

УДК 617.761–073–005.517–056.22

Оценка состояния глазодвигательного аппарата здоровых лиц путём автоматизированного анализа двухмерных изображений глазных яблок в диагностических положениях взора

Н. Н. Бушуева, д-р мед. н.; Д. В. Романенко, аспирант; Е. В. Пелипенко, программист

ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В. П. Филатова НАМН Украины», Одесса (Украина)

E-mail: romanenkodina@mail.ru

Ключевые слова: глазодвигательный аппарат, оценка состояния, двухмерное изображение, автоматизированный анализ

Ключові слова: окоруховий апарат, оцінка стану, двомірне зображення, автоматизований аналіз

Актуальність. У зв'язку із складністю існуючих методик визначення рухливості окорухових м'язів часто ігнорується, що призводить до неточності в визначенні об'єма операцій у хворих на косоокість.

Мета. Розробити простий, швидкий та об'єктивний метод, що дозволить оцінити стан окорухового апарату.

Матеріал та методи. Для вирішення завдання обличчя досліджуваного фотографують у 12 діагностичних положеннях погляду. Фотографії аналізують за допомогою розробленого програмного забезпечення: у кожному відведенні окремо для кожного ока отримували зміщення центру зіниці відносно її положення у первинній позиції погляду в міліметрах. Було обстежено 120 осіб без патології окорухового апарату і аномалій рефракції (60 дітей в віці 4–18 років та 60 дорослих в віці 19–55 років).

Результати. Отримані дані виявились коректними — найбільші зміщення очних яблук відмічались у горизонтальних та косих відведеннях, максимальні значення зміщення від первинної позиції погляду дорівнювали 6,5 мм у дорослих та 5,5 мм у дітей. Тривалість дослідження — до 5 хвилин.

Висновки. Розроблена автоматизована методика, що дозволяє оцінити стан окорухового апарату та були розраховані референтні інтервали бінокулярного об'єму рухів очних яблук у здорових осіб без патології окорухових м'язів.

Assessment of the state of oculomotor apparatus of healthy persons by automatized analysis of two-dimensional images of the eyeballs in diagnostic gaze positions

N. M. Bushueva, D. V. Romanenko, O. V. Pelipenko

State Institution The Filatov Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy of the NAMS of Ukraine, Odessa, (Ukraine)

Key words: eye moving apparatus, assessment of the state, two-dimensional images, automated analysis

Background. Assessment of the extraocular muscle (EOM) mobility is often not made due to difficulty of existed methods. It often leads to inaccurate estimation of operation scope in strabismus patients.

Purpose. To develop simple and rapid method of EOM mobility assessment.

Material and methods. To solve the task software was developed to picture volunteers' eyeballs: for both eyeballs the program calculated pupil center shift relative to pupil center position in the primary gaze for each gaze position in millimeters. 120 volunteers without EOM pathology and refraction anomalies were examined with the described method — 60 children of 4–18 years old and 60 adults of 19–55 years old.

Results. The results obtained proved to be reliable— the biggest eyeball shifts were noted in the horizontal and oblique gaze positions. Maximal shifts from primary gaze equaled 6.5 mm in adults and 5.5 mm in children. The examination lasted up to 5 min.

Conclusion. Simple and quick automated method allowing assessment of EOM status was developed. Reference intervals of binocular eyeball movement volumes of healthy volunteers without EOM pathology were obtained.

Актуальность. Содружественное косоглазие занимает второе место после аномалий рефракции среди детской глазной патологии [1] и встречается приблизительно у 4 % взрослого населения [2]. В связи с неточностью диагностических тестов и, несмотря на применение новых методов и различных тактик хирургического лечения, частота повторных хирургических вмешательств по поводу содружественного косоглазия остается высокой и составляет от 5 до 52 % [3].

Если определение угла девиации является достаточно простым и точным этапом диагностики («золотой стандарт» — призмы Френеля [4]), то другой ключевой момент диагностики — оценка биомеханики глазодвигательных мышц — на практике заключается в субъективной оценке врачом степени подвижности глазных яблок в девяти основных положениях зрения. Степень ограничения подвижности градируется по шкале от 0 до 4 [5]. Однако с помощью этого метода можно выявить только выраженные ограничения подвижности глаз, а получаемые значения оказываются весьма приближенными. Более точные данные можно получить с помощью координетрии (тесты Hess, Lancaster) [4]. Эти методы достаточно трудоемки и длительны и не могут быть выполнены у детей младшего возраста. В литературе отсутствуют данные о цифровых значениях объемов движений глазных яблок как у здоровых лиц, так и больных с патологией глазодвигательного аппарата.

В настоящее время разработаны новые методы фото- и видеорегистрации, которые позволяют проводить запись движений глаз как монокулярно, так и бинокулярно на высокой скорости; существу-

ют как стационарные, так и мобильные устройства, регистрирующие глазодвигательную активность в естественных условиях повседневной деятельности человека [6, 7]. Однако существующие методики окулографии разработаны и используются для других целей, а именно, для определения последовательностей фиксаций и саккад с последующим анализом их составляющих, оценки динамики зрачковых реакций и др.

Задачей нашей работы было создание простого объективного метода оценки состояния глазодвигательного аппарата, который позволил бы совместить положительные стороны классических методов координетрии с современными технологиями видеорегистрации движений глазных яблок и их последующим автоматизированным анализом.

Целью настоящей работы явилась разработка методики определения и оценки состояния глазодвигательного аппарата здоровых лиц путём автоматизированного анализа двухмерных изображений глазных яблок в диагностических положениях зрения.

Материал и методы исследования

После получения разрешения биоэтического комитета Института им. В. П. Филатова и информированного согласия добровольцев было обследовано 120 человек без признаков патологии глазодвигательного аппарата, аномалий рефракции и без угла γ (60 детей в возрасте от 4 до 17 лет и 60 взрослых в возрасте от 18 до 55 лет).

Для решения поставленной задачи была разработана следующая методика обследования (рис. 1): добровольца усаживают на стул с регулируемой высотой сиденья, съемка выполняется с помощью лицевого устройства, в котором фиксировались лоб и подбородок, и специально разрабо-

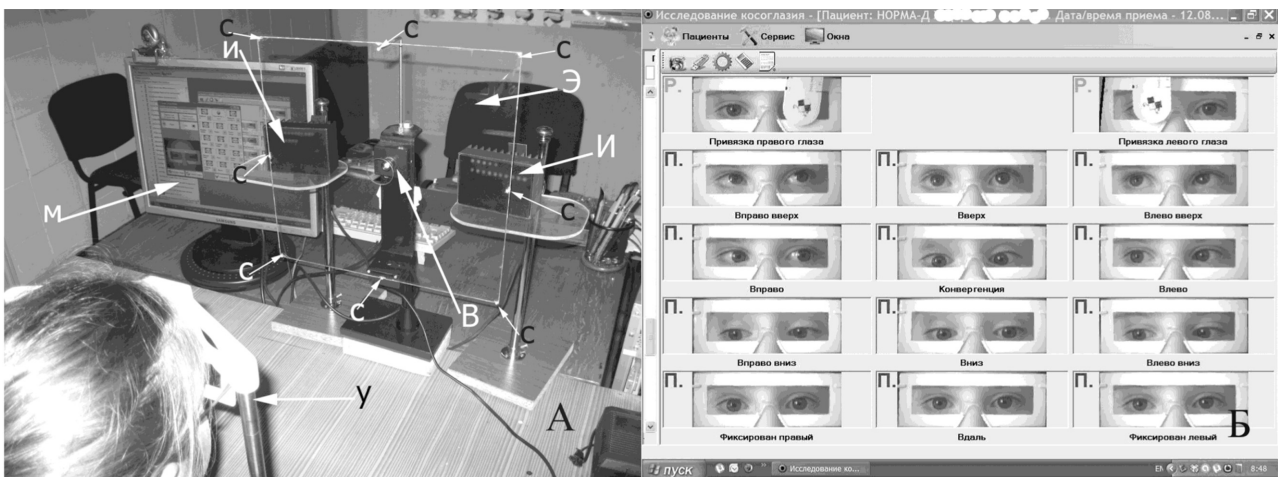


Рис. 1. А — общий вид установки; Б — фотографии исследуемого в специальной оправе в диагностических положениях зрения, подготовленные для анализа с помощью разработанного программного обеспечения.

Примечания. Э — экран из прозрачного пластика; С — светодиоды для фиксации взгляда исследуемого в диагностических положениях зрения; И — инфракрасный излучатель для подсветки лица исследуемого; В — видеокамера для съемки, подключенная к компьютеру; У — установ для фиксации лица; М — монитор компьютера с открытым интерфейсом созданного программного обеспечения.

танной прямоугольной оправы для глаз с шириной обода 10 мм. На расстоянии 450 мм от исследуемого устанавливали прозрачный экран из пластика размерами 330x330 мм, закрепленного на штативе, в его центре находилась видеокамера, подключенная к компьютеру. Видеокамера находится на уровне глаз исследуемого. Оператор поочередно включает светодиоды, расположенные на экране и предназначенные для фиксации взора в необходимых диагностических положениях. Изображения передних отделов глаза сохраняются в компьютере и анализируются с помощью разработанного программного обеспечения. Размеры экрана, на котором находятся светодиоды для фиксации взора, и расстояние, на котором располагается экран, были рассчитаны таким образом, чтобы при взглядах пациента в диагностические положения угол отклонения от первичной позиции (взгляд «прямо вперед») соответствовал среднему отклонению глаза (15–25°). Для каждого исследования формировался протокол с изображениями переднего отрезка обоих глаз в диагностических положениях взора и рядом измеренных показателей. Длительность исследования — до 5 минут [8].

Принцип анализа получаемых изображений: трехмерные движения глазных яблок были перенесены в двумерную плоскость, получаемую при фотографировании глаз, следующим образом: каждое глазное яблоко было представлено в виде отдельной системы координат с центром в зрачке (рис. 2). Все движения глаз по горизонтали к носу были приняты за положительные значения, кнаружи — за отрицательные. По вертикали все движения вверх были приняты за положительные значения, книзу — за отрицательные. На фотографиях двенадцати положений взора для каждого глаза отдельно рассчитывали смещение центра зрачка по горизонтали и вертикали относительно положения центра зрачка в первичной позиции взора (взгляд «прямо вперед») в миллиметрах.

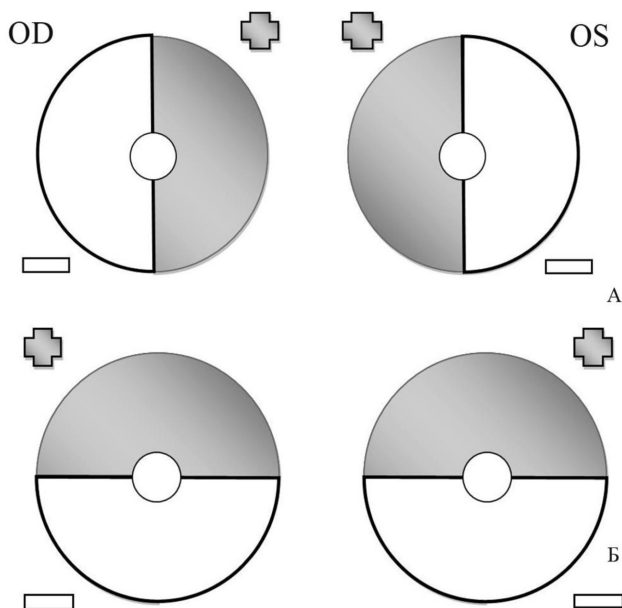


Рис. 2. Система координат для анализа фотографий глазных яблок в диагностических положениях взора: А — схема для подсчета смещений по горизонтали; Б — схема для подсчета смещений по вертикали.

В качестве контроля у 60 человек (по 30 взрослых и детей) подвижность глазных яблок была также определена методом координетрии по Несс.

Статистический анализ: в каждом отведении определяли медиану (М), минимальное и максимальное значение по выборке. Для определения референтных интервалов (95 % значений здоровых лиц [9]) также определяли 2,5 и 97,5 перцентили. Для оценки соответствия данных закону нормального распределения использовали тест Shapiro-Wilk. Для оценки характера распределения данных по совокупности определяли коэффициенты асимметрии и «островершинности». Значимость различий между группами определяли непараметрическим тестом Mann-Whitney. Обработка данных производилась программой «Statistica, version 10» (StatSoft, Inc., США).

Результаты и их обсуждение

Разработанная методика позволила получить цифровые значения амплитуды движений глазных яблок у здоровых лиц. Наибольшие смещения глазных яблок от первичной позиции взора отмечались в горизонтальных и косых отведениях с максимальными значениями смещения, равными 6,5 мм у взрослых и 5,5 мм у детей. При взгляде вертикально вверх максимум смещения у взрослых составил 4,75 мм, у детей — 4,0 мм. При взгляде вертикально вниз максимум смещения у взрослых составил 6,5 мм, у детей — 4,5 мм (табл. 1, 2). Большая часть данных не соответствовала закону нормального распределения и у взрослых, и у детей. Асимметричность у лиц взрослого и детского возраста была приблизительно одинаковой ($P_{\text{коэффициент асимметрии}} = 0,453$). В то же время показатели островершинности были более выражены у детей ($P_{\text{коэффициент эксцесса}} = 0,000$). Полученные величины коррелировали с данными координетрии по Несс.

На сегодняшний день объем движения глазных яблок определяется в градусах на периметре либо при проведении координетрии по Несс, Lancaster [4, 10]. Точные значения нормальных объемов движения глазных яблок при проведении этих обследований отсутствуют, кроме того, подвижность при них определяется монокулярно, что не соответствует естественным бинокулярным условиям функционирования глазодвигательного аппарата. На практике данный этап диагностики часто не выполняется из-за сложности и длительности стандартных методов определения состояния подвижности глазодвигательных мышц.

Заключение

Данная работа является одной из первых, в которой произведена попытка получить точные цифровые значения амплитуд движений глазных яблок. На наш взгляд, разработанная автоматизированная методика является простой в исполнении и может оказаться полезным инструментом в уточнении биомеханики глазодвигательного аппарата, так как с ее помощью удалось получить референтные интер-

Таблица 1. Показатели подвижности глазных яблок здоровых лиц старше 19 лет в диагностических положениях взора (мм), измеренной программой автоматизированного анализа двухмерных фотографий переднего отдела глаз.

Направления взора	Медиана	Минимум	Максимум	Референтный интервал		Коэффициент асимметрии	Коэффициент эксцесса
				2,5 перцентиль	97,5 перцентиль		
ППВвГ	-3,25	-5,50	-2,00	-4,75	-2,25	-0,49	0,32
ППВвВ	3,25	1,00	5,50	1,50	4,50	-0,07	0,09
ЛПВвГ	3,75	1,25	5,50	2,00	5,00	-0,35	-0,16
ЛПВвВ	2,75	1,25	4,25	1,50	4,00	-0,21	0,00
ПВвВ	3,25	1,00	4,75	1,50	4,25	-0,42	0,14
ЛВвВ	3,25	1,50	4,25	2,00	4,00	-0,61	0,51
ПЛВвГ	4,00	1,50	6,25	2,25	6,25	0,20	0,26
ПЛВвВ	3,00	1,50	5,25	1,75	4,25	0,56	1,17
ЛЛВвГ	-3,75	-6,50	-2,00	-6,00	-2,75	-0,89	0,67
ЛЛВвВ	3,25	1,50	4,00	1,50	3,75	-0,99	0,52
ППГ	-3,75	-6,50	-1,50	-5,50	-2,50	-0,24	0,95
ЛПГ	4,00	2,25	5,25	2,50	5,25	-0,35	-0,39
ПКонГ	2,25	0,25	4,50	0,50	4,00	0,36	0,16
ЛКонГ	1,25	0,00	3,75	0,00	3,00	0,56	-0,20
ПЛГ	4,00	2,00	6,00	2,00	5,50	-0,06	-0,18
ЛЛГ	-3,75	-5,75	-1,50	-5,25	-2,25	-0,00	-0,16
ППВнГ	-3,50	-5,25	-1,75	-4,75	-2,00	0,13	-0,48
ППВнВ	-3,00	-6,25	-1,00	-4,50	-1,25	-0,77	2,11
ЛПВнГ	3,75	1,50	5,25	2,25	4,75	-0,39	0,55
ЛПВнВ	-3,25	-6,00	-2,00	-5,00	-2,00	-1,28	2,60
ПВнВ	-3,25	-6,50	-1,50	-5,25	-1,50	-0,85	3,06
ЛВнВ	-3,25	-5,75	-1,75	-5,75	-2,25	-1,15	2,07
ПЛВнГ	3,50	1,25	5,00	1,50	5,00	-0,08	-0,75
ПЛВнВ	-3,00	-6,00	-1,25	-5,00	-1,50	-0,72	2,12
ЛЛВнГ	-3,00	-5,25	-1,00	-5,00	-1,75	-0,18	-0,18
ЛЛВнВ	-3,00	-6,00	-1,50	-4,75	-1,75	-0,74	1,97
ПФПрГ	0,00	-1,50	1,75	-1,25	1,00	0,01	-0,04
ПФПрВ	-0,25	-1,00	1,25	-1,00	0,75	0,66	1,04
ЛФПрГ	-0,50	-2,00	2,00	-2,00	1,00	0,11	0,03
ЛФПрВ	0,00	-1,50	1,75	-0,75	1,25	0,52	1,41
ПдисГ	-0,25	-1,75	2,00	-1,25	1,50	0,49	0,08
ПдисВ	0,00	-1,50	2,25	-1,00	1,50	0,50	1,01
ЛдисГ	-0,25	-4,50	1,00	-2,00	0,75	-1,46	4,09
ЛдисВ	0,00	-1,50	2,25	-0,75	1,50	0,53	0,99
ПФЛвГ	-0,25	-2,25	2,00	-1,25	1,25	0,04	-0,07
ПФЛвВ	0,00	-1,75	1,75	-1,25	0,75	-0,05	1,09
ЛФЛвГ	0,00	-4,25	1,25	-1,75	0,75	-1,87	6,99
ЛФЛвВ	0,00	-2,00	1,50	-0,75	0,75	-0,44	2,56

Примечания к таблицам. ППВвГ — Правый (глаз взгляд) Право Вверх Горизонтальное (смещение); ППВвВ — Правый (глаз взгляд) Право Вверх Вертикальное (смещение); ЛПВвГ — Левый (глаз взгляд) Право Вверх Горизонтальное (смещение); ЛПВвВ — Левый (глаз взгляд) Право Вверх Вертикальное (смещение); ПВвВ — Правый (глаз взгляд) Вверх Вертикальное (смещение); ЛВвВ — Левый (глаз взгляд) Вверх Вертикальное (смещение); ПЛВвГ — Правый (глаз взгляд) Лево Вверх Горизонтальное (смещение); ПЛВвВ — Правый (глаз взгляд) Лево Вверх Вертикальное (смещение); ЛЛВвГ — Левый (глаз взгляд) Лево Вверх Горизонтальное (смещение); ЛЛВвВ — Левый (глаз взгляд) Лево Вверх Вертикальное (смещение); ППГ — Правый (глаз взгляд) вПраво Горизонтальное (смещение); ЛПГ — Левый (глаз взгляд) вПраво Горизонтальное (смещение); ПКонГ — Правый (глаз) Конвергенция Горизонтальное (смещение); ЛКонГ — Левый (глаз) Конвергенция Горизонтальное (смещение); ПЛГ — Правый (глаз взгляд) вЛево Горизонтальное (смещение); ЛЛГ — Левый (глаз взгляд) вЛево Горизонтальное (смещение); ППВнГ — Правый (глаз взгляд) вПраво Вниз Горизонтальное (смещение); ППВнВ — Правый (глаз взгляд) вПраво Вниз Вертикальное смещение; ЛПВнГ — Левый (глаз взгляд) вПраво Вниз Горизонтальное (смещение); ЛПВнВ — Левый (глаз взгляд) вПраво Вниз Вертикальное (смещение); ПВнВ — Правый (глаз взгляд) Вниз Вертикальное (смещение); ЛВнВ — Левый (глаз взгляд) Вниз Вертикальное (смещение); ПЛВнГ — Правый (глаз взгляд) вЛево Вниз Горизонтальное (смещение); ПЛВнВ — Правый (глаз взгляд) вЛево Вниз Вертикальное (смещение); ЛЛВнГ — Левый (глаз взгляд) вЛево Вниз Горизонтальное (смещение); ЛЛВнВ — Левый (глаз взгляд) вЛево Вниз Вертикальное (смещение); ПФПрГ — Правый (глаз) Фиксирован Правый (глаз) Горизонтальное (смещение); ПФПрВ — Правый (глаз) Фиксирован Правый (глаз) Вертикальное (смещение); ЛФПрГ — Левый (глаз) Фиксирован Правый (глаз) Горизонтальное (смещение); ЛФПрВ — Левый (глаз) Фиксирован Правый (глаз) Вертикальное (смещение); ПдисГ — Правый (глаз взгляд) Вдаль Горизонтальное (смещение).

Таблица 2. Показатели подвижности глазных яблок здоровых лиц детского возраста (4–18 лет) в диагностических положениях взора (мм), измеренной программой автоматизированного анализа двумерных фотографий переднего отдела глаз

Направления взора	Медиана	Минимум	Максимум	Референтный интервал		Коэффициент асимметрии	Коэффициент эксцесса
				2,5 перцентиль	97,5 перцентиль		
ППВвГ	-3,25	-4,75	-1,75	-4,75	-1,75	0,06	-1,10
ППВвВ	3,00	1,00	4,50	1,00	4,50	-0,02	0,87
ЛПВвГ	3,75	1,75	5,25	1,75	5,25	-0,36	-0,02
ЛПВвВ	3,00	1,00	4,00	1,00	4,00	-0,81	0,09
ПВвВ	3,25	1,25	3,75	1,25	3,75	-0,69	-0,23
ЛВвВ	3,25	1,25	4,00	1,25	4,00	-1,34	1,43
ПЛВвГ	4,25	2,75	5,25	2,75	5,25	-0,14	-0,96
ПЛВвВ	2,50	1,00	4,00	1,00	4,00	-0,11	-0,43
ЛЛВвГ	-3,50	-4,50	-2,50	-4,50	-2,50	-0,07	-0,90
ЛЛВвВ	2,75	1,50	4,00	1,50	4,00	-0,55	0,41
ППГ	-3,50	-4,50	-2,00	-4,50	-2,00	0,45	0,39
ЛПГ	3,75	2,25	4,25	2,25	4,25	-1,20	1,72
ПКонГ	2,00	0,50	3,50	0,50	3,50	0,10	-1,32
ЛКонГ	1,75	0,75	4,25	0,75	4,25	0,76	-0,05
ПЛГ	4,00	2,00	5,75	2,00	5,75	-0,04	-0,56
ЛЛГ	-3,75	-5,50	-2,25	-5,50	-2,25	-0,32	0,24
ППВнГ	-3,00	-5,25	-0,75	-5,25	-0,75	0,05	-0,33
ППВнВ	-3,00	-3,75	-1,75	-3,75	-1,75	0,25	-0,28
ЛПВнГ	3,50	2,00	5,50	2,00	5,50	0,90	1,07
ЛПВнВ	-2,50	-4,00	-1,50	-4,00	-1,50	-0,39	-0,74
ПВнВ	-3,00	-4,50	-2,00	-4,50	-2,00	-0,26	-1,17
ЛВнВ	-2,50	-4,25	-1,50	-4,25	-1,50	-0,64	-0,71
ПЛВнГ	3,50	2,00	5,00	2,00	5,00	-0,28	-0,69
ПЛВнВ	-2,75	-4,50	-1,50	-4,50	-1,50	-0,31	0,07
ЛЛВнГ	-3,75	-5,00	-1,75	-5,00	-1,75	0,30	-0,99
ЛЛВнВ	-2,50	-4,25	-1,25	-4,25	-1,25	-0,24	-0,60
ПФПрГ	0,25	-1,75	1,50	-1,75	1,50	-0,45	-0,46
ПФПрВ	-0,75	-1,75	0,75	-1,75	0,75	0,23	-0,25
ЛФПрГ	-0,25	-0,75	1,50	-0,75	1,50	1,02	-0,46
ЛФПрВ	-0,50	-1,50	0,75	-1,50	0,75	0,05	-0,03
ПДисГ	0,25	-1,75	1,00	-1,75	1,00	-1,08	0,42
ПДисВ	-0,25	-1,00	1,00	-1,00	1,00	0,64	-0,60
ЛДисГ	0,50	-1,25	1,50	-1,25	1,50	-0,41	-1,00
ЛДисВ	0,00	-1,75	1,50	-1,75	1,50	-0,19	0,60
ПФЛвГ	0,25	-2,00	1,50	-2,00	1,50	-0,60	-0,21
ПФЛвВ	-0,50	-2,25	1,00	-2,25	1,00	-0,00	0,09
ЛФЛвГ	0,25	-1,00	2,00	-1,00	2,00	0,42	-0,53
ЛФЛвВ	-0,75	-1,50	1,50	-1,50	1,50	0,67	-0,44

Примечания к таблицам (окончание). ПДисВ — Правый (глаз взгляд) Вдаль Вертикальное (смещение); ЛДисГ — Левый (глаз взгляд) Вдаль Горизонтальное (смещение); ЛДисВ — Левый (глаз взгляд) Вдаль Вертикальное (смещение); ПФЛвГ — Правый (глаз) Фиксирован Левый (глаз) Горизонтальное (смещение); ПФЛвВ — Правый (глаз) Фиксирован Левый (глаз) Вертикальное (смещение); ЛФЛвГ — Левый (глаз) Фиксирован Левый (глаз) Горизонтальное (смещение); ЛФЛвВ — Левый (глаз) Фиксирован Левый (глаз) Вертикальное (смещение).

валы бинокулярной амплитуды движений глазных яблок у здоровых лиц без патологии глазодвигательных мышц. Эти данные могут быть использованы для уточнения функции мышц, сведения о гипоплазии гиперфункции которых необходимы для опре-

деления объема планируемых оперативных вмешательств у больных с косоглазием. На следующем этапе планируется сравнение амплитуд движений глазных яблок у здоровых лиц по возрастным группам (4–9, 10–14, 15–18, 19–40, 40 лет и старше).

Литература

1. **Кашченко Т. П.** Проблемы глазодвигательной и бинокулярной патологии / Т. П. Кашченко, В. И. Поспелов, С. Л. Шаповалов // VIII Съезд офтальмологов России, 1–4 июня 2005 г.: материалы. — М., 2005. — С. 740–741.
2. **Coats D. K.** Reasons for delay of surgical intervention in adult strabismus / D. K. Coats // Arch. Ophthalmol. — 2005. — V.123 (№ 4). — P. 497–499.
3. **Trigler L.** Factors associated with horizontal reoperation in infantile esotropia / L. Trigler, R. M. Siatkowski // J. AAPOS. — 2002. — V.6 (№ 1). — P.15–20.
4. **Lang J.** Strabismus: Diagnostik, Schielformen, Therapie / Lang J. ; [5 ьберarbeitete Auflage]. — Bern : Verlag Hans Huber. — 2003. — 403 s.
5. **Thomas R.** Practical approach to diagnosis of strabismus / R. Thomas, A. Braganza, T. George // Indian J. Ophthalmol. — 1996. — Vol. 44 (№ 2). — P. 103–112.
6. **Абрамов А. В.** Видеотехнология количественного контроля движения глазного яблока при нистагме / А. В. Абрамов, Т. Б. Усанова, А. В. Скрипаль, Д. А. Усанов // Вестн. офтальмол. — 2002. — № 4. — С. 38–41.
7. **Пасечникова Н. В.** Перспективы использования пупиллометрии для оценки психофизиологического состояния человека в судебной практике / Н. В. Пасечникова, Н. Н. Бушуева // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. — 2011. — № 2. — С. 26–29.
8. Патент 62260 Україна, МПК (01.2011) А 61 В 3/00. Спосіб визначення кута косоокості / Бушуєва Н. М., Романенко Д. В., Пелипенко О. В.; заявник та патентовласник ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України». — № 201015549; заявл. 23.12.2010; опубл. 25.08.2011, Бюл. № 16.
9. **Меньшиков В. В.** Качество лабораторных исследований и современные подходы к его оценке / В. В. Меньшиков, О. Г. Кадашева // Клин. лаб. диагностика. — 2000. — № 6. — С. 25–32.
10. **Duong H.-V. Q.** Eye globe anatomy [электронный ресурс] / H.-V. Q. Duong, T. R Gest. // Medscape.com Library. — Режим доступа к статье : <http://emedicine.medscape.com/article/1923010-overview>.

Поступила 21.02.2014

References

1. **Kashchenko TP, Pospelov VI, Shapovalov SL.** Problems of oculomotor and binocular pathology. VIII Congress of Ophthalmologists of Russia. 1–4 June 2005: proceedings. M.; 2005. 740–1.
2. **Coats DK.** Reasons for delay of surgical intervention in adult strabismus. Arch. Ophthalmol. 2005;123(№ 4):497–9.
3. **Trigler L, Siatkowski RM.** Factors associated with horizontal reoperation in infantile esotropia. J. AAPOS. 2002;6(1):15–20.
4. **Lang J.** Strabismus: Diagnostik, Schielformen, Therapie. Bern: Verlag Hans Huber; 2003. 403 p.
5. **Thomas R, Braganza A, George T.** Practical approach to diagnosis of strabismus. Indian J. Ophthalmol. 1996;44(2):103–12.
6. **Abramov AV, Usanova TB, Skripal AV, Usanov DA.** Video technology of quantitative control of eye ball movement in nystagmus. Vestn Oftalmol. 2002;4:38–41. Russian.
7. **Pasyechnikova NV, Bushuyeva NN.** Prospects for use of pupillometry to assess psychophysiological state in jurisprudence. Naukovyi visnyk humanitarnogo universitetu. 2011;2:26–9. Russian.
8. Patent 62260 Ukraine, MPK (01.2011) A 61 B 3/00. Method of determining the angle of strabismus. Bushuyeva NM, Romanenko DV, Pelipenko OV. Applier and owner SI «The Filatov Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy NAMS of Ukraine» № 201015549; appl. 23.12.2010; publ. 25.08.2011, Bul. № 16.
9. **Menshikov VV, Kadasheva OG.** Quality of laboratory tests and modern approaches to its assessment. Klin lab diagnostika. 2000;6:25–32. Russian.
10. **Duong H-VQ, Gest TR.** Eye globe anatomy. Medscape.com Library. Available at: <http://emedicine.medscape.com/article/1923010-overview>.

Received 21.02.2014