

ДИПЛОГРАФИЯ – НОВЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ДИПЛОПИИ

Матросова Ю.В.^{1,3}, Катаев М.Г.², Фабрикантов О.Л.^{1,3}

¹ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Минздрава России, Тамбовский филиал, Тамбов, e-mail: naukatmb@mail.ru;

²ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва;

³ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина», Медицинский институт, Тамбов

Диплопия является актуальной проблемой как в детской, так и во взрослой офтальмологии. Это одно из самых распространенных нарушений бинокулярного зрения у взрослых пациентов. Она значительно снижает качество жизни пациента, затрудняет выполнение простых действий в быту, ограничивает профессиональную деятельность и социальные навыки. Существующие методы исследования диплопии отвечают далеко не всем требованиям, сложны в применении и достаточно субъективны. Цель работы - разработка нового метода диагностики диплопии, позволяющего дать ей качественную и количественную оценку, изучать динамику в результате лечения и проводить статистическую обработку результатов исследования. Суть метода заключается в выявлении диплопии и ее оценке с основой на регистрации изменения положения мнимого изображения при изменении направления взгляда и положения головы пациента. Пациенту предъявляется тангенциальная сетка, на которую он с помощью лазерной указки проецирует фигуру креста. Исследование проводится в анаглифических очках. Результаты исследования представляют собой координаты точек, соответствующих положению центра зеленого креста, и угол наклона мнимого изображения в градусах – всего 9. Предусмотрена возможность абсолютно точного определения положения мнимого изображения в каждой диагностической позиции.

Ключевые слова: диплопия, косоглазие, координетрия, диплография, бинокулярное зрение, экстраокулярные мышцы.

DIPLOGRAPHY IS A NEW METHOD FOR STUDYING DIPLOPIA

Matrosova Yu.V.^{1,3}, Kataev M.G.², Fabrikantov O.L.^{1,3}

¹The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov branch, Tambov, e-mail: naukatmb@mail.ru;

²The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow;

³FSBEI HPE «Tambov State University named after G.R. Derzhavin», Medical Institute, Tambov

Diplopia is an urgent problem in both pediatric and adult ophthalmology. This is one of the most common binocular vision disorders in adult patients. It reduces the patient's quality of life significantly, makes it difficult to perform simple actions in everyday life, and limits professional activities and social skills. The existing methods for studying diplopia do not meet all the requirements, they are difficult to use and quite subjective. To develop a new method for diagnosing diplopia, which allows to give it a qualitative and quantitative assessment, study the dynamics as a result of treatment and carry out statistical processing of the study results. The essence of the method lies in the detecting diplopia and its assessment, based on the registration of a change in the position of the virtual image when the direction of gaze and the position of the patient's head change. The patient is presented with a tangential grid, on which he projects the figure of a cross with a laser pointer. The examination is performed with anaglyph glasses. The results of the study are the coordinates of the points corresponding to the position of the center of the green cross, and the tilt angle of the virtual image is only 9 degrees. It is possible to determine the position of the virtual image in each diagnostic position accurately.

Keywords: diplopia, strabismus, coordimetry, diplography, binocular vision, extraocular muscles.

Диплопия – одно из самых распространенных нарушений бинокулярного зрения у взрослых пациентов [1, 2]. Бинокулярная диплопия является очень тягостным для человека состоянием. Нередко она служит причиной инвалидизации пациента, несмотря на субъективный характер этого симптома; существенно снижает качество его жизни, приводит к возникновению астенопических жалоб, профессиональным ограничениям, потере

возможности управления транспортом, выполнения точных двигательных и напряженных работ [3, 4]. Наиболее частыми причинами появления диплопии являются черепно-мозговые и краниоорбитальные травмы, нейроинфекции, нарушения мозгового кровообращения и объемные процессы головного мозга. Патофизиологической основой диплопии служит отсутствие слияния монокулярных изображений двух глаз в единый зрительный образ [5].

Большинство существующих и широко применяющихся методов исследования диплопии основаны на изучении появления мнимого изображения, появляющегося при слежении за перемещающимся в различных направлениях объектом фиксации [6, 7]. При нормальной функции глазодвигательных мышц положение зрительных осей всегда параллельное, поэтому во всех направлениях взора изображения проецируются на центральные ямки сетчаток двух глаз и за счет фузионного рефлекса происходит слияние этих изображений в единый зрительный образ, двоения нет [8, 9].

При наличии пареза и/или паралича экстраокулярной мышцы и перемещении взгляда в сторону ее действия зрительные оси двух глаз перестают быть параллельными, изображения проецируются на диспаратные участки сетчаток, и появляется двоение [10]. Такая диплопия называется моторной. Диплопия, которая развивается вследствие нарушения процесса фузии при проецировании монокулярных изображений на центральные ямки сетчаток двух глаз, является сенсорной. Выделяют еще и смешанную форму диплопии, которая развивается в процессе лечения содружественного косоглазия (чаще после хирургического этапа) и проявляется нарушениями как в моторном, так и в сенсорном звене. Моторный тип диплопии наиболее характерен для травматического косоглазия [3].

Существующие методы диагностики диплопии являются трудоемкими, требуют специального оборудования и отличаются высокой степенью субъективизма [11, 12, 13]. В их основу положен принцип гаглоскопии или диплопии.

Координметрические методы исследования диплопии давно и успешно применяются в практике страбизмолога [13, 14]. Их проведение целесообразно в случаях наличия слияния изображений хотя бы в одной из основных позиций взора и служит для определения поля одиночного видения. Вместе с тем существуют недостатки при реализации таких исследований. Прежде всего, это погрешности при нанесении точек фиксации на экран координметрической установки и при копировании их в процессе документирования, что приводит к неточности при определении степени поражения глазодвигательной мышцы. Эти факты не позволяют считать метод координметрии достаточно объективным [15, 16].

Целью исследования стала разработка нового метода диагностики диплопии, позволяющего дать ей качественную и количественную оценку, а также разработка

компьютерной программы, позволяющей изучать динамику диплопии в результате лечения и проводить статистическую обработку результатов исследования.

Материалы и методы исследования. Для обследования пациента по предложенной методике необходимы:

- проектор;
- светлый экран (или стена);
- анаглифические очки;
- лазерная указка;
- персональный компьютер, компьютерная мышь;
- компьютерная программа «Кинематическая диплография».

Суть метода заключается в выявлении диплопии и оценке степени ее выраженности, определении качественных и количественных характеристик с основой на регистрации изменения положения мнимого изображения при изменении направления взгляда и положения головы пациента.

Прежде чем приступить к обследованию по предложенной методике, необходимо удостовериться, что диплопия носит бинокулярный характер. Для этого поочередно перекрывают оба глаза и предлагают пациенту оценить, есть ли двоение, когда один глаз закрыт. Также выясняют, не принимает ли пациент размытость, нечеткость контуров за двоение. После того как установлено наличие бинокулярной диплопии, приступают к изучению качественных ее характеристик.

Исследование проводится в положении сидя, сначала с расстояния 1 м, потом 3 м (что соответствует взгляду вблизи и вдаль). На стене на уровне глаз пациента располагается проекция тангенциальной сетки. Ее размеры с помощью проектора меняются в соответствии с расстоянием, на котором проводится исследование. Для расстояния 1 м диаметр сетки равен 70 см, для 3 м – 210 см. На сетке по таблице Брадиса отмечены окружности, соответствующие отметкам 5°, 10°, 15° и 20°. Радиально по круговой шкале нанесены меридианы от 0 до 360°. В центре сетки расположена фигура креста красного цвета. Исследование проводится в анаглифических очках. Пациент фиксирует взглядом красный крест. У него в руках лазерная указка, проецирующая на экран крест зеленого цвета.

Начинается исследование с положения головы влево/вниз (взгляд при этом направлен вправо/вверх). Находясь в таком положении, обследуемый с помощью своей указки «накрывает» крест, проецируемый в центре экрана, стараясь совместить перекрещенные линии таким образом, чтобы оба креста совпали. При наличии диплопии эти изображения не совпадают. Место положения красного креста исследующий отмечает на экране с помощью отображающейся на нем компьютерной мыши. Место положения и ориентация креста на

экране заносятся в базу данных с помощью разработанной программы. Координаты этой точки вносятся в соответствующее окно программы первыми.

Далее пациент, изменяя положение головы в определенной последовательности, меняет направления взгляда, объект фиксации при этом остается неизменным. Он медленно перемещает голову вправо таким образом, что смотрит на метку «исподлобья». В таком положении определяют координаты второй точки. Во время перемещения головы он держит свою указку таким образом, чтобы оба креста всегда были совмещены. Скорость движения головы будет отражать скорость адаптации сенсорной системы к двоению и будет тем выше, чем быстрее пациент может отследить расхождение двух изображений и скорректировать положение своей указки. Объективно при этом меняется положение красного креста на экране. Новое его положение вновь фиксируется и вносится в базу данных компьютерной программы.

Далее пациент продолжает поворачивать голову вправо, взгляд при этом направлен вверх/влево. Определяют координаты третьей точки.

Алгоритм действий остается прежним. Следующее положение головы – поворот влево, взгляд при этом направлен вправо. Далее голова поворачивается вправо через центральное положение, в конечной точке взгляд направлен влево. Таким способом фиксируют координаты четвертой, пятой и шестой точек.

Третий этап – голова поднята и повернута влево, взгляд направлен вниз/вправо. Пациент поворачивает голову вправо, не опуская ее. Взгляд при этом все время направлен вниз, в конечной точке – влево и вниз. На этом этапе исследования определяют координаты седьмой, восьмой и девятой точек. К исследованию в каждой последующей позиции переходят после того, как координаты предыдущей точки занесены в базу данных программы. Всего исследование предполагает определение координат девяти точек, соответствующих девяти основным направлениям взора, и угла наклона изображения в каждой из них (рис. 1, 2).

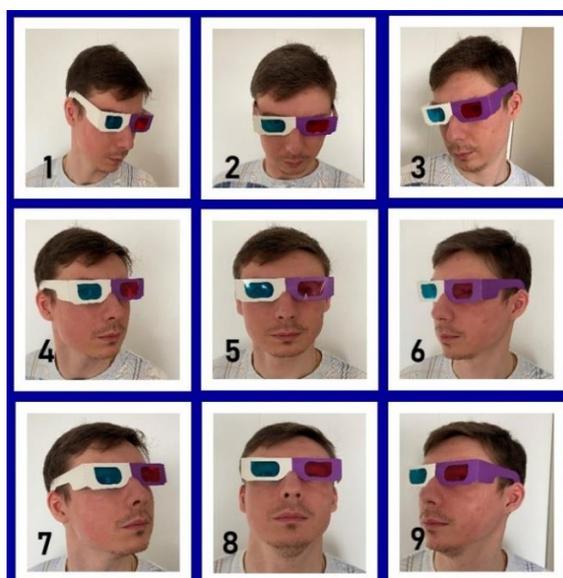


Рис. 1. Положение головы на этапах исследования

	Слева	Центр	Справа
Верх	13;27 -7	4;25 -39	6;145 5
Центр	18;329 -58	0;360 116	4;33 -2
Низ	13;334 77	14;18 1	8;21 160

	Слева	Центр	Справа
Верх	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Центр	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Низ	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Рис. 2. Координаты и угол наклона мнимого изображения

Во время процедуры обследования в каждый момент времени указка пациента накрывает проецируемый крест таким образом, чтобы они были полностью совмещены (субъективное восприятие пациента). Но объективно положение креста от указки пациента и угол его наклона меняются (рис. 3). Максимальное расхождение двух изображений будет при направлении взгляда, за которое отвечает пораженная мышца. Мнимое изображение разворачивается, если задействованы мышцы, первичным или вторичным действием которых является вращение.

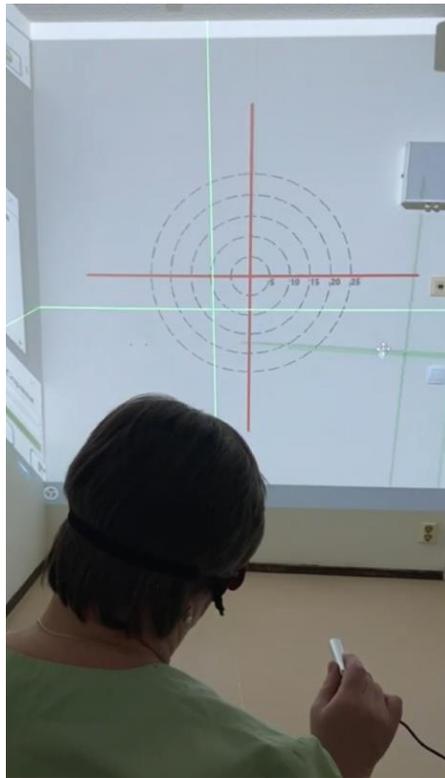


Рис. 3. Процедура исследования. В руках у пациента лазерная указка

В случае выраженной девиации и грубых нарушений подвижности глазного яблока, что часто имеет место при травматическом косоглазии, проведение исследования в крайних положениях головы невозможно: пораженный глаз не может фиксировать объект. Поэтому в подобных случаях голову поворачивают до того момента, когда пациент способен обоими глазами фиксировать изображение. Далее, увеличив размер тангенциальной сетки, по такому же алгоритму проводят исследование с расстояния 3 м.

Информация о каждом исследовании сохраняется в базе данных разработанной программы. Предусмотрена возможность вносить изменения в полученные результаты, если есть сомнения в их корректности. По данной методике обследованы 50 пациентов с травматическим косоглазием, из них 20 – до и после хирургического устранения косоглазия (оценка в динамике после лечения).

Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Кинематическая диплография» № 2022612594, заявка № 2022612085 от 28 февраля 2022 г. Поданы заявки на патент на изобретение «Способ диагностики диплопии» № 2022104215 и № 2022104218 с приоритетом от 18 февраля 2022 г.

Результаты исследования и их обсуждение

Преимуществом предложенного метода, по нашему мнению, является возможность оценивать диплопию во время изменения направления взгляда, тем самым оценивать скорость адаптации пациента к изменению степени диплопии (по скорости поворота головы и времени

проведения исследования). Вторым существенным преимуществом является внесение результатов в базу данных специально разработанной программы, что позволяет в дальнейшем объективно оценивать динамику диплопии у данного пациента, проводить анализ данных среди группы пациентов и их статистическую обработку. Кроме того, проведение исследования с расстояния 1 м и 3 м позволяет определить, превалирует диплопия при взгляде вблизи или вдаль или она в равной степени выражена на всех расстояниях. Это важно для комплексной оценки страбизмологического статуса пациента в аспекте качества его жизни; кроме того, дает возможность прогнозировать субъективную оценку исхода лечения травматического косоглазия.

Предложенный метод диагностики позволяет исследовать поле одиночного видения, его площадь и локализацию; определить, усугубляется ли диплопия в кардинальных направлениях взора или она присутствует только во второстепенных; как меняется площадь зоны, свободной от диплопии, в результате лечения.

Известно, что в ряде случаев хирургическое лечение травматического косоглазия с целью уменьшения девиации глазного яблока вызывает усугубление жалоб на диплопию. Хороший косметический результат не согласуется с субъективной оценкой пациентом качества жизни и, в конечном итоге, с его удовлетворенностью результатом лечения. Обследование по предложенной методике позволит предположить вариант исхода лечения, выбрать оптимальную тактику и более эффективно строить коммуникацию с пациентом.

Компьютерная программа дает возможность абсолютно точно определять координаты точек и угол наклона мнимого изображения и переносить их в базу данных, а также рассчитать угол поворота мнимого изображения, его отклонение относительно центра по горизонтальной и вертикальной осям (рис. 4).

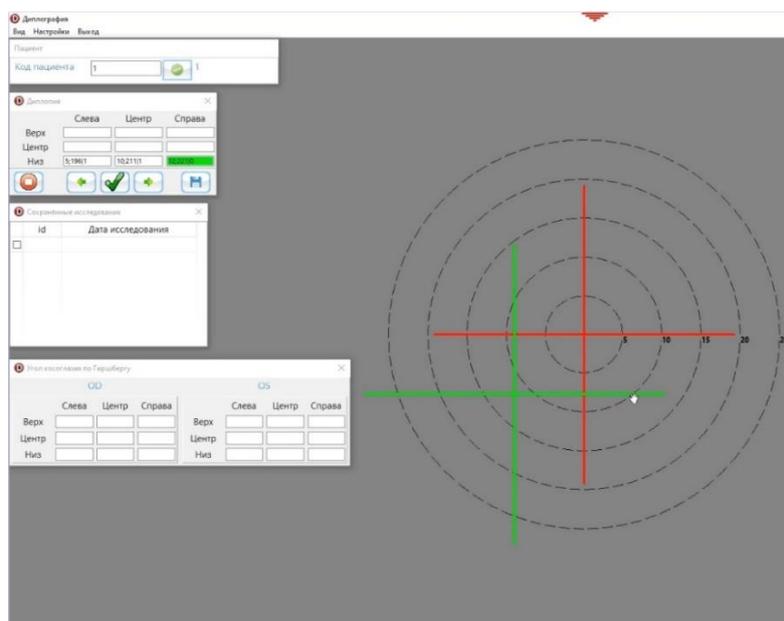


Рис. 4. Интерфейс предложенной компьютерной программы

Результаты исследования представляют собой координаты точек, соответствующих положению центра зеленого креста, и угол наклона мнимого изображения в градусах – всего девять. Предусмотрена возможность абсолютно точного определения положения мнимого изображения в каждой диагностической позиции за счет совмещения креста от указки пациента с крестом компьютерной мыши. Исследующий сопоставляет эти изображения, ориентируясь на положение центра креста и направление перекрещивающихся линий. Погрешность, связанная с переносом данных, минимальна, и в дальнейшем при обработке результатов ею можно пренебречь.

Заключение

Таким образом, внесение результатов в базу программы позволяет объективно оценивать динамику диплопии у данного пациента, проводить анализ данных среди группы пациентов и их статистическую обработку. Полученные таким способом результаты обследования имеют высокую точность и могут быть легко интерпретированы, в том числе графическим образом, и обработаны с помощью методов медицинской статистики. Предложенный метод диагностики диплопии позволяет страбизмологам проводить более детальное и глубокое исследование диплопии, получать более развернутую информацию и расширить понимание этого патологического состояния.

Список литературы

1. Матросова Ю.В., Катаев М.Г. Методы исследования диплопии. Обзор литературы // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=31484> (дата обращения: 20.05.2022).
2. Goseki T., Suh S.Y., Robbins L., Pineles S.L., Velez F.G., Demer J.L. Prevalence of Sagging Eye Syndrome in Adults with Binocular Diplopia. *Am. J. Ophthalmol.* 2020. Vol. 209. P. 55-61. DOI: 10.1016/j.ajo.2019.09.006.
3. Аклаева Н.А. Бинокулярная диплопия: диагностика и лечение // Российская педиатрическая офтальмология. 2016. Т. 11. № 2. С. 93-98. DOI: 10.18821/1993-1859-2016-11-2-93-98.
4. Morax S., Pascal D. Surgical treatment of diplopia caused by fractures of the orbital floor. *Fr J. Ophthalmol.* 1984. Vol. 10. No. 7. P. 633-647.
5. Плисов И.Л., Пузыревский К.Г., Анциферова Н.Г., Атаманов В.В. Косоглазие после сочетанной черепно-мозговой и орбитальной травмы: клиника, диагностика, лечение // Вестник ОГУ. 2013. Т. 153. № 4. С. 204-208.

6. Kremmyda O., Frenzel C., Hufner K., Goldschagg N., Brem C., Linn J., Strupp M. Acute binocular diplopia: peripheral or central? *J. Neurol.* 2020. Vol. 267. No. 1. P. 136-142. DOI: 10.1007/s00415-020-10088-y.
7. Бикбулатова Д.Р., Плисов И.Л., Белоусова К.А. Алгоритм обследования пациентов с бинокулярной диплопией и методика подбора эластичных призм Френеля для ее коррекции. Актуальные проблемы лечения косоглазия 2010. [Электронный ресурс]. URL: <https://eyeexpress.ru/article.aspx?8227> (дата обращения: 20.05.2022).
8. Гладышева Г.В. Диплопия: диагностика и лечение. Практические советы. [Электронный ресурс]. URL: <https://eyeexpress.ru/article.aspx?29308> (дата обращения: 20.05.2021).
9. Плисов И.Л. Система лечебно-реабилитационных мероприятий у пациентов с паралитическим (паретическим) косоглазием: дис. ... докт. мед. наук. Москва, 2014. 255 с.
10. Казинская Н.В. Восстановление бинокулярных зрительных функций у детей с повреждениями глазодвигательных мышц после травмы орбиты: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2013. 158 с.
11. Розенблум Ю.З., Шапиро В.М., Белозеров А.Е., Кашенко Т.П., Капранова А.С. Способ диагностики диплопии // Патент РФ № 2100956. Патентообладатель Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца. 1998.
12. Данилов С.С. Новые диагностические и лечебные подходы у пациентов с рестриктивной офтальмоплегией при травмах орбиты: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2013. 110 с.
13. Кокорев В.Ю., Рябцева А.А., Стучилов В.А., Ларионов К.С., Гришин А.С. Координатно-метрические исследования глазодвигательных нарушений при «взрывных» переломах глазницы (описание случаев) // Альманах клинической медицины. 2015. Т. 36. С. 78-81.
14. Матросова Ю.В., Катаев М.Г., Фабрикантов О.Л. Диплография – новый метод исследования бинокулярной диплопии // *Отражение.* 2022. № 1. С. 69-72. DOI: 10.25276/2686-6986-2022-1-69-72.
15. Yoo H.S., Park E., Rhiu S., Chang H.J., Kim K., Joo J., Neo J.H., Nam H.S. A computerized red glass test for quantifying diplopia. *BMC Ophthalmology.* 2017. Vol. 17. No. 1. P. 71. DOI: 10.1186/s12886-017-0465-8.
16. Hatt S.R., Leske D.A., Holmes J.M. Comparing methods of quantifying diplopia. *Ophthalmology.* 2017. Vol. 114. No. 12. P. 2316-2322. DOI: 10.1016/j.ophtha.2017.01.033.