

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗА ПРИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ФИКСАЦИИ

Изложен опыт применения регистрации движений глаза при центральной фиксации для комплексной оценки функционального состояния зрительной системы. Приведены данные о характеристиках движения глаза при центральной фиксации в норме, а также при стационарной и прогрессирующей близорукости.

Ключевые слова: близорукость, комплексная оценка функционального состояния зрительной системы

Актуальность

Зрение является сложной функцией, которая обеспечивается рядом периферических и центральных структур. Нормальное развитие зрительной системы включает в себя ряд процессов морфофункционального согласования, важнейшими из которых являются процессы фовеализации и эметропизации [6]. Параллельно с процессом формирования морфологической структуры центральной области сетчатки и достижением точной фокусировки оптической системы происходит координация работы сенсорного звена зрительной системы с движениями глазного яблока. Фактически имеет смысл рассматривать единую зрительно-глазодвигательную систему. В процессе нормального развития зрительной системы происходит формирование области наилучшего видения и центральной фиксации.

Зачастую наличие центральной фиксации воспринимается как синоним хороших зрительных функций. Тем не менее, термин «центральная фиксация» лишь указывает на расположение области фиксации. Для выводов о функциональном состоянии зрительно-глазодвигательной системы просто информации о наличии центральной фиксации явно недостаточно. В пользу такого взгляда свидетельствуют наличие многочисленных функциональных и органических нарушений зрительной системы, при которых сохраняется центральная фиксация.

Таким образом, поиск информационных характеристик движений глаза при центральной фиксации является актуальной задачей современной офтальмологии.

Цель исследования

Рассмотрение особенностей движений глаза в группе без нарушения зрения, а также при стационарной и прогрессирующей близорукости.

Материал и методы

Исследовано 123 человека (246 глаз), среди которых с эметропией и нормальным уровнем зрительных функций 64 человека (128 глаз), стационарной миопией 26 человек (52 глаза) и 33 пациента с прогрессирующей близорукостью (66 глаз).

Все испытуемые проходили офтальмологическое обследование, которое включало в себя измерение остроты зрения, клинической рефракции и размеров глазного яблока. Тестирование глазодвигательной активности производилось с помощью микропериметра МР-1 (Nidek Technologies, Italy), позволяющего фиксировать положение глазного яблока относительно заданной точки фиксации с точностью 6 угловых минут и временным разрешением 25 Гц. Тестирование заключалось в монокулярной фиксации креста с угловым размером 1 градус в течение 30 секунд. Следующим этапом была оценка размеров области фиксации и скорости движения глаза во время тестирования. Кроме того, по 5-балльной шкале оценивали выраженность микродвижений во время тестирования, где большему количеству микродвижений соответствует больший балл. Микродвижения представляют собой произвольные колебания глаза, амплитудой до 16 угловых минут и частотой до 15 Гц.

Учитывая влияние возраста на исследуемые параметры, группа с эметропией была разделена на две подгруппы, которые и использовались для дальнейшего анализа. Сравнительный анализ данных производился в парах: прогрессирующая миопия – эметропия и стационарная миопия – эметропия. Статистическая обработка производилась с использованием непараметрического критерия Манна - Уитни.

Результаты и обсуждение

В ходе статистической обработки не было обнаружено статистически достоверных различий в возрасте испытуемых сравниваемых групп ($p > 0,05$). В паре прогрессирующая миопия – эметропия средний возраст составлял $10,5 \pm 0,3$ и $10,2 \pm 0,5$ лет соответственно. В группах со стационарной миопией и эметропией средний возраст составил $21,3 \pm 0,1$ и $21,4 \pm 0,1$ соответственно.

Групповые величины параметров движения глаза при фиксации и морфо-функциональные показатели групп с эметропией и прогрессирующей миопией, а также результаты сравнительного анализа представлены в таблице 1. Как видно из таблицы 1, все показатели статистически достоверно различаются в сравниваемых группах.

Представляет интерес факт сравнительно более концентрированного фиксационного поля в группе с прогрессирующей миопией. Это может означать, что дети с прогрессирующей близорукостью в среднем более способны к стабилизации положения глаза и концентрации зрительного внимания в локальной части пространства. Не исключено, что этому способствуют адекватные размеры рецептивных полей ганглиозных клеток центральной области сетчатки. Кроме того, нельзя исключать и влияние специфики зрительной деятельности у данной группы детей, которая может заключаться в большем представительстве зрительной работы на близком расстоянии. Важно, что более локализованная область фиксации у детей с прогрессирующей близорукостью сопровождается относительно низкой остротой зрения вдаль с адекватной коррекцией. В основе этого могут лежать причины, связанные с усложне-

нием оптической системы глаза и недостаточной подвижностью аккомодационного аппарата глаза. Также нельзя исключать влияние нейрофизиологических особенностей обработки зрительной информации. В частности, наблюдаемое при прогрессирующей миопии относительное уменьшение выраженности микродвижений глаза может приводить к снижению качества зрительного образа. Считается, что именно микродвижения глаза обеспечивают адекватное квантование непрерывного зрительного потока и увеличивают разрешающую способность зрительной системы [2, 4].

Кроме вышеуказанных причин важную роль в детерминации размеров фиксационного поля и характеристик фиксации играет степень развития зрительной системы. Сравнение параметров фиксации, проведенное в группах с эметропией, но различным средним возрастом, выявило значительные различия как в размерах, так и в скорости движения глаза ($p < 0,001$). Это означает, что развитие зрительной системы и функций центрального зрения приводит к существенному уменьшению размеров области фиксации. Вероятно, ведущую роль в данном процессе играют структуры мозга, тесно связанные с управлением функциями глазодвигательной системы. Такое мнение подтверждается менее выраженным приростом остроты зрения, что означает более быстрое созревание сенсорной части зрительного анализатора. Произвольное управление движениями глаза развивается более медленно и, вероятно, сопряжено с процессами произвольного внимания, а также степенью зрелости морфофункциональных связей центрального поля зрения, которая зависит от развития тормозных механизмов как на уровне сетчатки, так и в проекционных зо-

Таблица 1

	Эметропия (дети) n = 24 (48 глаз)	Прогрессирующая миопия n = 34 (68 глаз)
Острота зрения M±SE	1.63±0.03 *	1.15±0.03
Рефракция (дптр) M±SE	0.32±0.07 *	-2.03±0.15
Горизонтальный размер области фиксации (градусы) M±SE	1.78±0.14 *	1.11±0.06
Вертикальный размер области фиксации (градусы) M±SE	1.48±0.11 *	0.90±0.05
Скорость движения глаза (градус/сек) M±SE	1.72±0.09 *	1.33±0.04
Выраженность микродвижений глаза (средний балл)	3.0 *	2.4
Переднезадний размер глаза (мм) M±SE	22.50±0.11 *	23.93±0.15
Поперечный размер глаза (мм) M±SE	23.01±0.13 *	24.02±0.17

M – среднее значение, SE – ошибка средней, * – статистически достоверные различия при уровне значимости ($p < 0,01$).

нах зрительной коры. Не исключено, что на развитие миопии влияет именно рассогласование степени развития моторной и сенсорной частей зрительного анализатора.

Таким образом, при прогрессирующей миопии наблюдается паттерн движений глаза, который снижает качество передаваемой информации и, соответственно, зрительного образа. Это в свою очередь может создавать основу для более высокого напряжения различных элементов зрительной системы, что может отражаться в затруднении аккомодационной настройки, последующей дефокусировке изображения и запуске ретинальных механизмов роста глазного яблока.

Известно, что в большинстве случаев прогрессирующей миопии наблюдается нарушение аккомодационной функции, что приводит к недостаточно точной фокусировке изображения на сетчатке [1]. Исследования на приматах показали, что дефокусировка изображения может запускать процесс роста глазного яблока [7]. Учитывая последнее обстоятельство, а также факт изменения микродвижений глаза при прогрессирующей миопии, можно предположить, что пусковым механизмом для роста глазного яблока является не только дефокусировка изображения на сетчатке, но и субъективно ощущаемое снижение качества зрительного образа. Не исключено, что проблемы фокусировки, которые могут определяться дисфункцией подкорковых центров, имеют тот же источник, что и нарушение микродвижений глаза. Так, М.В. Кузнецова приводит данные, свидетельствующие о возможном значении при прогрессирующей близорукости недоста-

точности кровоснабжения ядер, участвующих в регуляции аккомодации и движений глаза [3].

В ряде случаев (23%) при прогрессирующей миопии наблюдается сохранение достаточного уровня выраженности микродвижений (4-5 баллов). Это может означать, что механизмы, лежащие в основе развития близорукости в данных случаях имеют иной компонентный состав. Ведущую роль в таких случаях могут играть структурные особенности склеры и несоответствие функциональных возможностей зрительных структур уровню нагрузки на орган зрения. Кроме того, нельзя исключать, что эта подгруппа приближается к стабилизации близорукости, что на момент исследования еще не успело отразиться в показателях биометрических и рефракционных исследований.

Сопоставление данных в группах со стационарной близорукостью и эметропией не выявило статистически значимых различий в размерах фиксационного поля и скорости движений глаза при фиксации ($p > 0,05$). Средние значения исследованных параметров приведены в таблице 2. Различия между группами обнаруживаются в уровне клинической рефракции и показателях биометрии, что соответствует осевой модели развития близорукости и не требует дополнительных комментариев. Более интересными являются различия в остроте зрения и степени выраженности микродвижений глаза. Группа со стационарной миопией демонстрирует более низкий уровень вышеуказанных параметров.

Этот факт лишний раз подтверждает большую роль микродвижений в обеспечении высокой разрешающей способности, однако требует

Таблица 2

	Эметропия (взрослые) n = 40 (80 глаз)	Стационарная миопия n = 25 (50 глаз)
Острота зрения M±SE	1.73±0.02 *	1.22±0.03
Рефракция (дптр) M±SE	0.15±0.03 *	-1.99±0.14
Горизонтальный размер области фиксации (градусы) M±SE	0.70±0.03	0.77±0.04
Вертикальный размер области фиксации (градусы) M±SE	0.55±0.02	0.56±0.04
Скорость движения глаза (градус/сек) M±SE	1.19±0.02	1.21±0.04
Выраженность микродвижений глаза (средний балл)	4.1 *	3.1
Переднезадний размер глаза (мм) M±SE	23.19±0.09 *	24.15±0.08
Поперечный размер глаза (мм) M±SE	24.19±0.11 *	24.67±0.07

M – среднее значение, SE – ошибка средней, * – статистически достоверные различия при уровне значимости ($p < 0,01$)

обсуждения для уточнения возможной роли микродвижений в прогрессировании близорукости. Вполне возможно, что стабилизация миопии происходит при успешном согласовании функций моторной и сенсорной части зрительного анализатора. Учитывая относительную стабильность остроты зрения и выраженности микродвижений в нормативной группе в сравнении с аналогичными параметрами в группе с прогрессирующей близорукостью, по-видимому, такое согласование происходит за счет модификации используемых зрительных стратегий.

Таким образом, в стационарных состояниях, независимо от рефракции, микродвижения глаза лишь указывают на способ квантования зрительного потока, который адекватно согласован с работой других звеньев зрительной системы. Тем не менее, микродвижения могут рассматриваться как показатель пластичности зрительной системы. Примерно 50% испытуемых со стационарной близорукостью и 30% с эметропией демонстрируют снижение выраженности микродвижений глаза при фиксации. При этом в группе с миопией повышение количества микродвижений сопровождается статистически значимым увеличением остроты зрения, а в группе с эметропией острота зрения остается стабильной. Это позволяет предполагать, что уменьшение микродвижений может отражать как минимум два независимых процесса. С одной стороны, снижение количества микродвижений может отражать нарушение оптимального баланса активности моторной и сенсорной частей зрительного анализатора, что подтверждается снижени-

ем остроты зрения. Отсутствие в нормативной группе статистически значимых различий в остроте зрения указывает на возможность другого объяснения. Нельзя исключать, что выраженность микродвижений может отражать особенности обработки зрительной информации, а значит, является индивидуально специфичной. Это совпадает с мнением В.А. Филина [5]. Наверное, специфичность характера микродвижений не является жесткой, так как при повторных исследованиях может видоизменяться. Более вероятно, что микродвижения отражают индивидуальные особенности перцептивного процесса и остаются устойчивыми до тех пор, пока не происходит изменения когнитивной стратегии. Однако данное предположение требует более детального изучения.

Заключение

Таким образом, обнаружено, что при прогрессирующей миопии происходит изменение характера микродвижений глаза, которое проявляется в снижении их частоты. Данный факт означает вовлечение в процесс развития близорукости структур окулomotorной системы. Механизмы наблюдаемого изменения характера микродвижений могут отражать функциональное состояние глазодвигательных ядер, согласованность сенсорной и моторной подсистем зрения, а также используемые при зрительной работе стратегии. Для уточнения механизмов, лежащих в основе нарушения движений глаза при фиксации, предполагается проведение дополнительных исследований.

Список использованной литературы:

1. Аветисов Э.С. Близорукость / Э.С. Аветисов. – М.: Медицина, 1999. – 288 с.
2. Глезер В.Д., Леушина Л.И. О модели зрительной фиксации объекта и функциях микроскачков глаз // Моторные компоненты зрения. – М., Наука, 1975. – С. 56-68.
3. Кузнецова М.В. Причины развития близорукости и ее лечение / М.В. Кузнецова. – Казань: МЕДпресс-информ, 2004. – 176с.
4. Филин В.А. О механизме произвольных скачков глаз и их роли в зрительном процессе // Моторные компоненты зрения. – М., Наука, 1975. – С. 69-101.
5. Филин В.А. Автоматия саккад / В.А. Филин. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 240 с.
6. Hendrickson A. Morphological development of the primate retina // Simons K, ed. Early Visual Development, Normal and Abnormal. – Oxford: Oxford University Press, 1993. – P. 287–305.
7. Smith EL, Hung LF. The role of optical defocus in regulating refractive development in infant monkeys / E.L. Smith, L.F. Hung // Vision Res. – 1999. – V. 39. – P. 1415-1435.