Зрительно-моторная интеграция: формирование, развитие, роль в офтальмологической практике

Е.А. Егоров, Т.Б. Романова, Е.Г. Рыбакова

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Зрительно-моторная координация (ЗМК) — это согласованность движений и их элементов в результате совместной и одновременной деятельности зрительного и двигательного анализаторов, которая необходима в повседневной жизни, во время занятий спортом, в профессиональной деятельности человека. Формирование ЗМК начинается в раннем детстве, ее развитие продолжается в течение всей жизни человека, но особенно активно — в первое десятилетие. ЗМК является частью зрительно-моторной интеграции (ЗМИ), которая представляет собой сложную комбинацию навыков и позволяет человеку выполнять сложные задачи, используя глаза, руки и мозг вместе. Причинами нарушения ЗМИ являются отставание в развитии, обусловленное условиями жизни и организацией обучения, индивидуальными особенностями развития или здоровья; заболевания нервной системы (черепно-мозговые травмы, нарушение мозгового кровообращения, интоксикации); и, особенно, снижение/нарушение зрительных функций. Так как качество зрительных функций является важной составляющей хорошей ЗМК, для ее формирования и развития необходима правильная коррекция зрения. Исследования показали, что степень близорукости может повлиять на успеваемость школьников в деятельности, требующей ЗМИ. Назначение оптической коррекции зрения при аметропиях приводит к повышению ЗМК, что важно учитывать при работе с пациентами, имеющими рефракционные нарушения, особенно в педиатрической практике.

Ключевые слова: зрительно-моторная координация, зрительный и двигательный анализаторы, зрительные функции, оптическая коррекция зрения, микроориентирование, мелкая моторика, синхронизация.

Для цитирования: Егоров Е.А., Романова Т.Б., Рыбакова Е.Г. Зрительно-моторная интеграция: формирование, развитие, роль в офтальмологической практике. Клиническая офтальмология. 2021;21(1):14–17. DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-1-14-17.

Visual motor integration: generation, development, and its importance for ophthalmology

E.A. Egorov, T.B. Romanova, E.G. Rybakova

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Visual motor coordination (VMC) is the coordination of the motions and their elements resulting from the collaborative and simultaneous activity of the visual and motor analyzers required for daily activities, sports, and professional activities. The development of VMI begins in the early childhood and proceeds throughout human life being the most active within the first 10 years. VMC is a part of visual motor integration (VMI) defined as a complex combination of skills to correctly execute the movements of arms, legs, and body. The potential causes of impaired VMI are arrested development due to living conditions, organization of teaching, individual developmental or health characteristics; nervous system diseases (i.e., head injuries, cerebrovascular disorders, intoxication etc.); and, in particular, visual impairments. Since the quality of visual functions is an important component of good VMC, its generation and development require adequate vision correction. It was demonstrated that the degree of myopia may affect school performance in the areas requiring VMI. Optical correction of ametropias improves VMC. This should be considered when managing patients (in particular, children) with refractive errors.

Keywords: visual motor coordination, visual and motor analyzers, visual functions, optical correction, micro-level orientation, fine motor skills, synchronization.

For citation: Egorov E.A., Romanova T.B., Rybakova E.G. Visual motor integration: generation, development, and its importance for ophthalmology. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2021;21(1):14–17. DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-1-14-17.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что 80% информации человек получает посредством зрения, однако успешность использования этой информации, высокая производительность труда у представителей ряда профессий зависят не только от высоких зрительных функций, которые исследуются в повседневной практике коррекции зрения, но и от когнитивной способности человека — зрительно-моторной координации (ЗМК). ЗМК — одна из составляющих зрительного восприятия,

оценке которой, как правило, не уделяется должного внимания в офтальмологической практике. Еще И.М. Сеченов установил «принцип согласования движений с чувствованием». И.П. Павлов писал: «Давно было замечено и научно доказано, что раз вы думаете об определенном движении..., вы его невольно, этого не замечая, воспроизводите» [1]. Все последующие исследования в психофизиологии подтверждают справедливость этих высказываний, подкрепляя их новыми данными о взаимодействии моторного и сенсор-

ных центров головного мозга и развитии ассоциативных связей. Понятие единства сенсорики и моторики является одним из основных в современной физиологии сенсорных систем.

Роль ЗМК в жизнедеятельности человека

ЗМК — это согласованность движений и их элементов в результате совместной и одновременной деятельности зрительного и двигательного анализаторов [2], это координация в системе «глаз — рука» или «глаз — нога», которая необходима в повседневной жизни, занятиях спортом, профессиональной деятельности человека. Неслучайно вопросы развития ЗМК, ее оценка являются одним из аспектов таких развитых за рубежом направлений оптометрии, как спортивная оптометрия, а также оптометрия профессий или оптометрия поведения и трудовых действий человека.

Человек использует и тренирует ЗМК во всех сферах своей деятельности: когда вставляет ключ в замок, делает записи на бумаге, набирает текст на компьютере, занимается сборкой деталей, водит автомобиль, координируя движения за рулем в соответствии с визуальной информацией об окружающем мире. Огромное значение имеет ЗМК при занятиях спортом, когда происходит координация того, что видят наши глаза, с движениями тела. В зависимости от вида спорта будет доминировать координация в системе «глаз — рука» (баскетбол, теннис, бейсбол) или «глаз — нога» (футбол, легкая атлетика). Почти в каждом виде спорта требуется координация зрения с действием большинства мышечных групп, поэтому занятия спортом являются примером ЗМК в целом [3].

Формирование и развитие ЗМК

ЗМК не существует с рождения. Ее формирование начинается в раннем детстве, развитие продолжается в течение всей жизни человека, но особенно активно — в первое десятилетие. Можно говорить об определенной иерархии развития ЗМК, которая имеет место в создании прочной основы навыков зрительно-моторной интеграции (ЗМИ). Первым этапом становления ЗМК является развитие грубых двигательных навыков у ребенка, затем включаются основные навыки движения глаз. Орган зрения начинает играть ведущую роль в формировании движений, коррекции их точности и направленности. И.П. Павлов описал это так: «Руки учат голову, затем поумневшая голова учит руки, а умелые руки снова способствуют развитию мозга» [4].

Ребенок 2 лет может успешно воспроизвести вертикальную линию, 3-летний ребенок, имея перед собой образец, может скопировать окружность и прямой крест, в 4 года — прямоугольник, в 5 лет — квадрат, треугольник и косой крест, а также вполне опознаваемую схематичную фигуру человека, с 5 лет, при условии систематической тренировки, дети могут воспроизводить все более сложные комбинации фигур. Развитие ЗМК косвенно влияет на общее интеллектуальное развитие и очень важно для формирования навыков учебной (письма) и трудовой деятельности.

ЗМК является частью ЗМИ, которая представляет собой сложную комбинацию навыков и позволяет человеку выполнять сложные задачи, используя глаза, руки и мозг вместе. ЗМИ использует координацию «глаз — рука», но включает в себя навыки визуального восприятия, такие как восприятие размера, фигуры, последовательная память

и визуализация, и это лишь некоторые из них. Хорошие навыки письма в значительной степени зависят от хорошо развитой и полностью интегрированной зрительно-моторной системы.

Нарушения ЗМК: причины и проявления

Причинами нарушения ЗМИ могут быть отставание в развитии, обусловленное условиями жизни и организации обучения, индивидуальными особенностями развития или здоровья; заболевания нервной системы (черепно-мозговые травмы, нарушение мозгового кровообращения, интоксикации).

Однако одной из главных причин нарушения ЗМИ является снижение или нарушение зрительных функций. Если в первые месяцы жизни ребенка двигательная активность рук и ног главенствует в развитии способности видеть предметы, ребенок фиксирует свое внимание на движущемся объекте, то к 5–6 мес. соотношение зрения и движений изменяется. Глаз начинает играть ведущую роль в формировании движений, коррекции их точности и направленности. Именно поэтому двигательная сфера детей с нарушениями зрения развивается иначе, такие дети чаще отстают в развитии, координация движений у них нарушена, т. к. сниженное зрение не обеспечивает ребенку необходимый контроль за движениями. При этом у детей с нарушением зрения наблюдаются некоторые специфические особенности развития двигательной сферы, например отсутствие самоконтроля, саморегуляции движений. А это, естественно, не может не сказаться на координации согласованности действия рук и ног. Для детей с нарушениями зрения характерны снижение координации зрительно-двигательных функций, нарушение микроориентирования и тонуса различных групп мышц, недостаточность мелкой моторики, а также снижение внимания [5–7].

Нарушения ЗМК имеют следующие проявления:

- ♦ неустойчивый почерк (разная высота букв и цифр, неровные штрихи);
- ♦ медленное и менее качественное выполнение заданий;
- ♦ небрежный рисунок;
- ♦ чрезмерные ошибки и стирание написанного;
- ♦ сложность копирования с доски;
- ♦ общая неуклюжесть или проблемы с координацией;
- ♦ низкие спортивные показатели (например, при ловле мяча или ударе по нему).

В связи с тем, что качество зрительных функций является важной составляющей хорошей ЗМК, для ее формирования и развития необходима правильная коррекция зрения.

Известно, что у учащихся 30–60% школьного дня заполнены чтением, письмом и другими занятиями, требующими не только высоких зрительных функций, но и хороших зрительно-моторных навыков. Так как ЗМИ — это двигательная способность человека воспроизводить символы, такие как копирование геометрических фигур, букв алфавита или цифр, нарушения зрительных функций могут отрицательно влиять на успеваемость в обучении [8, 9].

Исследования показали, что степень близорукости может повлиять на успешность осуществления школьниками деятельности, требующей ЗМИ, а оптическая коррекция зрения при аметропиях приводит к повышению ЗМК [10, 11]. Дети со слабой и средней степенью миопии и сильным зрительно-моторным контролем могут длительно выполнять работу вблизи, тогда как другие, например с высокой степе-

нию миопии, испытывают трудности в обучении, это зависит от характера и выраженности рефракционных нарушений и наличия проблем с визуально-моторным контролем [10].

Нарушения ЗМК встречаются не только в детском возрасте, когда происходит особенно бурное формирование ЗМК, но и в последующей жизни человека. Например, у студентов с нарушениями ЗМИ координация их зрительных навыков, навыков восприятия и мелкой моторики далека от нормы, что мешает их хорошей успеваемости и может создавать сложности в последующей профессиональной деятельности [11]. Интересное исследование по оценке изменения чувствительности сетчатки и времени зрительно-моторной реакции (ЗМР) проводилось у студентов — они читали стандартный текст при различных уровнях освещенности [12]. При этом исследовали светочувствительность сетчатки и время ЗМР до эксперимента с чтением и после каждого этапа изменения искусственного освещения. Оценка ЗМР проводилась с помощью методики равнорядностной кампиметрии. Оптимальный рекомендуемый уровень освещенности составил 650 люкс.

Методы исследования и тренировки ЗМК

Важно, чтобы проблемы ЗМИ были диагностированы и устранены как можно раньше, чтобы минимизировать их влияние на функциональные способности, такие как почерк, выполнение работ, связанных с мелкой моторикой.

Оценка ЗМК проводится при работе с детьми, чтобы определить, почему у ребенка возникают трудности при выполнении заданий, почему у него плохая успеваемость. Исследование этой функции проводят также, чтобы установить, сможет ли пациент с неврологическими нарушениями обходиться без посторонней помощи (например, принимая пищу) или управлять автомобилем. В различных профессиональных областях возникает потребность оценить эффективность сотрудников, особенно там, где ЗМК особенно важна.

Для оценки и тренировки ЗМК используются метод графических заданий и графо-моторные упражнения [13, 14], например мотометрические тесты для детей «Вырезание круга» или «Дорожки». Для тренировки ЗМК у детей 5–10 лет применяется тест «Домик» по методике Н.И. Гуткиной (рис. 1). Тест «Домик» представляет собой задание на срисовывание картинки, изображающей домик, отдельные детали которого составлены из элементов прописных букв.

Созданы также специальные компьютерные программы, например тесты на синхронизацию, многозадачность, скорость, принятие решений [3]. Тренировка ЗМК повышает спортивные результаты [15]. Для тренировки ЗМК существует ряд устройств, примером такого тренажера является SVT (Sport Vision Trainer SVT™, Australian Institute of Sports Vision PTY Ltd, Австралия) — доска с появляющимися световыми сигналами (рис. 2). Работа на ней дает возможность оценить синхронизацию системы «глаз — рука», а также проводить реабилитацию или тренировку координации в этой системе. В частности, на этом тренажере тренировали вратарей футбольной команды «Челси». Опубликованы результаты успешного использования такого тренажера для улучшения ЗМК у пациента после инсульта и травмы мозга [16].

В практике оптической коррекции зрения у специалиста, осведомленного о взаимосвязи ЗМК с нарушениями зрения, есть возможность, помимо подбора средства коррекции, дать дополнительные рекомендации по трениров-

Рис. 1. Тест для исследования ЗМК «Домик» (методика Н.И. Гуткиной)

Fig. 1. VMC testing "House" (by N.I. Gutkina)

Рис. 2. Исследование ЗМК на тренажере SVT

Fig. 2. VMC testing using the SVT

ке ЗМК дома. Это могут быть видеоигры или онлайн-игры, занятия рисованием, раскраски, мозаика и пазлы. Развитию ЗМК способствуют также занятия вязанием, вышивкой, конструированием — все то, что включает использование мелкой моторики. Тренировке ЗМК помогают занятия такими видами спорта, как баскетбол, теннис, бадминтон, настольный теннис, недаром именно у спортсменов эта функция особенно развита [17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЗМК — важная функция, влияющая как на повседневную, так и на профессиональную деятельность человека. ЗМК является частью ЗМИ, которая представляет собой сложную комбинацию навыков и позволяет человеку выполнять сложные задачи, используя глаза, руки и мозг вместе. Причинами нарушения ЗМИ являются отставание

в развитии ребенка, заболевания нервной системы (черепно-мозговые травмы, нарушение мозгового кровообращения, интоксикации), однако одной из главных причин нарушения ЗМИ является снижение зрения. Формирование ЗМИ зависит от степени нарушения зрения и его коррекции. Это важно учитывать при работе с пациентами различных возрастных групп, но особенно — в педиатрической офтальмологической практике. При оптической коррекции зрения у специалиста, осведомленного о взаимосвязи ЗМК с нарушениями зрения, есть возможность, помимо подбора средства коррекции, дать дополнительные рекомендации по тренировке ЗМК дома.

Литература

1. Павлов И.П. Двадцатилетний опыт объективного изучения ВНД (поведения) животных. М.: Наука; 1973.
2. Дудьев В.П. Психомоторика. Словарь-справочник. М.: Владос; 2008.
3. Нейропсихологические тесты и программа стимуляции когнитивных функций. (Электронный ресурс.) URL: <https://www.cognifit.com/ru> (дата обращения: 24.11.2020).
4. Кудымова И.Г. Рука — это вышедший наружу мозг человека. Сборник трудов конференции «Современные подходы и технологии сопровождения детей с особыми образовательными потребностями». Пермь, 23–25 марта 2017 г.
5. Лазарева Л.В. Методы коррекции зрительно-двигательной и моторной координации у детей с нарушением зрения и речи. Успехи современного естествознания. 2009;8:47–50.
6. Смирнова Т.А. Особенности развития зрительно-моторной координации у детей с нарушением зрения. Развитие практики образования лиц с нарушением зрения. Проблемы и перспективы. Сборник статей. СПб.; 2010.
7. Kulp M.T., Ciner E., Maguire M. et al. Attention and Visual Motor Integration in Young Children with Uncorrected Hyperopia. *Optom Vis Sci.* 2017;94(10):965–970. DOI: 10.1097/OPX.0000000000001123.
8. Lim C.Y., Tan P.C., Koh C. et al. Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration (Beery-VMI): lessons from exploration of cultural variations in visual-motor integration performance of preschoolers. 2015;41(2):213–221. DOI: 10.1111/cch.12190.
9. Pereira D.M., Braccialli L.M., Tibério Araújo R.C. Relationship analysis between visual-motor integration ability and academic performance. *Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano.* 2011;21(3):808–817.
10. Abdel-Mageed S.A., Abdel-Rahman S.A., El-Demohy H.E. Visual Motor Integration of Schoolchildren with Different Levels of Myopia. *Med J Cairo Univ.* 2017;85(2):475–479.
11. Harvey E.M., Twelker J.D., Miller J.M. et al. Visual Motor and Perceptual Task Performance in Astigmatic Students. *J Ophthalmol.* 2017;2017:6460281. DOI: 10.1155/2017/6460281.
12. Финк А.В. Исследование влияния уровня освещенности на чувствительность сетчатки глаз и время зрительно-моторной реакции. Известия Алтайского государственного университета. 2009;3(63):30–32.
13. Осипова Л.Б. Методические рекомендации к программе «Развитие осязания и мелкой моторики». Коррекционно-развивающая программа для детей младшего дошкольного возраста с нарушениями зрения (косоглазие и амблиопия). Челябинск; 2011.
14. Теплова И.С. Развитие мелкой моторики рук, графического навыка и зрительно-моторной координации. Вопросы дошкольной педагогики. 2015;1:49–52.
15. Paul P.M., Biswas S.K., Sandhu J.S. Role of sports Vision and Eye Hand Coordination Training in performance of Table Tennis Players. *Brazilian Journal of Biomotricity.* 2011;5(2):106–116.
16. Moulson C. Stroke rehabilitation using the SVT. *Optician.* 2010; May:36–37.
17. Burris K., Liu S., Appelbaum L. Visual-motor expertise in athletes: Insights from semiparametric modelling of 2317 athletes tested on the Nike SPARQ Sensory Station. *J Sports Sci.* 2020;38(3):320–329. DOI: 10.1080/02640414.2019.1698090.

References

1. Pavlov I.P. Twenty-year experience of objective study of GNI (behavior) of animals. Moscow: Nauka; 1973 (in Russ.).
2. Dud'yev V.P. Psychomotor. Dictionary-Handbook. M.: Vlados; 2008 (in Russ.).
3. Neuropsychological tests and a program of stimulation of cognitive functions. (Electronic resource.) URL: <https://www.cognifit.com/ru> (access date: 24.11.2020) (in Russ.).
4. Kudymova I.G. A Hand — human brain that has come out. Collection of the conference papers "Modern approaches and technologies for accompanying children with special education needs. Perm, March 23–25, 2017 (in Russ.).
5. Lazareva L.V. Methods of correction of visual-motor and motor coordination in children with impaired vision and speech. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya.* 2009;8:47–50 (in Russ.).
6. Smirnova T.A. Features of the development of visual motor coordination in children with visual impairment. Development of the practice of education of persons with visual impairment. Problems and prospects. Digest of articles. SPb.; 2010 (in Russ.).
7. Kulp M.T., Ciner E., Maguire M. et al. Attention and Visual Motor Integration in Young Children with Uncorrected Hyperopia. *Optom Vis Sci.* 2017;94(10):965–970. DOI: 10.1097/OPX.0000000000001123.

8. Lim C.Y., Tan P.C., Koh C. et al. Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration (Beery-VMI): lessons from exploration of cultural variations in visual-motor integration performance of preschoolers. 2015;41(2):213–221. DOI: 10.1111/cch.12190.
9. Pereira D.M., Braccialli L.M., Tibério Araújo R.C. Relationship analysis between visual-motor integration ability and academic performance. *Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano.* 2011;21(3):808–817.
10. Abdel-Mageed S.A., Abdel-Rahman S.A., El-Demohy H.E. Visual Motor Integration of Schoolchildren with Different Levels of Myopia. *Med J Cairo Univ.* 2017;85(2):475–479.
11. Harvey E.M., Twelker J.D., Miller J.M. et al. Visual Motor and Perceptual Task Performance in Astigmatic Students. *J Ophthalmol.* 2017;2017:6460281. DOI: 10.1155/2017/6460281.
12. Fink A.V. Investigation of the influence of the level of illumination on the sensitivity of the retina and the time of the visual-motor reaction. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta.* 2009;3(63):30–32 (in Russ.).
13. Osipova L.B. Methodological recommendations for the program "Development of touch and fine motor skills" Correction and development program for children of primary preschool age with visual impairment (strabismus and amblyopia). Chelyabinsk; 2011 (in Russ.).
14. Teplova I.S. Development of fine motor skills of hands, graphic skill and hand-eye coordination. *Voprosy doskol'noy pedagogiki.* 2015;1:49–52 (in Russ.).
15. Paul P.M., Biswas S.K., Sandhu J.S. Role of sports Vision and Eye Hand Coordination Training in performance of Table Tennis Players. *Brazilian Journal of Biomotricity.* 2011;5(2):106–116.
16. Moulson C. Stroke rehabilitation using the SVT. *Optician.* 2010; May:36–37.
17. Burris K., Liu S., Appelbaum L. Visual-motor expertise in athletes: Insights from semiparametric modelling of 2317 athletes tested on the Nike SPARQ Sensory Station. *J Sports Sci.* 2020;38(3):320–329. DOI: 10.1080/02640414.2019.1698090.

Сведения об авторах:

Егоров Евгений Алексеевич — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой офтальмологии им. акад. А.П. Нестерова лечебного факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова, ORCID iD 0000-0002-1132-8031;

Романова Татьяна Борисовна — к.м.н., доцент кафедры офтальмологии им. акад. А.П. Нестерова лечебного факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова, ORCID iD 0000-0002-3865-2691;

Рыбакова Елена Геннадьевна — д.м.н., профессор кафедры офтальмологии им. акад. А.П. Нестерова лечебного факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова, ORCID iD 0000-0003-2858-5402.

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России. 117997, Россия, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1.

Контактная информация: Романова Татьяна Борисовна, e-mail: romanova2804@mail.ru. **Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. **Конфликт интересов отсутствует.** Статья поступила 20.04.2020.

About the authors:

Evgeniy A. Egorov — *Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Acad. A.P. Nesterov Department of Ophthalmology of the Medical Faculty, ORCID iD 0000-0002-1132-8031;*

Tat'yana B. Romanova — *Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of Acad. A.P. Nesterov Department of Ophthalmology of the Medical Faculty, ORCID iD 0000-0002-3865-2691;*

Elena G. Rybakova — *Doct. of Sci. (Med.), professor of Acad. A.P. Nesterov Department of Ophthalmology of the Medical Faculty, ORCID iD 0000-0003-2858-5402.*

Pirogov Russian National Research Medical University. 1, Ostrovityanov str., Moscow, 117437, Russian Federation.

Contact information: *Tat'yana B. Romanova, e-mail: romanova2804@mail.ru. Financial Disclosure: no authors have a financial or property interest in any material or method mentioned. There is no conflict of interests. Received 20.04.2020.*