

УДК [617.761:616.833.115]:617.758.1-053.5

<https://doi.org/10.51523/2708-6011.2022-19-4-10>

Функциональное состояние зрительного анализатора и характерологические особенности детей младшего школьного возраста с ортофорией и гетеротропией

О. В. Ларионова

Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель, Беларусь

Резюме

Цель исследования. Провести анализ функционального состояния зрительного анализатора и характерологических особенностей детей младшего школьного возраста с ортофорией и гетеротропией.

Материалы и методы. Обследовано 84 ребенка (168 глаз) в возрасте 6–11 лет. Сформированы 2 группы, сопоставимые по возрасту и полу. В 1-ю группу вошли 35 детей (70 глаз) с ортофорией на фоне гиперметропии средней степени Hm 4,1 [1,0; 8,75] Дптр, 2-ю группу составили дети с содружественным сходящимся косоглазием на фоне гиперметропии средней степени Hm 4,3 [0,75; 9,75] Дптр — 49 пациентов (98 глаз). Для изучения свойств нервной системы (НС) использовался аппаратно-программный комплекс «НС-Психотест» (ООО «Нейрософт», г. Иваново, Россия, <http://neurosoft.com/ru>). Были определены нейродинамические показатели сенсомоторного реагирования по методикам «Простая зрительно-моторная реакция» (ПЗМР), «Реакция различения» (РР), «Реакция выбора» (РВ), «Реакция на движущийся объект» (РДО), «Критическая частота слияния мельканий» (КЧСМ), цветовой тест Люшера.

Результаты. Содружественное косоглазие у детей 2-й группы достоверно приводит к увеличению времени ПЗМР, РР и РВ на 43 мс, 80,8 и 57,8 мс соответственно ($p < 0,05$) в сравнении с группой детей с ортофорией, что указывает на снижение подвижности нервных процессов и преобладание тормозных процессов в центральной нервной системе (ЦНС).

Заключение. Из полученных результатов следует, что наличие гетеротропии у детей 2-й группы достоверно приводит к снижению подвижности нервных процессов и преобладанию тормозных процессов в ЦНС. Сочетание низкой скорости реакции и выраженной инертности нервных процессов у детей 2-й группы указывает на рассогласование взаимоотношений между центрами зрительного и моторного анализаторов.

Ключевые слова: зотропия, функциональное состояние, нейродинамические показатели

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Ларионова ОВ. Функциональное состояние зрительного анализатора и характерологические особенности детей младшего школьного возраста с ортофорией и гетеротропией. Проблемы здоровья и экологии. 2022;19(4):73–80. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2022-19-4-10>

The functional state of the visual analyzer and characterological features of children at a primary school age with orthophoria and heterotropia

Olga V. Larionova

Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

Abstract

Objective. To analyze the functional state of the visual analyzer and characterological features of children at a primary school age with orthophoria and heterotropia.

Materials and methods. Eighty-four children (168 eyes) aged 6–11 years were examined. Two groups comparable in age and gender were formed. Group 1 included 35 children (70 eyes) with orthophoria with moderate degree hyperopia Hm 4.1 [1.0; 8.75] Dptr; Group 2 consisted of children with concomitant convergent strabismus with a moderate degree hyperopia Hm 4.3 [0.75; 9.75] Dptr - 49 patients (98 eyes). To study the properties of the nervous system (NS) hardware-software complex “NS-Psychotest” (Neurosoft LLC, Ivanovo, Russia, <http://neurosoft.com/ru>) was used. Neurodynamic indices of sensorimotor reaction were determined according to the methods “Simple visual-motor reaction” (PMR), “Distinguishing reaction” (DR), “Choice reaction” (PC), “Reaction to a moving object” (RMA), “Critical flicker fusion frequency” (CFF), Lusher’s color test.

Results. Concomitant strabismus in group 2 children significantly increased “Simple visual-motor reaction” (SVMR), “Discrimination reaction” (RR) and “Choice reaction” (RC) by 43 ms, 80.8 and 57.8 ms, respectively ($p < 0.05$), compared to the group of children with orthophoria, indicating reduced mobility of nervous processes and predominance of inhibitory processes in the central nervous system (CNS).

Conclusion. It follows from the results obtained that the presence of heterotropy in group 2 children reliably leads to a decrease in the mobility of nervous processes and the predominance of inhibitory processes in the CNS. The combination of low reaction rate and expressed inertness of nervous processes in children of the 2nd group indicates a mismatch in the relationship between the centers of the visual and motor analyzers.

Key words: *esotropia, functional state, neurodynamic indicators*

Conflict of interests. Author declares no conflict of interest.

Funding. Study conducted without sponsorship.

For citation: Larionova OV. *The functional state of the visual analyzer and characterological features of children at a primary school age with orthophoria and heterotropia* Health and Ecology Issues. 2022;19(4):73–80. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2022-19-4-10>

Введение

На современном этапе жизни общества одним из общенациональных приоритетов является образование и укрепление здоровья подрастающего поколения. Состояние здоровья детского населения является тем индикатором, который во многом определяет социальное благополучие в обществе и в значительной степени зависит от условий и образа жизни, состояния природной среды, качества медицинской помощи. Важным показателем при определении состояния здоровья детского населения являются болезни органа зрения, так как нормальное функционирование зрительного анализатора дает возможность для оптимальной адаптации ребенка к внешней среде, создает благоприятные условия для всестороннего гармоничного развития, обеспечивает жизненный комфорт [1].

В процессе развития и обучения детей зрение обеспечивает получение большей части представлений и знаний об окружающем мире и информации по разным разделам знаний. Чтение, письмо, работа на классной доске, а теперь и использование компьютера и других электронных устройств — ежедневные зрительные нагрузки для ребенка в школе и дома. Это неизбежно приводит к увеличению напряженной зрительной работы на близком расстоянии, часто превосходящей его физиологические возможности [2]. В связи с этим количество детей с нарушениями зрения неуклонно увеличивается, и к настоящему времени среди учащихся четвертых классов число таких детей составляет 20–25 % [2, 3].

В ряде исследований показано, что наряду с рефракционными нарушениями негативное влияние на функционирование когнитивных функций, зрительную работоспособность и школьную успеваемость оказывают нарушения бинокулярного зрения [2, 4, 5].

Вовремя не обнаруженные бинокулярные нарушения могут привести к долговременным

нарушениям зрения, к задержке в развитии и трудностям в обучении. Многочисленные психофизические и психологические исследования показали, что нарушения бинокулярных функций оказывают негативное влияние на развитие зрительного восприятия, вызывают снижение концентрации зрительного внимания и нарушение кратковременной памяти, умственной работоспособности и зрительно-моторных реакций. Поэтому при выполнении повседневных зрительных заданий на уроках и дома, таких как чтение, письмо, глазомерные задачи, зрительное прослеживание, зрительный счет, выделение объектов из окружающего фона, ориентировка в микропространстве и других, дети с нарушениями бинокулярного зрения испытывают сильное зрительное напряжение и им требуется больше времени на выполнение повседневной зрительной работы, чем хорошо видящим сверстникам.

Содружественное косоглазие — один из наиболее распространенных видов патологии органа зрения в детском возрасте, для которого характерно наличие различных по происхождению и топике поражений зрительных и глазодвигательных систем, которые вызывают постоянное или периодическое отклонение зрительной оси одного или двух глаз от точки фиксации, а также способствуют потере бинокулярного зрения. В структуре заболеваемости органа зрения детей в Республике Беларусь косоглазие занимает 2-е место и составляет 17,4 % от всей офтальмологической патологии [6]. Количество детей в мире с гетеротропией в возрасте до 14 лет составляет 182,9 млн [7]. Для детей с косоглазием характерно наличие низкого уровня оперирования зрительными образами, сенсорными эталонами и представлениями, что неизбежно приводит к появлению вторичных отклонений в зрительном восприятии предметов окружающего мира, что, в свою очередь, отрицательно влияет на развитие таких мыслительных операций, как синтез,

анализ, обобщение, восприятие и сравнение [8, 9]. Характерная особенность детей с косоглазием — значительное отставание в формировании познавательных интересов, снижение количества и качества представлений о явлениях и предметах окружающего мира, что приводит к возникновению трудностей в обучении, снижению успеваемости [9, 10].

Проблема изучения функциональных состояний (ФС) является одной из важнейших в областях науки, которые исследуют динамику адаптационных процессов при взаимодействии с внешней средой [11]. ФС оказывает значительное влияние на характеристики нервной ткани: способность отвечать на воздействие раздражителя (возбудимость), способность проводить возбуждение от клетки к клетке (проводимость), способность при проведении возбуждения воспроизводить такую частоту сигналов, которая соответствует частоте раздражения (лабильность), — и в связи с этим влияют на особенности протекания нервных процессов [11, 12].

Нейродинамические показатели являются чувствительными индикаторами изменений, которые происходят в организме и значимо влияют на физиологические и психические характеристики человека. Устойчивая когнитивная работоспособность, внимание, нервно-психическая выносливость, обусловленные индивидуальным профилем свойств НС индивида, во многом являются определяющими факторами эффективной адаптации детей к процессу обучения в школе [13, 14].

Деятельность головного мозга человека складывается из множества специализированных нейронных модулей, которые обеспечивают регуляцию и поддержание различных психических процессов, работающих по принципу параллельно-распределенных систем, взаимодействие между которыми динамически изменяется: то ослабевает, то усиливается в зависимости от физиологического и психического состояния человека [15, 16].

Цель исследования

Изучить функциональное состояние зрительного анализатора и характерологические особенности детей младшего школьного возраста с ортофорией и гетеротропией.

Материалы и методы

Нами было обследовано 84 ребенка (168 глаз) в возрасте от 6 до 11 лет (средний возраст — $8,7 \pm 1,5$ года), находившихся на диспансерном наблюдении и лечении в учреждении здравоохранения «Гомельская областная детская больница медицинской реабилитации» в 2018–2021 гг.

Были сформированы 2 группы, сопоставимые по возрасту и полу. Критериями формирования групп явились: рефракция и положение глазных яблок в орбите. В 1-ю группу вошли 35 детей (70 глаз) с ортофорией на фоне гиперметропии средней степени Нм 4,1 [1,0; 8,75] Дптр, 2-ю группу составили дети с содружественным сходящимся косоглазием на фоне гиперметропии средней степени Нм 4,3 [0,75; 9,75] Дптр — 49 пациентов (98 глаз). Угол косоглазия у детей 2-й группы составил $6,7^\circ$ [3,5; 9], с очковой коррекцией — $4,1^\circ$ [1; 5].

Всем пациентам проводилось стандартное страбологическое обследование: определение остроты зрения с использованием проектора знаков фирмы «Nides» (Япония) и таблицы Сивцева — Головина (без коррекции и с коррекцией), динамической и статической рефракции глаза при помощи авторефрактометра фирмы «Nides» (Япония), резервов абсолютной и относительной аккомодации, зрительной фиксации глаза, подвижности глазных яблок, угла косоглазия (без коррекции и с очковой коррекцией) по Гиршбергу и на аппарате синоптофор «СИНФ-1» (Украина); определение характера зрения с использованием четырехточечного теста (без коррекции и с очковой коррекцией). Также на синоптофоре «СИНФ-1» (Украина) (без коррекции и с очковой коррекцией) были определены: фузия, резервы конвергенции и дивергенции, выполнена биомикроскопия и офтальмоскопия.

Для изучения свойств НС использовался аппаратно-программный комплекс «НС-Психотест» (ООО «Нейрософт», г. Иваново, Россия, <http://neurosoft.com/ru>). НС-Психотест — это компьютерный комплекс, предназначенный для проведения психологических и психофизиологических тестов с регистрацией эмоциональных и вегетативных реакций, который используется для комплексной оценки по результатам выполнения тестовых заданий психофизиологических и психологических функций и свойств организма.

Были определены нейродинамические показатели сенсомоторного реагирования по методикам ПЗМР, РР, РВ, РДО, КЧСМ, цветовой тест Люшера [15, 16].

Простая зрительно-моторная реакция состоит из двух последовательных компонентов: сенсорного (латентного) и моторного периода, является видом произвольной элементарной реакции человека на зрительный стимул. ПЗМР может рассматриваться как функциональная система, основанная на согласованной активации возбуждения соответствующих нервных окончаний с определенной синхронностью пространственных и временных параметров этой системы и совпадения ритмов возбуждения в нервных клетках. Типологические особенности НС, главным обра-

зом подвижность и уравновешенность нервных процессов, характеризуют основные свойства ФС НС (возбудимость, проводимость, лабильность) и определяют время ПЗМР [17].

Скорость ПЗМР дает возможность исследовать интегральные характеристики ЦНС человека, так как при ее реализации задействованы не только основные анализаторные системы человека (зрительная и кинестетическая), но и определенные отделы головного мозга и нисходящие нервные пути [12].

Для получения наиболее полной информации о свойствах и состоянии ЦНС на основании результатов ПЗМР можно использовать дополнительный показатель — коэффициент точности Уиппла, который выявляет соотношение ошибок и правильных нажатий. Показатель точности свидетельствует о степени свойства устойчивости внимания, обусловленного в свою очередь силой и уравновешенностью нервных процессов. Интерпретация значений коэффициента точности Уиппла: 0–0,8 — очень низкий, 0,8–0,88 — низкий, 0,88–0,94 — средний, 0,94–0,97 — высокий, 0,97–1 — очень высокий [15].

Реакция различения — сложная сенсомоторная реакция. Ее главным отличием от ПЗМР является то, что РР осуществляется на один определенный стимул из нескольких предложенных, следовательно, процесс обработки сенсорной информации ЦНС происходит не только по принципу наличия или отсутствия сигнала, но и по принципу различения, отбора сигналов определенного цвета из общего их числа и формирования реакции на заданный вид сигнала. Разность между средним временем РР и средним временем ПЗМР отражает скорость протекания нервных и психических процессов в ЦНС. В связи с более сложным процессом обработки сенсорной информации скорость РР меньше, чем скорость ПЗМР, т. е. время, затраченное на осуществление РР, больше, чем на осуществление ПЗМР [15, 16].

Реакция выбора — это разновидность сложной сенсомоторной реакции, заключающаяся в осуществлении нескольких различных реакций на надлежащие стимулы. При этом каждому определенному стимулу соответствует конкретный тип реакции. Методика предназначена для оценки подвижности нервных процессов. Обследуемому последовательно предъявляются световые сигналы двух различных цветов. Интервал между сигналами варьирует от 0,5 до 2,5 с, последовательность сигналов различного цвета случайна. Показатель среднего значения времени сложной сенсомоторной реакции выбора отражает общую подвижность нервных процессов: если индивидуальное среднее значение време-

ни реакции выше среднестатистического, то диагностируется инертность нервных процессов, если ниже — подвижность [10, 16].

Реакция на движущийся объект позволяет определить точность реагирования обследуемого на раздражитель и судить об уравновешенности процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга. Сложность данной сенсомоторной реакции заключается в необходимости пространственно-временного предвидения того, в какой точке и в какой момент окажется перемещающийся предмет (зрительная экстраполяция). На время РДО непосредственно оказывают влияние индивидуальные особенности строения вспомогательного и аккомодационно-оптического аппарата глаза: фиксация раздражителя в центральной зоне поля зрения, так как раздражителем в данном случае является движущийся объект и для его фиксации необходимы соответствующие глазодвигательные (конвергенция) и диоптрически-аккомодационные изменения [7, 15].

Критическая частота слияния мельканий — одна из наиболее доступных методик оценки зрительного утомления и зрительной работоспособности. КЧСМ является надежным, высокочувствительным показателем ФС головного мозга, который отражает подвижность нервных процессов, временную суммацию в зрительном анализаторе и объективно отражает динамику работоспособности и развитие утомления организма, а также положительно коррелирует со скоростью психических процессов в вероятностной среде. Тестирование КЧСМ позволяет определить уровень психоэмоционального напряжения за счет того, что процесс дискретного восприятия стимулов опосредуется мезэнцефальной ретикулярной формацией и может достаточно «чутко» реагировать на возникающее состояние психоэмоционального напряжения. Нормой считается диапазон значений от 29 до 37 Гц (норма при использовании красного стимула) [15, 16].

Цветовой тест Люшера основан на предположении о том, что выбор цвета отражает нередко направленность испытуемого на определенную деятельность, настроение, функциональное состояние и наиболее устойчивые черты личности. Преимуществами методики являются простота, краткость проведения и независимость результатов от возраста, пола и профессиональных навыков.

Показатель «Суммарное отклонение от аутогенной нормы» (СО) отражает уровень непродуктивной нервно-психической напряженности, присущий испытуемому. Эта напряженность заключается в неумеренно завышенном расходе нервно-психических ресурсов при столь же неумеренно низком коэффициенте полезного

действия. Чем больше величина СО, тем в большей мере силы человека расходуются на поддержание собственной психической целостности, на борьбу с внутриличностными проблемами, на волевое преодоление усталости в ущерб достижению субъективно значимых целей [15].

Значение СО отражает устойчивый эмоциональный фон, т. е. преобладающее настроение ребенка. Он имеет только три уровня выраженности. Преобладание отрицательных эмоций, если показатель СО меньше 8. У испытуемого доминируют плохое настроение и неприятные переживания. Плохое настроение может свидетельствовать о наличии проблем, которые подросток не может преодолеть самостоятельно.

Эмоциональное состояние в норме, когда показатель СО равен 10–18. Испытуемый может и радоваться, и печалиться, поводов для беспокойства нет.

Преобладание положительных эмоций, когда показатель СО равен или больше 20. Подросток весел, счастлив, настроен оптимистично [17].

«Вегетативный коэффициент» (ВК) характеризует энергетический баланс организма: способность к энергозатратам или установку на сбережение энергии. Расчет ВК производится по формуле, предложенной К. Шипошем, $VK = (18 - \text{место красного} - \text{место желтого}) / (18 - \text{место синего} - \text{место зеленого})$. Значение коэффициента изменяется от 0,2 до 5 баллов. Энергетический показатель интерпретируется следующим образом:

- хроническое переутомление, истощение, низкая работоспособность, показатель ВК равен 0–0,5;
- компенсируемое состояние усталости, значение ВК равно 0,51–0,91;
- оптимальная работоспособность, показатель ВК равен 0,92–1,9;
- перевозбуждение, показатель ВК больше или равен 2.

Значения «Вегетативного баланса» (ВБ). Преобладание тонуса симпатической нервной системы (от 0 до 9,8), т. е. мобилизация всех функций, подготовка к активной защите, бегству. Преобладание тонуса парасимпатической нервной системы (от 0 до –9,8), т. е. работа организма направлена на отдых, восстановление сил, сбережение ресурсов [15].

«Показатель стресса». Значения могут быть в диапазоне от 0 до 41,8, если значения до 20, значит есть тенденция к образованию стресса, если больше 20, то это проявление стрессового состояния.

Показатель «Гетерономность-автономность». Гетерономность (от 0 до 9,8) — пассивность, склонность к зависимому положению от

окружающих, чувствительность. Автономность (от 0 до –9,8) — независимость, активность, инициативность, самостоятельность, склонность к доминированию, стремление к успеху и самоутверждению.

Показатель «Концентричность-эксцентричность». Концентричность (от 0 до 9,8) — сосредоточенность на собственных проблемах. Эксцентричность (от 0 до –9,8) — заинтересованность окружением как объектом воздействия или источником получения помощи [10,17].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения: Microsoft Excel и пакета «Statistica» 10 (StatSoft, Inc., USA). Количественные данные в группах проверялись на нормальность распределения с помощью теста Шапиро — Уилка (Shapiro – Wilk's W test), данные приведены в виде медианы (Me), первым и третьим квартилями (Q_{25} – Q_{75}). Анализ распределения количественных признаков показал, что распределение показателей отличалось от нормального. Сравнительный анализ между группами проводился с использованием методов непараметрической статистики: для сравнения двух независимых групп — критерий Манна — Уитни (Mann – Whitney). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Среднее время ПЗМР во 2-й группе детей было достоверно больше на 43 мс, чем у детей в 1-й группе (Me 361,3 [294,3; 521,7] мс и Me 318,3 [281,9; 340,3] мс соответственно) ($p = 0,009$).

Коэффициент точности Уиппла у детей в 1-й группе составил Me 0,94 [0,9; 1,0], у детей во 2-й группе — Me 0,88 [0,8; 0,9] ($p = 0,00006$), показатель отражает степень устойчивости внимания, обусловленного в свою очередь силой и уравновешенностью нервных процессов. Установленный факт свидетельствует о достоверном снижении у детей во 2-й группе на 0,06 мс скорости восприятия, обработки информации и принятия решений.

Время РР во 2-й группе детей значимо больше — на 80,8 мс, чем у детей в 1-й группе (Me 445,3 (360,5; 511,2) и Me 364,5 (313,3; 443,1) мс соответственно) ($p = 0,0005$), что указывает на достоверное снижение подвижности нервных процессов у детей во 2-й группе.

Значения показателя РВ в 1-й группе — Me 447,7 [393,5; 513,9] мс, во 2-й группе — Me 505,5 [434,1; 563,5] мс. Среднее время РВ во 2-й группе детей достоверно больше — на 57,8 мс, чем у детей в 1-й группе ($p = 0,02$), что указывает на снижение подвижности нервных процессов у детей во 2-й группе.

Разность между показателями РР и ПЗМР у детей в 1-й группе — 46,2 мс, у детей во 2-й группы — 84 мс, между показателями РВ и ПЗМР у детей в 1-й группе — 129,4 мс, у детей во 2-й группе — 144,2 мс, что свидетельствует о большей скорости протекания нейродинамических процессов в НС у детей в 1-й группе.

При исследовании по методике РДО время реакции у детей в 1-й группе — Ме -21 [-89; -13] мс, во 2-й группе — Ме 68 [41; 144] мс ($p = 0,000000$). Положительное значение показателя времени РДО у детей во 2-й группе является следствием преобладания у большинства обследуемых процессов торможения в ЦНС. Отрицательное значение показателя времени РДО у детей в 1-й группе является свидетельством преобладающей реакции НС в виде дисбаланса течения нервных процессов в сторону возбуждения в ответ на предложенную нагрузку.

Средние значения КЧСМ в 1-й группе детей достоверно превышали таковые во 2-й группе при тестировании как возрастающей, так и убывающей частоты (Ме 40,2 [36,2; 42,8] и Ме 34,2 [32,2; 38,8] Гц соответственно), что указывает на низкую скорость реагирования и высокий уровень психоэмоционального напряжения ($p = 0,000032$).

При анализе результатов цветового теста Люшера показатель суммарного отклонения от аутогенной нормы значимо выше — на 11,8 % ($p = 0,01$) у детей в 1-й группе, чем у детей во 2-й группе, что свидетельствует о наличии у них резервов работоспособности и стрессоустойчивости (Ме 17 [13; 23] и Ме 15 [11; 18] соответственно). Значение СО отражает устойчивый эмоциональный фон у детей в двух группах.

Значения ВК у детей в 1-й группе — Ме 1,4 [0,9; 1,8], во 2-й группе — Ме 1,5 [0,9; 1,8] ($p = 0,07$). Значения ВК в 1-й и 2-й группе детей характеризует энергетический баланс организма как оптимальная работоспособность.

Показатель ВБ у детей в 1-й группе — Ме -1,5 [-6,0; 3,5], во 2-й группе — Ме -6,5 [-8,0; 1,5] ($p = 0,049$), что указывает на преобладание тонуса парасимпатической НС у детей в двух группах.

Уровень стресса у детей в 1-й группе имеет тенденцию к образованию стресса — Ме 19,6 [12,0; 25,6], во 2-й группе — Ме 20,9 [14,1; 29,0] — проявление стрессового состояния ($p = 0,04$).

Для детей двух групп характерна автономность (Ме -0,5 [-4,0; 2,5] и Ме -1,0 [-3,5; 0,0] в 1-й и 2-й группе соответственно ($p = 0,34$)) и концентричность (Ме 0,5 [-2,5; 4,0] и Ме 4,5 [-1,0; 5,5] в 1-й и 2-й группе соответственно ($p = 0,09$)).

Таким образом, содружественное косоглазие у детей во 2-й группе достоверно приводит к увеличению времени ПЗМР, РР и РВ на 43 мс, 80,8 и 57,8 мс соответственно ($p < 0,05$) в сравнении с группой детей с ортофорией, что указывает на снижение подвижности нервных процессов и преобладание тормозных процессов в ЦНС.

Разность между показателями РР и ПЗМР у детей в 1-й группе — 46,2 мс, у детей во 2-й группе — 84 мс, между показателями РВ и ПЗМР у детей в 1-й группе — 129,4 мс, у детей во 2-й группе — 144,2 мс, что свидетельствует о снижении скорости протекания нейродинамических процессов в НС у детей с гетеротропией. Сочетание низкой скорости реакции и выраженной инертности нервных процессов у детей во 2-й группе указывает на рассогласование взаимоотношений между центрами зрительного и моторного анализаторов.

Наличие эзотропии у детей во 2-й группе является причиной изменения зрительной экстраполяции, что приводит к значимому снижению подвижности нервных процессов и преобладанию тормозных процессов в ЦНС (положительное значение показателя времени РДО — Ме 68 [41; 144] мс ($p < 0,05$)).

Средние показатели теста КЧСМ у всех детей были в пределах возрастной нормы, однако у детей в 1-й группе величина КЧСМ достоверно превышала таковую во 2-й группе при тестировании как возрастающей, так и убывающей частоты (Ме 40,2 [36,2; 42,8] и Ме 34,2 [32,2; 38,8] Гц соответственно), что указывает на более низкую лабильность и высокий уровень психоэмоционального напряжения у детей во 2-й группе ($p < 0,05$).

Заключение

1. Время сенсомоторных реакций является одним из наиболее простых, доступных и в то же время достаточно точных нейрофизиологических показателей, отражающих динамику скорости нервных процессов и их переключения, моторную координацию и активность НС. Нейродинамические показатели сенсомоторного реагирования являются объективными критериями текущего ФС НС у детей младшего школьного возраста.

2. Выявленные в результате исследования диагностические признаки эмоциональных нарушений при обследовании детей с помощью цветовой методики дают возможность более тонкого и своевременного распознавания специфических критериев эмоциональных расстройств. Цветовой тест Люшера может быть использован как средство оценки эмоциональной динамики у детей младшей школьной группы.

Список литературы

1. Кутрань ОН. Развитие зрительных функций у детей дошкольного возраста с помощью специальных игр и упражнений. В: Сб. науч. ст. VIII Межд. науч. конф; 2015 28 ноября; СПб, 2015:127-132 [дата обращения 2022 июнь 21]. Режим доступа: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/185/9183/>
2. Алексина ИЛ, Чечельницкая СМ, Демьянова ТГ. Заболевания глаз и успеваемость детей в школе. *Детская больница*. 2010;(1):45-48. [дата обращения 2021 май 2]. Режим доступа: <https://rdkb.ru/about/zhurnal-detskaya-bolnitsa/arkhivny-nomerov.php>
3. Roch-Levecq A, Brody BL, Thomas RG, Brown SI. Ametropia, Preschoolers' Cognitive Abilities, and Effects of Spectacle Correction. *Arch Ophthalmol*. 2008;126(2):252–258. DOI: [10.1001/archophthalmol.2007.36](https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2007.36)
4. Williams WR, Latif АНА, Hannington L, et al. Hyperopia and educational attainment in a primary school cohort. *Archives of Disease in Childhood*. 2005;90:150-153. DOI: <https://doi.org/10.1136/adc.2003.046755>
5. Красильникова ВЛ. Структура глазной патологии среди детского населения Республики Беларусь. *Офтальмология. Восточная Европа*. 2012;(3):105-109. [дата обращения 2018 июнь 5]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17955021>
6. Кочина МЛ, Каплин ИВ., Ковтун НМ. Результаты использования поляризованного света для исследования глаза. *Вестник проблем биологии и медицины*. 2014;(4),113:45-139. [дата обращения 2022 июнь 17]. Режим доступа: <https://vpbm.com.ua/vpbm-2014-04-1/7221>
7. Pendleton DM, Sakalik ML, Moore ML, Tomporowski PD. Mental engagement during cognitive and psychomotor tasks: Effects of task type, processing demands, and practice. *Int J Psychophysiol*. 2016;109:124-131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.08.012>
8. Дорджиева ДБ, Бадмаева ИА, Карлова СВ, Лиджигорьева ЦВ. Возрастные различия времени зрительно-моторной реакции у школьников. *Наука вчера, сегодня, завтра*. 2017;7(41):6-10. [дата обращения 2022 март 10]. Режим доступа: https://sibac.info/files/2017_04_12_Nauka/xlviii.pdf
9. Kondakova OE, Shilov SN, Kirko VI. Psychophysiological and adaptive characteristics of children and teenagers living in the Far North. *J Sib Fed Univ Biol*. 2017;10(3):312-322. DOI: <https://doi.org/10.17516/1997-1389-0028>
10. Байгузин ПА, Шибкова ПА. Функциональное состояние центральной нервной системы при воздействии слабо-структурированной информации. *Человек. Спорт. Медицина*. 2017;17(S):32-42. DOI: <https://doi.org/10.14529/hsm17s04>
11. Черевикова ИА, Ярославцева ИВ. Функциональное состояние студентов бакалавриата. *Известия Иркутского государственного университета. Сер.: Психология*. 2017;21:99-104. DOI: <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2019-3-38-51>
12. Vera J, Jiménez R, García JA, Cárdenas D. Simultaneous Physical and Mental Effort Alters Visual Function. *Optom Vis Sci*. 2017;94(8):797-806. DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001105>
13. Дубровинская НВ. Психофизиологическая характеристика подросткового возраста. *Физиология человека*. 2015;41(2):113-122. [дата обращения 2021 сентябрь 12]. Режим доступа: <https://naukarus.com/psihofiziologicheskaya-harakteristika-podrostkovogo-voznrasta>
14. Николаева ЕН, Колосова ОН. Физиологическая оценка состояния центральной нервной системы студентов в период учебной деятельности. *Наука и образование*. 2017;3:96-100. [дата обращения 2022 сентября 30]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziologicheskaya-otsenka-sostoyaniya-tsentralnoy-nervnoy-sistemy-studentov-v-period-uchebnoy-deyatelnosti>
15. Marinescu AC, Sharples S, Ritchie AC, Sánchez López T, McDowell M, Morvan HP. Physiological Parameter Response to Variation of Mental Workload. *Hum Factors*. 2018;60(1):31-56. DOI: <https://doi.org/10.1177/0018720817733101>
16. Игнатова ЮП, Макарова ИИ, Яковлева КН, Аксенова АВ. Зрительно-моторные реакции как индикатор функционального состояния центральной нервной системы. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2019;3:38-51. DOI: <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2019-3-38-51>
17. Тарасова ОЛ, Казин ЭМ, Федоров АИ. Комплексная оценка нейродинамических и вегетативных показателей у подростков: возрастные, гендерные и типологические особенности. *Физиология человека*. 2017;43(1):45-54. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0131164616060199>

References

1. Kutran ON. The development of visual functions in preschool children with the help of special games and exercises. B: Sat. scientific Art. VIII International Scientific Conference; 2015 November 28; St. Petersburg, 2015:127-132 (In Russ.). [date of access 2022 June 21]. Available from: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/185/9183/>
2. Aleksina IL, Chechelniczkaya SM, Demyanova TG. Eye diseases and children's school performance. *Children Hospital*. 2010;(1):45-48. (In Russ.). [date of access 2021 May 2]. Available from: <https://rdkb.ru/about/zhurnal-detskaya-bolnitsa/arkhivny-nomerov.php>
3. Roch-Levecq A, Brody BL, Thomas RG, Brown SI. Ametropia, Preschoolers' Cognitive Abilities, and Effects of spectacle Correction. *Arch Ophthalmol*. 2008;126(2):252-258. DOI: <https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2007.36>
4. Williams WR, Latif АНА, Hannington L, et al. Hyperopia and educational attainment in a primary school cohort. *Archives of Disease in Childhood*. 2005;90:150-153. DOI: <https://doi.org/10.1136/adc.2003.046755>
5. Krasilnikova VL. The structure of eye pathology among the child population of the Republic of Belarus. *Ophthalmology. Eastern Europe*. Minsk, Belarus: Professional publications. 2012;(3):105-109. (In Russ.). [date of access 2018 June 5]. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17955021>
6. Kochina ML, Kaplin IV., Kovtun NM. The results of using polarized light to study the eye. *Bulletin of problems of biology and medicine*. 2014;(4), 113:45-139. (In Russ.). [date of access 2022 June 17]. Available from: <https://vpbm.com.ua/vpbm-2014-04-1/7221>
7. Pendleton DM, Sakalik ML, Moore ML, Tomporowski PD. Mental engagement during cognitive and psychomotor tasks: Effects of task type, processing demands, and practice. *Int J Psychophysiol*. 2016;109: 124-131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.08.012>
8. Dordzhieva DB, Badmaeva IA, Karlova SV, Lidzhigoryaeva CV. Age differences in visual-motor reaction time in schoolchildren. *Science yesterday, today, tomorrow*. 2017;7(41):6-10. (In Russ.). [date of access 2022 March 10]. Available from: https://sibac.info/files/2017_04_12_Nauka/xlviii.pdf
9. Kondakova OE, Shilov SN, Kirko VI. Psychophysiological and adaptive characteristics of children and teenagers living in the Far North. *J Sib Fed Univ Biol*. 2017;10(3):312-322. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17516/1997-1389-0028>
10. Baiguzhin PA, Shibkova PA. The functional state of the central nervous system under the influence of semi-structured information. *Human. Sport. The medicine*. 2017;17(S):32-42. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14529/hsm17s04>
11. Cherevikova IA, Yaroslavtseva IV. Functional state of undergraduate students. *News of the Irkutsk State University*.

Ser.: Psychology. 2017;21:99-104. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2019-3-38-51>

12. Vera J, Jiménez R, García JA, Cárdenas D. Simultaneous Physical and Mental Effort Alters Visual Function. *Optom Vis Sci*. 2017;94(8):797-806.

DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001105>

13. Dubrovinskaya NV. Psychophysiological characteristics of adolescence. *Human physiology*. 2015;41(2):113-122. (In Russ.). [date of access 2021 September 12]. Available from: <https://naukarus.com/psihofiziologicheskaya-harakteristika-podrostkovogo-vozrasta>

14. Nikolaeva EN, Kolosova ON. Physiological assessment of the state of the central nervous system of students during the period of educational activity. *Science and education*. 2017;3:96-100. (In Russ.). [date of access 2022 September 30]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziologicheskaya-otsenka>

[sostoyaniya-tsentralnoy-nervnoy-sistemy-studentov-v-period-uchebnoy-deyatelnosti](https://doi.org/10.34014/2227-1848-2019-3-38-51)

15. Marinescu AC, Sharples S, Ritchie AC, Sánchez López T, McDowell M, Morvan HP. Physiological Parameter Response to Variation of Mental Workload. *Hum Factors*. 2018;60(1):31-56.

DOI: <https://doi.org/10.1177/0018720817733101>

16. Ignatova YP, Makarova II, Yakovleva KN, Aksenova AV. Visual-motor reactions as an indicator of the functional state of the central nervous system. *Ulyanovsk biomedical journal*. 2019;3:38-51. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2019-3-38-51>

17. Tarasova OL, Kazin EM, Fedorov AI. Comprehensive assessment of neurodynamic and vegetative parameters in adolescents: age, gender and typological features. *Human physiology*. 2017;43(1): 45-54.

DOI: <https://doi.org/10.7868/S0131164616060199>

Информация об авторе / Information about authors

Ларионова Ольга Валерьевна, ассистент кафедры оториноларингологии с курсом офтальмологии, УО «Гомельский государственный медицинский университет», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3058-9891>

e-mail: o.lari@mail.ru

Olga V. Larionova, Assistant at the Department of Otorhinolaryngology with course of Ophthalmology, Gomel State Medical University

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3058-9891>

e-mail: o.lari@mail.ru

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Ларионова Ольга Валерьевна

e-mail: o.lari@mail.ru

Olga V. Larionova

e-mail: o.lari@mail.ru

Поступила в редакцию / Received 04.10.2022

Поступила после рецензирования / Accepted 24.10.2022

Принята к публикации / Revised 19.11.2022