

УДК [612.821.8:612.843.7:612.821]-053.2

## ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ВЫСОКОЙ ТРЕВОЖНОСТИ У ДЕТЕЙ\*

© 2012 г. **А. Н. Нехорошкова, А. В. Грибанов, И. С. Кожевникова, Н. Н. Рысина**

Северный (Арктический) федеральный университет  
им. М. В. Ломоносова, г. Архангельск

Сенсомоторная деятельность — типичная и многообразная форма целенаправленной активности человека, предполагающая взаимодействие сенсорных и двигательных компонентов психической деятельности. Интенсивное развитие данных компонентов в младшем школьном возрасте позволяет обозначить его как сензитивный период для развития сенсомоторных функций [6]. Между тем известно, что функции, находящиеся в сензитивном периоде развития, обладают особой чувствительностью как к благоприятным, так и неблагоприятным влияниям окружающей действительности [1]. Одним из таких неблагоприятных факторов может быть высокий уровень личностной тревожности детей. Тот факт, что психические процессы ребенка находятся в стадии формирования, делает влияние длительного состояния тревожности на их функционирование значительно более сильным. При этом может происходить нарушение развития отдельных функций, а в конечном счете — нарушение формирования структуры психической деятельности в целом [4].

В предыдущем исследовании [7] было установлено, что высокотревожные младшие школьники обнаруживают меньшую скорость как простых, так и сложных зрительно-моторных реакций по сравнению с их сверстниками с нормальным уровнем личностной тревожности. Кроме того, дети с высоким уровнем личностной тревожности допускают большее количество ошибок при выполнении сложных зрительно-моторных тестов. Таким образом, высокая тревожность негативно отражается как на количественных (время реакции), так и на качественных (количество ошибок) показателях зрительно-моторной деятельности детей. Однако исследование взаимоотношений между этими характеристиками и их моделирование ранее не проводилось, что и послужило основой для изучения взаимоотношений между показателями зрительно-моторной деятельности у детей с высокой личностной тревожностью.

### Методы

В соответствии с уровнем личностной тревожности 230 детей 8–10 лет были разделены на группы с высокой тревожностью (41 мальчик и 45 девочек) и с нормальной тревожностью — контрольные группы (69 мальчиков и 75 девочек).

Показатели зрительно-моторных реакций у мальчиков и девочек не обнаружили статистически достоверных отличий, что позволило при их анализе объединить детей в группу с высокой тревожностью и контрольную группу без учета полового признака.

\* Работа выполнена при поддержке федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (шифр заявки 2011-1.3.2-141-005-23).

В статье представлены результаты корреляционного и факторного анализов показателей зрительно-моторной деятельности у 230 детей 8–10 лет с нормальным (144 человека) и высоким (86 человек) уровнем тревожности. Установлено, что высокая тревожность наиболее негативно отражается на процессе произвольного внимания и звене регуляции и контроля за протеканием сенсомоторного реагирования, приводя к ухудшению качественных характеристик зрительно-моторной деятельности.  
**Ключевые слова:** дети, тревожность, зрительно-моторная деятельность.

В обеих группах были выявлены взаимосвязи между общим временем реагирования и количеством ошибок при выполнении сложных зрительно-моторных реакций следующих типов:

1) дифференцировочная реакция, предполагающая определенный способ реагирования лишь на один вид раздражителя;

2) реакция выбора, предполагающая реагирование одним способом на один вид раздражителя, а другим способом — на второй;

3) реакция выбора с изменением способа реагирования, предполагающая замену способов реагирования, предлагаемых в реакции выбора друг на друга [7].

Для построения факторной модели зрительно-моторной деятельности были отобраны следующие переменные:

- латентное время реакции — время, необходимое для поступления сенсорной информации в центральную нервную систему, время центральных процессов, время прохождения импульса по нисходящим путям к соответствующим мышцам — определялось как интервал времени с момента предъявления стимула до момента начала движения отдельно для каждого типа зрительно-моторных реакций: простой (ПЗМР), дифференцировочной (ДЗМР), реакции выбора (РВ 1), реакции выбора с изменением способа реагирования (РВ 2);
- моторное время реакции — время непосредственной реализации движения в пространстве — определялось как интервал времени от момента начала до момента окончания движения отдельно для каждого типа зрительно-моторных реакций: простой, дифференцировочной, реакции выбора, реакции выбора с изменением способа реагирования;
- количество ошибок при выполнении сложных зрительно-моторных реакций отдельно для каждого типа: дифференцировочной, реакции выбора, реакции выбора с изменением способа реагирования.

Обрабатывались данные с применением статистического пакета программ SPSS 17 for Windows. Распределение признаков на нормальность производилось с помощью критерия Шапиро — Уилка. Для анализа взаимосвязи между общим временем сложных зрительно-моторных реакций и количеством ошибок при их выполнении использовался корреляционный анализ. В связи с тем, что обе переменные не подчинялись закону нормального распределения, для анализа была выбрана корреляция Спирмена. Для построения факторных моделей зрительно-моторной деятельности детей использовалось ортогональное «варимакс»-вращение. Так как предполагаемые факторы не были связаны друг с другом, применялся метод Бартлетта. Нижнюю границу коэффициента значимости ( $k$ ) для переменных принимали равной 0,6. Изменялась мера выборочной адекватности КМО

с учетом степени применимости факторного анализа к выборке при значении больше 0,7. Критический уровень статистической значимости ( $p$ ) принимали равным 0,05.

### Результаты

Результаты корреляционного анализа общего времени реакции и количества ошибок при выполнении сложного зрительно-моторного реагирования тревожных детей и их сверстников с нормальным уровнем тревожности приведены в таблице.

**Значения коэффициента корреляции Спирмена между общим временем реакции и количеством ошибок у детей**

Тип зрительно-моторной реакции	Контрольная группа	Тревожные дети
Дифференцировочная реакция	0,360*	-0,068
Реакция выбора	0,142	-0,110
Реакция выбора с изменением способа реагирования	0,367*	0,107

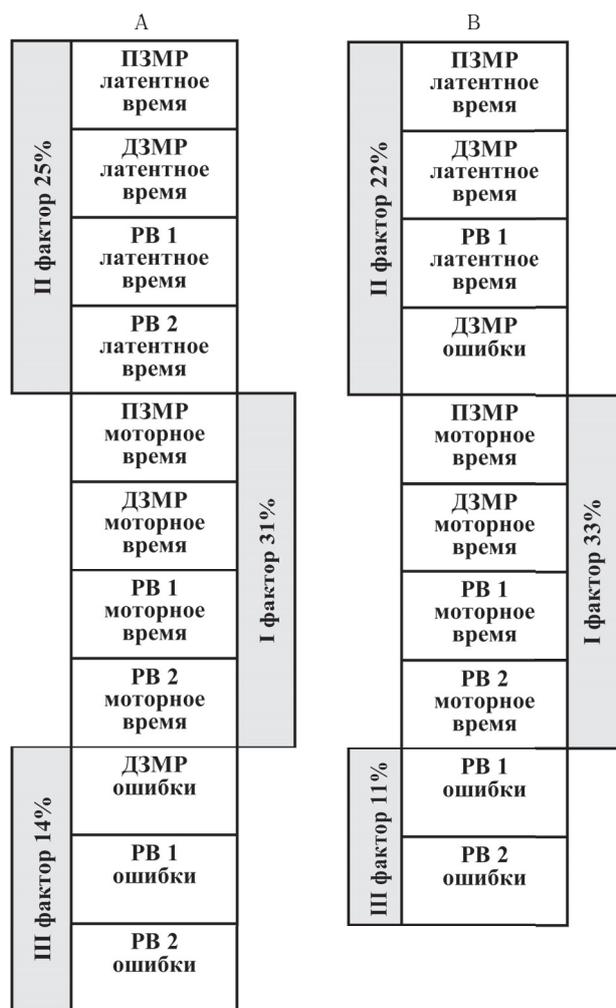
*Примечание.* \* —  $p < 0,05$ .

Из представленных в ней данных видно, что коэффициенты корреляции количества ошибок со временем зрительно-моторного реагирования имеют достоверные значения лишь у детей с нормальным уровнем тревожности в наиболее сложных типах зрительно-моторных реакций: дифференцировочных реакциях ( $p = 0,032$ ), а также реакциях выбора с изменением способа реагирования ( $p = 0,037$ ). Значимые коэффициенты корреляции имеют положительный знак.

В группе тревожных детей значимых корреляций не выявлено. Отсутствие статистически значимых корреляций позволяет предположить, что количество ошибок при выполнении зрительно-моторных реакций детьми с высокой тревожностью существенно не зависит от трудности теста, поэтому и не коррелирует с длительностью реагирования. Тем не менее, в связи с преобладанием коэффициентов с отрицательными знаками, можно отметить тенденцию к уменьшению времени выполнения сенсомоторных тестов за счет ухудшения качества их выполнения.

Результаты факторного анализа также выявили различия в структуре зрительно-моторной деятельности у детей с нормальной и высокой личностной тревожностью. Мера выборочной адекватности Кайзера — Мейера — Олкина позволила судить о применимости факторного анализа для выборки тревожных детей (КМО = 0,828) и для выборки детей с нормальным уровнем тревожности (КМО = 0,809). Уровень значимости ( $p < 0,001$ ) показал целесообразность использования факторных моделей зрительно-моторной деятельности детей.

Из представленных на рисунке данных (А) видно, что у детей с нормальным уровнем тревожности в модели зрительно-моторной деятельности выделяются три фактора: моторное время, латентное время, ошибки.



Факторная модель зрительно-моторной деятельности детей с нормальным уровнем тревожности (А) и тревожных детей (В): ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция, ДЗМР – сложная зрительно-моторная реакция, РВ1 – реакция выбора, РВ2 – реакция выбора с изменением способа реагирования

Моторное время реагирования является наиболее значимым (31 %) фактором у детей 8–10 лет, что, вероятно, обусловлено относительной сформированностью и стабильностью его для данного возрастного диапазона. При этом коэффициенты значимости входящих в данный фактор компонентов являются примерно одинаковыми для всех типов реакций. Чуть менее весомым (25 %) фактором выступает латентное время зрительно-моторного реагирования, компонентный состав которого также имеет относительно равные показатели коэффициентов значимости зрительно-моторных реакций. Третий фактор (14 %) объединяет ошибки детей при выполнении сложных зрительно-моторных тестов. При этом наибольшие значения коэффициентов значимости обнаруживаются в реакциях выбора, затем дифференцировочных, а в реакциях выбора с изменениями способа реагирования эти коэффициенты наименее значимы. Подобная разница между коэффициентами значимости компонентов, входящих в третий фактор, вероятно, обусловлена отличиями в уровне сложности разных типов зрительно-

моторных реакций для детей младшего школьного возраста: наиболее простой является реакция выбора, а дифференцировочная реакция и реакция выбора с изменением способа реагирования представляют большие сложности для их точного выполнения.

Таким образом, факторная модель зрительно-моторной деятельности детей с нормальным уровнем тревожности в целом отражает разницу в созревании морфофункциональных структур центральной нервной системы, ответственных за осуществление отдельных компонентов зрительно-моторного реагирования [8].

Высокая тревожность приводит к трансформации факторной модели зрительно-моторной деятельности детей 8–10 лет (см. рисунок, В).

Наиболее весомым фактором, сохраняющим свою структуру, остается моторное время реакций (33 %). Коэффициенты значимости компонентов данного фактора остаются относительно одинаковыми для всех типов зрительно-моторных реакций. Третий фактор (11 %) также включает в себя ошибки, но уже не во всех сложных зрительно-моторных реакциях, а только в реакциях выбора обоих типов. Причем количество ошибок в реакциях выбора с изменениями способа реагирования, в отличие от детей контрольной группы, приобретает для тревожных детей большую значимость. Это также можно объяснить большей трудностью данного типа зрительно-моторных реакций. Иными словами, изменение условий реагирования для тревожных детей оказывается более значимым.

Существенные изменения происходят у тревожных детей в компонентном составе второго фактора (22 %): показатель латентного времени реакции выбора с изменением способа реагирования в факторной модели зрительно-моторной деятельности не представлен. Кроме того, наряду с показателями латентного времени в этот фактор включается и показатель ошибок, допускаемых в дифференцировочных зрительно-моторных реакциях. Причем данный показатель по значимости занимает второе место в факторе. Таким образом, ошибки, совершаемые при выполнении дифференцировочных реакций, оказываются для тревожных детей значительно более значимыми, чем для их сверстников из контрольной группы.

### Обсуждение результатов

В ходе исследования было установлено, что взаимосвязи между увеличением количества ошибок и удлинением времени реакции отмечаются лишь в группе детей с нормальным уровнем тревожности при выполнении дифференцировочных реакций, а также реакций выбора с изменением способа реагирования. По данным исследователей [3, 4, 5], количество ошибок при выполнении зрительно-моторных тестов прежде всего связано с особенностями произвольного внимания. Наибольшая концентрация внимания требуется для выполнения реакций выбора при смене условий и способов реагирования, так как в этом

случае необходимо изменить выработанную ранее программу ответа. Высокая концентрация внимания необходима и при выполнении дифференцировочных реакций, так как в этом случае зрительные стимулы имеют разный функциональный смысл: один связан с психическим процессом инициации программы движения, а второй ассоциируется с процессом подавления подготовленного движения [4]. Именно поэтому, на наш взгляд, у детей контрольной группы и отмечаются взаимосвязи между увеличением количества ошибок и удлинением времени данных типов зрительно-моторного реагирования. Иными словами, объективные причины, связанные с большей трудностью этих типов зрительно-моторных тестов, приводят к необходимости повышения концентрации внимания, усиления регуляции и контроля за зрительно-двигательной деятельностью, увеличению длительности реакций и количества ошибок при их выполнении детьми с нормальным уровнем тревожности.

У тревожных детей 8–10 лет значимых взаимосвязей между качественной и количественной характеристиками зрительно-моторной деятельности не отмечается. Таким образом, успешность выполнения зрительно-моторных тестов у тревожных детей не зависит от объективной трудности задания и связанной с этим необходимостью в особо повышенной концентрации внимания, в усилении регуляции и контроля за определенными видами сложного реагирования. Вероятно, недостатки в качественной стороне зрительно-моторной деятельности проявляются у тревожных детей увеличением количества ошибок уже и в тех типах реакций, где процессы внимания и звено регуляции и контроля за протеканием зрительно-моторной деятельности задействованы в меньшей степени.

Очевидно, при высоком уровне тревожности формируется состояние перевозбуждения в центральной нервной системе, которое и оказывает влияние на изменение свойств направленного внимания. Поскольку при повышении уровня тревоги любая информация может оцениваться как важная, уменьшаются процессы торможения сенсорного потока, при этом снижаются избирательность и концентрация внимания. Кроме того, вероятно, у детей с высокой тревожностью несбалансированы отношения регуляторных подкорково-стволовых структур, что проявляется в низкой устойчивости их внимания [2].

Влияние высокой тревожности на функционирование произвольного внимания и трансформацию структуры зрительно-моторной деятельности детей 8–10 лет подтверждается и результатами проведенного факторного анализа.

Увеличение значимости показателя количества ошибок в реакциях выбора с изменениями способа реагирования в факторной модели зрительно-моторного реагирования тревожных детей свидетельствует о том, что изменение условий протекания деятельности

для тревожных детей оказывается более значимым. Поскольку тревожным детям требуется относительно меньшая сила воздействия, чтобы вызвать выраженную стрессовую реакцию, можно полагать, что изменение привычных условий деятельности является для высокотренированных детей более стрессогенным, чем для детей с нормальным уровнем личностной тревожности [2]. Вследствие этого реакции выбора с изменением способа реагирования, требующие усиления концентрации внимания, представляют существенную трудность для тревожных детей 8–10 лет. Вероятно, поэтому показатель латентного времени данного вида реакций вообще не представлен в факторной модели зрительно-моторной деятельности детей с высокой тревожностью.

Сравнительный анализ факторных моделей зрительно-моторной деятельности детей обнаружил также, что ошибки, совершаемые при выполнении дифференцировочных реакций, оказываются для тревожных детей значительно более значимыми, чем для их сверстников из контрольной группы. Считается, что качественные особенности выполнения именно этого типа тестирования позволяют выявить степень невнимательности ребенка [4]. Известно, что наиболее интенсивное развитие процесса произвольного внимания, улучшение показателей его концентрации происходит в возрасте 8–10 лет [3, 5, 8]. Высокая тревожность, как и любой другой неблагоприятный фактор, в первую очередь негативно влияет на те функции, которые находятся в стадии своего интенсивного развития, но в то же время и наибольшей уязвимости [1].

Таким образом, полученные в нашем исследовании результаты показывают, что наибольшее дезорганизующее влияние высокой тревожности в возрастном диапазоне 8–10 лет приходится на процесс произвольного внимания. Недостаточность произвольного внимания тревожных детей, в свою очередь, отрицательно сказывается на звене регуляции и контроля, приводя к дезорганизации зрительно-моторной деятельности и ухудшению её качественных характеристик. При этом успешность выполнения зрительно-моторных тестов у тревожных детей не зависит от объективной трудности задания: недостатки в качественных характеристиках их зрительно-моторной деятельности проявляются даже в более простом типе реагирования.

#### Список литературы

1. *Выготский Л. С.* Собрание сочинений. В 6 т. Т. 6. Научное наследие / под ред. М. Г. Ярошевского. М. : Педагогика, 1984. 400 с.
2. *Гордеев С. А.* Особенности биоэлектрической активности мозга при высоком уровне тревожности человека // Физиология человека. 2007. Т. 33, № 4. С. 11–17.
3. *Грибанов А. В., Канжин А. В., Подоплекин Д. Н.* Очерки сенсомоторной деятельности ребенка с СДВГ. Архангельск : Изд-во Поморского университета, 2006. 118 с.

4. Детская поведенческая неврология : рук-во для врачей / под ред. Л. С. Чутко. СПб. : Наука, 2009. 288 с.
5. Зайцев А. В., Лупандин В. И., Сурнина О. Е. Возрастная динамика времени реакции на зрительные стимулы // Физиология человека. 1999. Т. 25, № 6. С. 34–36.
6. Любомирский Л. Е. Критические и чувствительные периоды сенсомоторного развития // Материалы международной конференции «Физиология развития человека», секция 4, Москва, 22–24 июня 2009 г. М. : Вердана, 2009. 128 с.
7. Нехорошкова А. Н., Грибанов А. В. Особенности зрительно-моторных реакций детей 8–11 лет с высоким уровнем тревожности // Экология человека. 2011. № 5. С. 43–48.
8. Структурно-функциональная организация развивающегося мозга / Д. А. Фарбер, Л. К. Семенова, В. В. Алферова и др. Л. : Наука, 1990. 198 с.

#### References

1. Vygotskii L. S. *Sobranie sochinenii. V 6 t. T. 6. Nauchnoe nasledstvo* [Collected Works. Vol. 6. Scientific Heritage]. Moscow, 1984, 400 p. [in Russian]
2. Gordeev S. A. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2007, vol. 33, no. 4, pp. 11-17. [in Russian]
3. Griбанov A. V., Kanzaнin A. V., Podoplekin D. N. *Ocherki sensomotornoй deyatelnosti rebenka s SDVG* [Essays of senso-motor activity of children with ADHD]. Arkhangelsk, 2006, 118 p. [in Russian]
4. *Detskaya povedencheskaya nevrologiya: ruk-vo dlya vrachei / pod red. L. S. Chutko* [Child Behavioral Neurology. Guide for Physicians. L. S. Chutko (ed.)]. Saint Petersburg, 2009, 288 p. [in Russian]
5. Zaitsev A. V., Lupandin V. I., Surnina O. E. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 1999, vol. 25, no. 6, pp. 34-36. [in Russian]
6. Lyubomirskii L. E. *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii «Fiziologiya razvitiya cheloveka», sektiya 4, Moskva, 22–24 iyunya 2009 g.* [Proceedings of International

Conference «Human Development Physiology», Workshop 4, Moscow, 22–24 June 2009]. Moscow, 2009, 128 p. [in Russian]

7. Nekhoroshkova A. N., Griбанov A. V. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2011, no. 5, pp. 43-48. [in Russian]

8. *Strukturno-funktsional'naya organizatsiya razvivayushchegosya mozga* [Structural-functional organization of developing brain]. D. A. Farber, L. K. Semenova, V. V. Alferova i dr. Leningrad, 1990, 198 p. [in Russian]

#### TRANSFORMATION OF VISUAL-MOTOR ACTIVITY STRUCTURE IN CHILDREN WITH HIGH ANXIETY

A. N. Nekhoroshkova, A. V. Griбанov,  
I. S. Kozhevnikova, N. N. Rysina

*Northern (Arctic) Federal University  
named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia*

In the article, there have been presented the results of the correlation and factor analysis of indicators of visual-motor activity in 230 children aged 8-10 years with the normal (144 persons) and high (86 persons) levels of anxiety. It has been established that high anxiety affected negatively the process of voluntary attention and the link of regulation and control of the senso-motor reactions course, it lead to impairment of visual-motor activity's qualitative characteristics.

**Keywords:** children, anxiety, visual-motor activity

#### Контактная информация:

*Нехорошкова Александра Николаевна* – аспирант кафедры физиологии и патологии развития человека Северного (Арктического) федерального университета им. М. В. Ломоносова

Адрес: 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3  
E-mail: sava5@bk.ru, icd@pomorsu.ru