основана ранняя диагностика нарушений функций зрительной системы при заболеваниях ЦНС или центральных отделов самой зрительной системы и контроль эффективности проводимого лечения.

4. Для более глубокой оценки выявляемых изменений требуются проведение исследований на большем числе испытуемых,

Литература

1. Константинова М.В., Анисимов В.Н., Терещенко Л.В., Латанов А.В. Связь зрительного внимания и субъективного восприятия времени. Журнал высшей нервной деятельности. 2018; 68(5): 581-587

2. Зрение (нейрофизиологические и нейроофтальмологические аспекты) : монография в 2 т. Т. 2. Нейронные механизмы контроля установки и движений глаз и их нарушения при заболеваниях нервной системы / А. И. Кубарко, С. А. Лихачев, Н. П. Кубарко. – Минск: БГМУ, 2009. – 352 с.

3. Jambhekar P.U., Ram S.P., EOG based study of eye movements and its applications in drowsiness detection // IJAREEIE, 2017: 6(3): 1811-1818

4. Кубарко, А. И. Нейрофизиология зрительной системы: от теории к клинической практике / А. И. Кубарко // Здоровоохранение . 2009; 9:13-18