

УДК 612.843+617.7

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ФУЗИОННЫХ РЕЗЕРВОВ У МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК В ПЕРИОД ОТ 5 ДО 16 ЛЕТ*

Н. Н. Васильева

*ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический
университет им. И. Я. Яковлева»*

При помощи нового компьютерного метода проведена оценка конвергентных и дивергентных фузионных резервов у 585 детей 5–16 лет. Установлено, что состояние фузионных резервов связано с возрастными половыми характеристиками человека. По средним данным, на интервале от 5 до 11 лет имеет место быстрое увеличение фузионных резервов у детей обоего пола, а затем до конца школьного периода фузионные резервы меняются мало. В дошкольном и младшем школьном возрасте более высокие значения резервов отмечаются у девочек, а к концу обучения в школе фузионные резервы мальчиков достоверно превышают показатели девочек.

The convergent and divergent fusional reserves have been assessed in 585 children aged 5–16. The state of fusional capabilities is found to be dependent on age and sex. At the age from 5 to 11 mean fusional reserves increase rapidly in children of both sexes, while later they don't change dramatically. At preschool and younger school age the values of fusional reserves were higher in girls than in boys, however, at the end of school period the fusional reserves appeared to be higher in boys and the difference was statistically significant.

Ключевые слова: *бинокулярное зрение детей, фузионные резервы.*

Способность человека правильно оценивать размеры, объемную форму, взаимное расположение предметов в трехмерном пространстве, выполнять различные зрительно-моторные задачи в значительной мере базируется на бинокулярных зрительных механизмах. Недостаточное развитие бинокулярных зрительных функций неизбежно влечет за собой снижение скорости, точности, дифференцированности зрительного восприятия, зрительной работоспособности, затруднения в овладении сенсорными эталонами и выполнении практических действий, ограничения в профессиональной деятельности. Работы [11; 12; 14; 15] указывают на корреляцию нарушений бинокулярного зрения у младших школьников с трудностями освоения школьной программы.

Учитывая высокую степень напряжения зрительной системы в старшем дошкольном возрасте и в период обучения в школе, состояние бинокулярного зрения детей следует регулярно контролировать и при необходимости корректировать. Для полной характеристики функционального состояния и развития бинокулярных механизмов необходимо оценивать множество показателей, в том числе и фузионные резервы. Фузионные резервы отражают способность зрительной системы сохранять единый бинокулярный образ объекта в условиях рассогласования аккомодации и вергенции.

К настоящему времени выполнено крайне мало исследований, в которых бы изучались фузионные резервы детей и определялись их возрастные нормативы [3; 10; 13]. Имеющиеся на сегодняшний день данные не позволяют получить полную картину харак-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 09-04-90700-моб_ст).

тера изменений фузионных резервов в различные периоды жизни. Сказанное подчеркивает важность исследования возрастных и гендерных аспектов фузионных резервов на этапе дошкольной подготовки и в период школьного обучения.

Методика исследований. Фузионные резервы измеряли при помощи интерактивной компьютерной программы, разработанной в Институте проблем передачи информации им. А. А. Харкевича РАН (г. Москва). Для обеспечения единообразия в тестировании испытуемых программа была установлена на ноутбуке. Отличительной чертой данной программы является использование чисто бинокулярных стимулов: в качестве парных изображений, позволяющих увидеть тест-объекты только при согласованной работе двух глаз, использовались случайно-точечные стереограммы (СТС). В отличие от призм и синоптофора, используемых в практике для оценки фузионных резервов, данная программа позволяла установить момент пропадания бинокулярного образа очень точно: как только испытуемый прекращал фузировать СТС, он переставал видеть закодированный тест-объект. Такое преимущество данных стимулов и условий тестирования позволяло нам рассчитывать на получение более четких данных. Измерения проводили на расстоянии 50 см от экрана монитора в условиях дихоптического восприятия. Для раздельного предъявления левого и правого изображений с одного экрана применяли анаглифную гаплоглопию: при генерации левого и правого стимулов использовали красный и синий цвета, и предлагали испытуемым смотреть на экран через разделительные красно-синие очки.

Оценкой фузионных резервов служили предельные углы конвергенции и дивергенции, превышение которых вызывало срыв фузии, исчезновение тестового объекта и диплопию. Конвергентные резервы считались положительными, а дивергентные – отрицательными. Описание процедуры тестирования и подходы к обработке результатов подробнее представлены в ранее опубликованной нами работе [2].

В экспериментах участвовали 585 детей 5–16 лет, посещающие массовые образовательные учреждения г. Чебоксары и г. Москвы. Обследование детей осуществлялось индивидуально в первую половину дня. Организация и процедура исследования соответствовали положениям Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации 1975 г. в пересмотре 2000 г. [9]. Статистические расчеты осуществляли с применением программного пакета «Statistica».

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенная оценка фузионных резервов выявила гетерохронность их развития, проявляющуюся в различных темпах и сроках созревания у сверстников. На основании полученных результатов была построена общая кривая возрастных изменений фузионных резервов (рис. 1). Так как размеры экрана ноутбука не позволяли точно измерять высокие значения конвергентных резервов, при анализе данных мы использовали не среднюю арифметическую величину, а медиану. Из рис. 1 видно, что наиболее быстрый темп увеличения как конвергентных, так и дивергентных резервов отмечается в возрасте от 5 до 11 лет (от $11,0 \pm 3,3^\circ$ до $18,2 \pm 3,8^\circ$ – для конвергентных и от $-5,4 \pm 1,7^\circ$ до $-8,1 \pm 1,9^\circ$ – для дивергентных значений). В период от 11 до 13 лет не отмечается каких-либо существенных изменений в показателях конвергентных резервов ($18,2 \pm 3,6^\circ$ – 12 лет; $18,6 \pm 3,9^\circ$ – 13 лет). После некоторого пологого максимума наблюдается небольшое снижение показателей фузионных резервов, что может быть следствием ряда негативных изменений, развивающихся в зрительной системе под влиянием возрастающей учебной нагрузки.

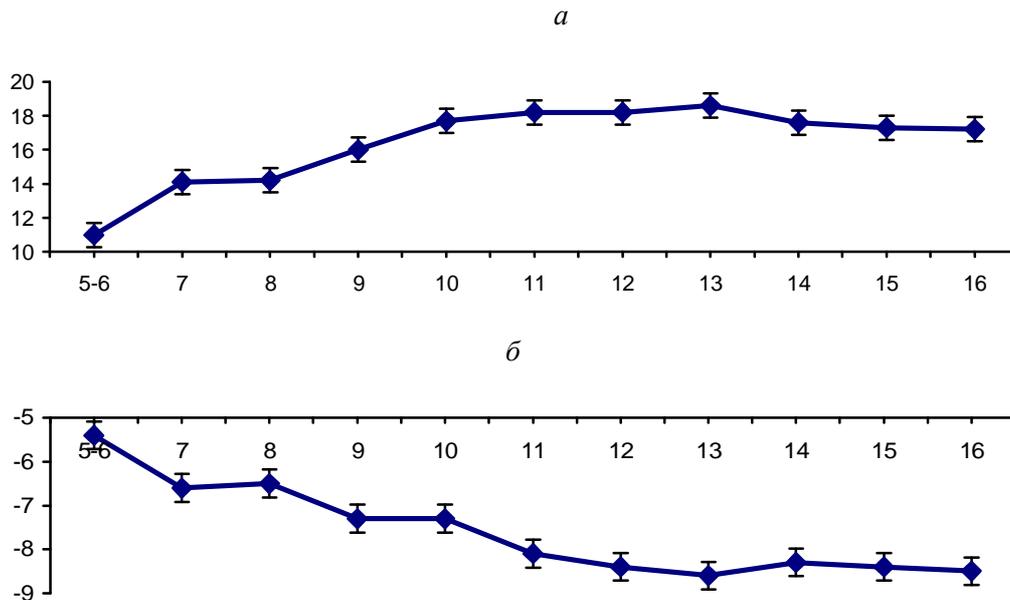


Рис. 1. Медианы и стандартные отклонения показателей фузионных резервов у испытуемых разного возраста: а – конвергентные резервы; б – дивергентные резервы. По оси абсцисс – возраст; по оси ординат – фузионные резервы (угл. град.)

Полученные в наших экспериментах результаты согласуются с данными, полученными Д. И. Вашенко [3], в исследовании которого фузионные резервы оценивались при помощи синоптофора с использованием слайдов с СТС. В этой работе выявлено улучшение показателей на этапе начальной школы и обратный их спад в конце школьного обучения.

Таким образом, анализ кривой медиан фузионных резервов позволяет наметить основные этапы их развития: период формирования, момент достижения максимального уровня и период намечающегося ослабления функции. Для выяснения особенностей возрастной динамики фузионных резервов рассмотрим изменчивость конвергентных и дивергентных резервов в различные периоды жизни. Расчеты коэффициента вариации [5] по показателям конвергентных и дивергентных резервов (рис. 2) показывают уменьшение индивидуальных различий в период от 5 до 12 лет. В возрасте от 10 до 14 лет (для конвергентных резервов) и от 11 до 13 лет (для дивергентных резервов) величина вариативности существенно не меняется, оставаясь примерно на одном уровне. Затем коэффициент вариации начинает увеличиваться, что говорит об увеличении индивидуальных различий в показателях фузионных резервов.

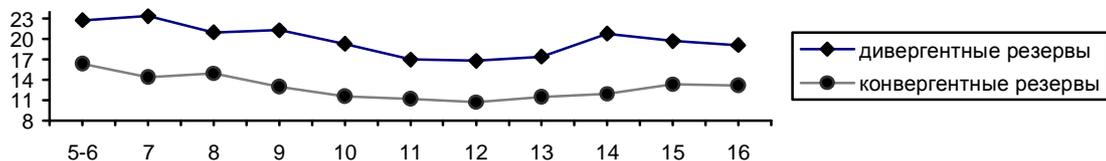


Рис. 2. Возрастные изменения коэффициента вариации конвергентных и дивергентных фузионных резервов. По оси абсцисс – возраст; по оси ординат – коэффициент вариации в %

В работах С. Н. Рожкова, Г. И. Рожковой, Ю. З. Розенблюм [6–8] обращается внимание на то, что величина фузионных резервов в значительной степени зависит от методики и условий, в которых их определяют. Нам было интересно сравнить показатели фузионных резервов у детей из разных регионов. С этой целью были обследованы учащиеся г. Москвы и сопоставлены значения их резервов со значениями испытуемых г. Чебоксары одного с ними возраста.

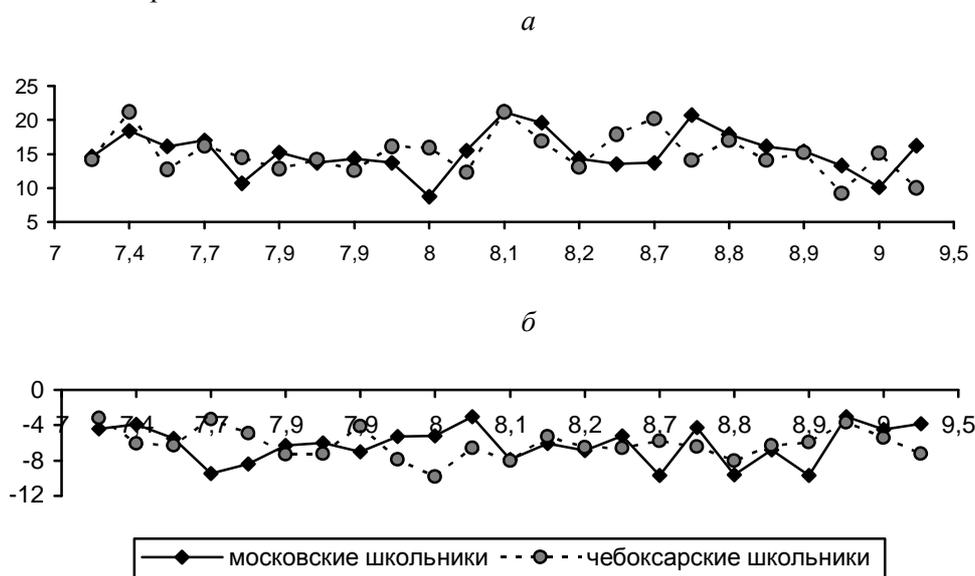


Рис. 3. Индивидуальные значения фузионных резервов у 23 московских и 23 чебоксарских младших школьников: а - конвергентные резервы; б - дивергентные резервы
По оси абсцисс – возраст; по оси ординат – фузионные резервы (угл. град.)

Сравнение индивидуальных значений фузионных резервов у чебоксарских и московских школьников демонстрирует согласованность показателей конвергентных и дивергентных резервов у детей одного возраста. Из рис. 3 видно, что систематического различия между двумя массивами данных нет: кривые переплетаются, то одна оказывается несколько выше, то другая. Средние значения также статистически не различались. Конвергентные резервы у московских школьников в 7–8 и 8–9 лет были равны $14,85 \pm 3,8^\circ$ и $15,44 \pm 3,2^\circ$; у чебоксарских школьников – $14,93 \pm 3,3^\circ$ и $15,15 \pm 3,1^\circ$ соответственно. Дивергентные резервы у московских школьников в 7–8 и 8–9 лет составили $-6,26 \pm 2,4^\circ$ и $-6,12 \pm 2,1^\circ$; у чебоксарских школьников: $-5,59 \pm 2,3^\circ$ и $-6,54 \pm 1,9^\circ$ соответственно.

Для определения статистического влияния возраста на фузионные резервы был проведен дисперсионный анализ с использованием критерия Фишера [5]. Расчеты были проведены по трем периодам: 5–8 лет; 9–12 лет; 13–16 лет (табл. 1).

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа влияния возраста на фузионные резервы в различные периоды жизни

Возрастные периоды	F_ϕ для конвергентных резервов	F_ϕ для дивергентных резервов
5–8 лет	7,79*	3,98*
9–12 лет	2,48	3,93*
13–16 лет	0,08	1,30

Примечание: * - достоверное влияние возраста на фузионные резервы ($p=0,05$)

Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют, что наибольшее влияние возраста на фузионные резервы обнаруживается в дошкольный период детства и на начальном этапе обучения в школе. В дальнейшем с увеличением возраста происходит ослабление действия этого фактора на конвергентные и дивергентные резервы.

Экспериментальные исследования остроты зрения, поля зрения и других зрительных показателей у детей [1, 4] свидетельствуют о наличии не только определяющей роли возрастного фактора, но и об участии фактора полового диморфизма в онтогенетическом развитии зрительных функций.

Следующим этапом нашей работы явилось изучение гендерных аспектов развития фузионных резервов у детей. Анализ полученных данных (табл. 2) показывает, что в развитии конвергентных и дивергентных резервов у мальчиков и девочек имеются некоторые различия. Первоначально в 5–6 лет значения конвергентных резервов у мальчиков и девочек почти совпадают. Половая дифференциация в отношении конвергентных резервов начинает проявляться в 7–8 лет, нарастая к 9–10 годам. Что касается дивергентных резервов, то уже в возрасте 5–6 лет у девочек значения статистически достоверно выше, чем у мальчиков. Эти данные свидетельствуют, что психофизиологические механизмы, определяющие фузионные резервы, созревают у девочек раньше. В 9–10 лет по показателям конвергентных резервов различия между мальчиками и девочками еще сохраняются. В возрасте от 11 лет до 14 лет наступает параллелизм характеристик фузионных резервов при незначительном превышении значений дивергентных резервов у мальчиков. В 15–16 лет показатели конвергентных и дивергентных резервов у мальчиков достоверно превышают аналогичные показатели у девочек.

Таблица 2

Значения медиан конвергентных и дивергентных резервов у мальчиков и девочек

Возраст (годы)	Группа	N	Конвергентные резервы	Дивергентные резервы
5–6	М	22	11,1	-4,8*
	Д	25	11,0	-6,1*
7–8	М	66	13,9*	-6,5
	Д	67	14,2*	-6,9
9–10	М	60	16,8*	-7,2
	Д	53	17,7*	-7,2
11–12	М	50	18,3	-8,4*
	Д	47	18,4	-8,1*
13–14	М	59	17,8	-8,5
	Д	44	17,8	-8,3
15–16	М	49	19,5*	-9,0*
	Д	43	17,1*	-8,0*

Примечание: М – мальчики, Д – девочки; * - достоверность различий при $p < 0,05$

Резюме. Проведенное исследование показало, что состояние фузионных резервов связано с возрастными-половыми характеристиками человека. Особенность возрастной динамики фузионных резервов у мальчиков и девочек заключается в более быстром их увеличении на интервале от 5 до 11 лет. При этом психофизиологические механизмы, определяющие фузионные резервы, созревают у девочек раньше. В возрасте от 11 до 14 лет наступает параллелизм характеристик фузионных резервов при незначительном превышении значений дивергентных резервов у мальчиков. В 15–16 лет показатели конвергентных и дивергентных резервов у мальчиков достоверно превышают аналогичные показатели девочек.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ананьев, Б. Г.* Человек как предмет познания / Б. Г. Ананьев. – СПб. : Питер, 2001. – 288 с.
2. *Васильева, Н. Н.* Возрастная динамика фузионных резервов, измеренных при помощи циклопических тест-объектов с маркерами / Н. Н. Васильева, Г. И. Рожкова // Сенсорные системы. – 2009. – Т. 23. – № 1. – С. 40–50.
3. *Ващенко, Д. И.* Возрастная динамика бинокулярных зрительных функций у детей в процессе школьного обучения : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13. / Д. И. Ващенко. – М., 2001. – 23 с.
4. *Жукова, Е. А.* Две тенденции в возрастной динамике остроты зрения мальчиков и девочек на протяжении обучения в средней школе / Е. А. Жукова, В. И. Циркин // Сенсорные системы. – 2008. – Т. 22. – № 3. – С. 241–247.
5. *Лакин, Г. Ф.* Биометрия : учеб. пособие для ун-тов и пед. инст-тов / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1973. – 343 с.
6. *Рожков, С. Н.* Стереоскопия в кино-, фото-, видеотехнике. Терминологический словарь / С. Н. Рожков, Н. А. Овсянникова. – М. : Парадиз, 2003. – 136 с.
7. *Рожкова, Г. И.* Зрение детей : проблемы оценки и функциональной коррекции / Г. И. Рожкова, С. Г. Матвеев. – М. : Наука, 2007. – 315 с.
8. *Розенблюм, Ю. З.* Оптометрия / Ю. З. Розенблюм. – СПб. : Гиппократ, 1996. – 320 с.
9. *Хельсинская декларация Всемирной медицинской ассоциации : рекомендации для врачей по проведению биомедицинских исследований на человеке* // Международный журнал медицинской практики. – 2005. – № 6. – С. 18–20.
10. *Chen, A. H.* Vergence and accommodation system in Malay primary school children / A. H. Chen, A. H. Z. Abidin // Malaysian J. Med. Sci. – 2002. – V. 9. – No 1. – P. 9–15.
11. *Eperjesi, F.* Optometric assessment and management in dyslexia / F. Eperjesi // Optometry today. – 2000. – Dec. 15. – P. 20–25.
12. *Evans, B. J. V.* Investigation of accommodative and binocular function in dyslexia / B. J. V. Evans, N. Drasdo, I. L. Richards // Ophthal. Physiol. Opt. – 1994. – V. 14. – N 1. – P. 5–19.
13. *Jimenez, R.* Statistical normal values of visual parameters that characterize binocular vision in children / R. Jimenez, M. A. Perez, L. A. Garcia, M. D. Gonzalez // Ophthal. Physiol. Opt. – 2004. – V. 24. – N 6. – P. 528–542.
14. *Koslowe, K. S.* Binocular vision, coding test and classroom achievement / K. S. Koslowe // Behavioural Opt. – 1991. – V. 2. – N 1. – P. 16–19.
15. *Simons, H. D.* An analysis of the role of vision anomalies in reading interference / H. D. Simons // J. Opt. and Vision Sci. – 1993. – V. 10. – N 5. – P. 369–373.