

Российская академия образования  
Институт возрастной физиологии



**НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

№ 4(17) 2008

Выходит с 2001 г.

Периодичность издания — 4 номера в год

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-13217 от 29 июля 2002 г.

**Главный редактор**

Безруких Марьяна Михайловна

**Заместитель главного редактора**

Сонькин Валентин Дмитриевич

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Догадкина С.Б., к.б.н.

*(ответственный секретарь)*

Крысюк О.Н., к.б.н.

Мачинская Р.И., д.б.н.

Параничева Т.М., к.б.н.

Сельверова Н.Б., д.м.н.

Филиппова Т.А., к.б.н.

Шумейко Н.С., к.б.н.

**СОСТАВИТЕЛЬ**

Догадкина С.Б.

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

Баранов А.А., д.м.н., акад. РАМН

Безруких М.М., д.б.н., акад. РАО

Фельдштейн Д.И., д.псих.н., акад. РАО

Антропова М.В., д.м.н., чл.-корр. РАО

Леонова Л.А., д.м.н., акад. РАО

Фарбер Д.А., д.б.н., акад. РАО

Безобразова В.Н., к.б.н.

Бетелева Т.Г., д.б.н.

Зайцева В.В., д.пед.н.

Макеева А.Г., к.пед.н.

Полянская Н.В., к.м.н.

Рублева Л.В., к.б.н.

Рыбаков В.П., д.м.н.

Соколов Е.В., к.б.н.

Фишман М.Н., д.б.н.

В статьях альманах представлена новая информация, отражающая результаты исследований в области возрастной физиологии, морфологии, биохимии, психофизиологии, антропологии, физического воспитания и культуры здоровья. В альманахе публикуются работы, выполненные на животных, и результаты исследования детей.

Для специалистов в области возрастной морфологии, физиологии, психофизиологии, физического воспитания, школьной гигиены и педагогики.

### **ВНИМАНИЕ!!!**

Журнал распространяется:

- через каталог «Роспечать» (подписной индекс 48656)
- путем прямой редакционной подписки

*Почтовый адрес редакции:* 119121 Москва, ул. Погодинская, д.8, корп.2,  
*тел./факс* (495) 245-04-33; *тел.* ( 495) 708-36-83; *E-Mail:* almanac@mail.ru

**Альманах «Новые исследования»** — М.: Вердана, 2008, № 4(17) — 80 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

### **СДВГ**

|   |   |
|---|---|
| ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ 6-7 ЛЕТ С СДВГ<br><i>Безруких М.М., Логинова Е.С.</i> ..... | 4 |
|---|---|

|   |    |
|---|----|
| ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У<br>ДЕТЕЙ 5-6 ЛЕТ С ПРИЗНАКАМИ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ И<br>ГИПЕРАКТИВНОСТИ<br><i>Семенова О. А., Кошельков Д.А.</i> ..... | 21 |
|---|----|

### **ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ**

|  |    |
|--|----|
| КОНДИЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ СПОСОБНОСТИ И<br>НЕСПЕЦИФИЧЕСКАЯ РЕАКТИВНОСТЬ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО<br>ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА НА РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ НАГРУЗОК<br><i>Криволапчук И.А.</i> ..... | 39 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ МИОКАРДА ДЕТЕЙ<br>ПЯТИЛЕТНЕГО ВОЗРАСТА В ПРОЦЕССЕ КРАТКОСРОЧНОЙ<br>АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ<br><i>Рублева Л.В.</i> ..... | 52 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| КРАТКОСРОЧНАЯ АДАПТАЦИЯ СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ<br>МИОКАРДА К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ У ДЕТЕЙ 5 ЛЕТ<br><i>Кмить Г.В.</i> ..... | 58 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ<br>СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ДЕТЕЙ 5 ЛЕТ<br><i>Догадкина С.Б.</i> ..... | 64 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРЫ<br>У МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК 9–10 ЛЕТ<br><i>Пронина Т.С., Рыбаков В.П.</i> ..... | 72 |
|--|----|

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ 6—7 ЛЕТ С СДВГ

М.М.Безруких<sup>1</sup>, Е.С. Логинова<sup>2</sup>,  
Институт возрастной физиологии РАО, Москва

*Проведен сравнительный анализ уровня интеллектуального развития у детей 6—7 лет с СДВГ. Полученные данные позволили выявить особенности психофизиологической структуры интеллекта детей с СДВГ и без признаков дефицита внимания и гиперактивности. Психофизиологическая структура интеллекта детей 6—7 лет с СДВГ характеризуется более низким, по сравнению с контрольной группой, уровнем взаимосвязей вербального и невербального компонентов и недостаточным уровнем сформированности зрительно-пространственного восприятия и произвольной организации и регуляции деятельности.*

**Ключевые слова:** интеллектуальное развитие, дети, СДВГ.

*Comparative analysis of intellectual development of healthy 6—7-year-old children and children of the same age with ADHD was performed. The study revealed peculiarities of psychophysiological structure of the intellect of ADHD children: lower level of interactions between the verbal and non-verbal components and insufficient development of visuo-spatial perception and voluntary organization of activity.*

**Key words:** intellectual development, children, ADHD.

Несмотря на длительную историю исследований когнитивных процессов при СДВГ, данные об особенностях интеллектуального развития у гиперактивных детей противоречивы. В тоже время доказано, что общим для всех форм синдрома СДВГ является нарушения процессов регуляции деятельности и внимания, тех ведущих (фоновых) компонентов психофизиологической структуры интеллектуальной деятельности, которые в значительной степени определяют сформированность вербального и невербального интеллекта [4] и являются центральным звеном в формировании любой познавательной деятельности [19].

У детей с СДВГ отмечается нарушения рабочей памяти, внутренней речи, эмоционального контроля, мотивации и уровня бодрствования (arousal), т.е. различных аспектов регуляции деятельности при отсутствии выраженных дефицитов операциональных процессов [18; 20].

Результаты некоторых исследований свидетельствуют о том, что существуют особенности развития зрительного и зрительно-пространственного восприятия, речи, памяти и других процессов, связанных с обработкой информации [7; 16].

Данные об интеллектуальном развитии детей с СДВГ противоречивы, но в большинстве работ указывается на отсутствие достоверных различий между деть-

---

Контакты: <sup>1</sup> М.М. Безруких, Директор Института возрастной физиологии РАО; E-mail: ivfrael@yandex.ru

<sup>2</sup> Е.С. Логинова, зав. лаб. Возрастной психофизиологии и диагностики развития, тел.: 8-903-176-7262

ми с синдромом СДВГ и детьми контрольных групп. Отличия выявляются в тех исследованиях, когда синдром СДВГ является сопутствующим диагнозом к другим более серьезным заболеваниям [15; 17].

Таким образом, изучая детей с СДВГ, исследователи сталкиваются с неоднородностью самого синдрома и с особенностями формирования когнитивных процессов. В этой связи особый интерес представляет проведенный нами сравнительный анализ психофизиологической структуры интеллекта у детей 6–7 лет с СДВГ и в контрольной группе.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для диагностики уровня интеллектуального развития был использован детский вариант методики Д. Векслера в модификации А.Ю. Панасюка (1973). Обследовано 22 ребенка с СДВГ и 25 детей контрольной группы в возрасте 6–7 лет.

Тестирование проводилось по 12 субтестам: 6 вербальным с (1–6 субтест) и 6 невербальным с (7–12 субтест).

Вербальные субтесты характеризуют способность ребенка воспринимать и анализировать обращенную к нему речь и отражают развитие тех психических функций, которые обеспечивают выполнение задания.

Невербальные субтесты – это преимущественно задания, требующие пространственных умений и основанные на практически-образном действенном мышлении.

Для анализа психофизиологической структуры интеллекта была использована разработанная нами психофизиологическая структура субтестов теста Д. Векслера [4] (табл. 1).

Таблица 1

*Психофизиологическая структура деятельности, составляющая основу субтестов вербального (1–6) и невербального (7–12) интеллекта*

| Субтесты             | Психофизиологическая структура деятельности   |
|----------------------|---|
| 1. «Осведомленность» | Произвольная организация и регуляция деятельности. Произвольное внимание (устойчивость, распределение, концентрация). Уровень речевого развития и объем активного и пассивного словаря. Общий запас сведений и знаний. Долговременная слухо-речевая память. Вербально-логическое мышление.  |
| 2. «Понятливость»    | Произвольная организация и регуляция деятельности. Произвольное внимание (устойчивость, распределение, концентрация). Анализ ситуации. Уровень речевого развития и актуальный словарный запас. Способность к построению развернутого высказывания и умение применять правила. Долговременная слухо-речевая память. Абстрактное и логическое мышление. |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| 3. «Арифметика»         | Произвольная организация и регуляция деятельности. Произвольное, активное внимание (устойчивость, распределение, концентрация). Вербально-логическое мышление. Сформированность механизмов вербально-мнестических действий. Сформированность счетных операций, пространственных представлений и зрительно-пространственного восприятия. Регулирующая функция внутренней речи. Слухо-речевая кратковременная и зрительная оперативная память. Способность к формированию новых навыков. |
| 4. «Сходство»           | Произвольная организация и регуляция деятельности. Произвольное внимание (устойчивость, распределение, концентрация). Уровень речевого развития (состояние активного и пассивного словаря). Запас сведений и знаний. Способность обобщать, анализировать, синтезировать и оперировать понятиями. Вербально-логическое и абстрактное мышление. Слухо-речевая долговременная память.   |
| 5. «Словарь»            | Произвольная организация и регуляция деятельности. Произвольное внимание (устойчивость, распределение, концентрация). Вербально-логическое и абстрактное мышление, уровень речевого развития и умение строить развернутое высказывание, состояние активного и пассивного словаря. Долговременная слухо-речевая память.   |
| 6. «Повторение цифр»    | Произвольная организация и регуляция деятельности. Произвольное внимание (устойчивость, распределение, концентрация). Слухо-речевая кратковременная и оперативная память. Уровень сформированности последовательности вербально-мнестических действий.   |
| 7. «Недостающие детали» | Произвольная организация и регуляция деятельности. Произвольное зрительное внимание (устойчивость, распределение, концентрация). Запас сведений и знаний. Уровень сформированности регулирующей функции внутренней речи. Пространственное восприятие. Зрительно-пространственная деятельность (умение решать перцептивные задачи).   |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 8. «Последовательные картинки» | Произвольная организация и регуляция деятельности. Произвольное внимание (устойчивость, распределение, концентрация). Наглядно-образное и вербально-логическое мышление. Умение устанавливать причинно-следственные и временные связи. Уровень сформированности регулирующей функции внутренней речи. Актуальный словарный запас. Запас сведений и знаний. Пространственное восприятие. |
| 9. «Кубики Кооса»              | Произвольная организация и регуляция деятельности. Произвольное зрительное внимание (устойчивость, распределение, концентрация). Конструктивное мышление. Пространственный анализ и синтез, схематическое представление о пространстве. Зрительно-моторные координации. Способность к формированию новых навыков.   |
| 10. «Сложение фигур»           | Произвольная организация и регуляция деятельности. Произвольное внимание (устойчивость, распределение, концентрация). Регулирующая функция внутренней речи. Пространственный анализ и синтез. Зрительно-пространственное восприятие. Зрительная память. Зрительно-моторные координации. Способность к формированию новых навыков. Скорость и темп работы.                               |
| 11. «Кодирование»              | Произвольная организация и регуляция деятельности. Произвольное внимание (устойчивость, распределение, концентрация). Зрительно-пространственная деятельность. Зрительная кратковременная память. Способность удерживать в памяти закономерность последовательности символов. Зрительно-моторные координации. Способность к формированию новых навыков. Темп и скорость работы.         |
| 12. «Лабиринт»                 | Произвольная регуляция и организация деятельности. Произвольное внимание (устойчивость, распределение, концентрация). Нервно-мышечная регуляция и контроль движений. Зрительно-моторные координации. Темп и скорость работы.  |

В связи с тем, что выполнение задания каждого субтеста определяется многими факторами, то нарушаться оно может как от недостаточности одного из них, так и при совокупном, комплексном дефиците или несформированности различных функций.

Для того чтобы оценить этот фактор, необходимо провести качественный анализ выполнения заданий и сопоставить показатели данного субтеста с показателями субтестов, имеющих сходные с ним компоненты психофизиологической структуры.

Важно отметить что, в процессе выполнения каждого задания анализировались особенности организации деятельности — понимание инструкции, планирование, контроль и коррекция деятельности, что позволило при необходимости провести качественный анализ полученных данных [2; 8]. Именно эти функции страдают у детей с СДВГ.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Проведенный в нашем исследовании анализ вербального и невербального компонентов интеллекта у детей с СДВГ и контрольной группы показал, что уровень сформированности психофизиологических функций, определяющих эффективность реализации вербальных и невербальных задач, имеет свои особенности у детей этих групп (табл.2).

Так у детей контрольной группы выявлен высокий уровень развития вербально-логического мышления, достаточный запас сведений и знаний, хорошо сформированная долговременная и рабочая память. Об этом свидетельствуют высокие среднегрупповые значения субтестов 1, 2, 3 и 4 («Осведомленность», «Понятливость», «Арифметика» и «Сходство»), показатели которых находятся выше верхних границ нормативных значений.

Для выполнения субтеста 5 («Словарь») требуется достаточный лексический запас (вербальный объем — тест вербального определения). Успешность выполнения этого субтеста зависит от объема вербальной информации, и в этом отношении субтест 5 «Словарь» перекрывается субтестом 1 «Осведомленность».

Субтест 6 «Повторение цифр» измеряет объем кратковременной слуховой памяти и частично зрительно-речевой, т.к. цифры имеют, значительно большую, чем слова, наглядную опору.

Показатели выполнения субтестов 5 и 6 («Словарь» и «Повторение цифр») несколько ниже, но также находятся в верхних пределах нормативных границ.

В группе детей с СДВГ показатели выполнения четырех вербальных субтестов 1, 2, 3 и 4 («Осведомленность», «Понятливость», «Арифметика» и «Сходство») также достаточно высоки, но несколько ниже, чем у детей контрольной группы и находятся либо в верхних границах нормативных значений или на верхней нормативной границе. В то же время низкие показатели выполнения вербальных субтестов 5 и 6 («Словарь» и «Повторение цифр») свидетельствуют о недостаточном уровне развития таких структурных компонентов интеллекта как объём актуального словарного запаса и возможности построения развернутого высказывания, кратковременной слухо-речевой оперативной памяти и зрительно-речевой памяти. Достоверность различий отмечена только в субтестах 1, 2 и 6 («Осведомленность», «Понятливость» и «Повторение цифр»). Несмотря на низкую степень достоверности вербальных субтестов 1, 2 и 6 («Осведомленность», «Понятливость» и «Повторение цифр») дети с СДВГ выполняли эти задания с более низким качеством, чем дети контрольной группы.



Таблица 2

Показатели вербального и невербального интеллекта у детей 6–7 лет с СДВГ и в контрольной группе (средние значения по группам в баллах)

| С/тесты | Группы учащ-ся | M±m         | σ     | Min  | Max   | Границы норма-х значений |       |
|---------|----------------|-------------|-------|------|-------|--------------------------|-------|
|         |                |             |       |      |       | Min                      | Max   |
| 1*      | 1 контр.       | 17,42±0,63  | 3,97  | 6,0  | 20,0  | 7,9                      | 14,7  |
|         | 2 СДВГ         | 14,20±1,23  | 4,75  | 4,0  | 20,0  |                          |       |
| 2*      | 1 контр.       | 14,25±0,68  | 4,32  | 3,0  | 20,0  | 7,4                      | 12,6  |
|         | 2 СДВГ         | 10,80±1,39  | 5,37  | 3,0  | 19,0  |                          |       |
| 3       | 1 контр.       | 15,22±0,55  | 3,47  | 9,0  | 20,0  | 9,2                      | 14,4  |
|         | 2 СДВГ         | 13,87±1,13  | 4,39  | 8,0  | 20,0  |                          |       |
| 4       | 1 контр.       | 19,0±0,33   | 2,09  | 12,0 | 20,0  | 7,0                      | 13,4  |
|         | 2 СДВГ         | 18,20±0,78  | 3,00  | 10,0 | 20,0  |                          |       |
| 5       | 1 контр.       | 11,12±0,46  | 2,90  | 6,0  | 20,0  | 9,2                      | 14,8  |
|         | 2 СДВГ         | 9,60±0,90   | 3,50  | 4,0  | 16,0  |                          |       |
| 6*      | 1 контр.       | 11,50±0,31  | 1,95  | 8,0  | 15,0  | 6,5                      | 12,9  |
|         | 2 СДВГ         | 9,70±0,65   | 2,53  | 6,0  | 14,0  |                          |       |
| 7       | 1 контр.       | 13,60±0,50  | 3,14  | 6,0  | 18,0  | 7,9                      | 14,7  |
|         | 2 СДВГ         | 14,40±0,82  | 3,16  | 5,0  | 18,0  |                          |       |
| 8       | 1 контр.       | 14,10±0,51  | 3,21  | 10,0 | 20,0  | 7,4                      | 12,6  |
|         | 2 СДВГ         | 13,27±0,75  | 2,92  | 7,0  | 18,0  |                          |       |
| 9**     | 1 контр.       | 15,38±0,55  | 3,45  | 5,0  | 20,0  | 9,2                      | 14,4  |
|         | 2 СДВГ         | 10,07±1,24  | 4,79  | 4,0  | 20,0  |                          |       |
| 10      | 1 контр.       | 13,65±0,51  | 3,22  | 6,0  | 19,0  | 7,2                      | 11,6  |
|         | 2 СДВГ         | 11,73±0,86  | 3,33  | 5,0  | 16,0  |                          |       |
| 11      | 1 контр.       | 10,93±0,43  | 2,70  | 5,0  | 16,0  | 8,0                      | 12,3  |
|         | 2 СДВГ         | 11,00±0,72  | 2,80  | 7,0  | 18,0  |                          |       |
| 12      | 1 контр.       | 14,38±0,41  | 2,62  | 10,0 | 20,0  | 7,4                      | 11,8  |
|         | 2 СДВГ         | 12,60±1,05  | 4,07  | 5,0  | 20,0  |                          |       |
| ВИП***  | 1 контр.       | 129,50±2,23 | 14,10 | 91,0 | 148,0 | 70,3                     | 136,7 |
|         | 2 СДВГ         | 118,00±4,98 | 19,20 | 84,0 | 148,0 |                          |       |
| НИП*    | 1 контр.       | 125,43±2,23 | 14,12 | 96,0 | 156,0 | 80,9                     | 119,3 |
|         | 2 СДВГ         | 114,80±4,10 | 15,84 | 89,0 | 153,0 |                          |       |
| ОИП*    | 1 контр.       | 130,43±2,23 | 14,10 | 93,0 | 153,0 | 84,0                     | 121,6 |
|         | 2 СДВГ         | 117,93±4,42 | 17,14 | 85,0 | 154,0 |                          |       |

**Примечание:** 1–6–вербальные субтесты; 7–12–невербальные субтесты; ВИП – вербальный интегральный показатель; НИП – невербальный интегральный показатель; ОИП – общий интеллектуальный показатель. \* – достоверность на уровне тенденции ( $p < 0,05$ ); \*\* – достоверно,  $p < 0,01$ ; \*\*\* – высокая достоверность,  $p < 0,001$

Выделение наиболее существенных признаков при обобщении и классификации (категории) является главным в субтесте 4 «Сходство» (тест вербального абстрагирования). Одинаково высокие показатели выполнения субтеста 4 («Сходство») скорее свидетельствуют о наученности, так как в основе этого субтеста лежат задания, которые многократно повторяются в течение дошкольного обучения.

Таким образом, качество выполнения вербальных субтестов в контрольной группе выше, чем в группе детей с СДВГ. У детей контрольной группы выявлен высокий уровень сформированности структурных компонентов вербально-логического мышления, речи, внимания и произвольной регуляции деятельности, а дети с СДВГ выполняли эти задания с более низким качеством.

При анализе показателей невербального интеллекта выявлено, что дети обеих групп успешно справлялись с невербальными субтестами. В среднем, по группам, результаты выполнения практически всех невербальных субтестов находятся или в верхних границах нормативных значений или даже выше них. Это свидетельствует о развитии таких важных функций, как наглядно-образное мышление и пространственное восприятие, зрительная память и внимание. В то же время в группе детей с СДВГ субтест 9 («Кубики Кооса») имеет средний показатель на нижней границе нормативных значений и достоверно ( $p < 0,01$ ) отличается от детей контрольной группы. Это согласуется с результатами некоторых исследований, свидетельствующих о том, что у детей с СДВГ существуют особенности развития зрительного и зрительно-пространственного восприятия [7; 16]. В психофизиологической структуре субтеста 9 «Кубики Кооса» ведущую роль играет произвольная организация и регуляция деятельности, схематическое представление о пространстве, операции пространственного анализа и конструктивное мышление (необходимо мысленно расчленить образец на части, соответствующие элементам конструкции, т.е. заранее наметить принцип построения конструкции).

В основе выполнения субтеста 10 «Сложение фигур» ведущим является непосредственно зрительно-пространственное восприятие (требуется быстро определить целое и соотношение его частей). Расхождение оценок в субтестах 9 и 10 («Кубики Кооса» и «Сложение фигур») может свидетельствовать о преимущественном развитии или недостаточности (несформированности) одного из указанных компонентов зрительно-пространственной деятельности. В то же время известно, что нарушение обобщенного восприятия пространственных отношений наблюдается при поражении нижнетеменной области левого полушария, а дефицит непосредственного оптико-пространственного восприятия указывает на поражение той же области правого полушария у детей [5]. Поэтому расхождение оценок в субтестах 9 и 10 («Кубики Кооса» и «Сложение фигур») может дать основание для предположения о несформированности функций связанных с развитием определенных структур мозга.

Обобщенное представление о пространстве необходимо для формирования понятия числа и одной из сторон импрессивной речи — понимания некоторых логико-грамматических конструкций, которые относятся к функциям левого

полушария [5; 14]. В связи с этим сочетание низких оценок в субтестах 5, 6 и 9 («Словарь», «Повторение цифр» и «Кубики Кооса») можно рассматривать как следствие одного радикала – несформированности или дефицита пространственных функций.

Таким образом, анализ выполнения невербальных заданий свидетельствует о том, что дети двух групп выполняли эти задания успешно, однако у детей с СДВГ выявлены трудности при решении зрительно-пространственных задач.

При анализе интегральных показателей интеллекта проявляются четкие различия между исследуемыми группами детей.

Анализ интегральных показателей интеллекта свидетельствует, что среднегрупповые вербальный (ВИП), невербальный (НИП) и общий интегральные (ОИП) показатели в контрольной группе достоверно ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,001$ ) выше, чем у детей с СДВГ.

В связи с тем, что не выявлено существенных различий в выполнении вербальных и невербальных субтестов, а интегральные показатели ВИП и НИП достоверно отличаются, можно предположить, что это связано с сохранностью операциональной структуры разных видов деятельности, но дефицитом организации внимания и произвольной регуляции деятельности.

Корреляционный анализ позволил получить дополнительные данные о внутренней структуре и связи отдельных показателей интеллекта между собой. Анализ коэффициентов корреляции свидетельствует о том, что теснота корреляционных связей по своей структуре и количеству значимых коэффициентов корреляций качественно отличается в исследуемых группах, соответственно 70 и 44 связи (табл. 3, 4).

Таблица 3

*Интеркорреляции вербальных и невербальных субтестов у детей контрольной группы 6–7 лет*

|    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    |
| 1  | 0,433 | 0,474 | 0,365 | 0,413 |       | 0,581 | 0,448 |       | 0,376 |       |       | 0,729 | 0,526 | 0,703 |
| 2  |       |       | 0,670 | 0,629 | 0,320 | 0,488 |       | 0,477 | 0,353 |       |       | 0,791 | 0,516 | 0,729 |
| 3  |       |       |       |       | 0,397 | 0,376 |       |       | 0,341 | 0,618 | 0,400 | 0,595 | 0,533 | 0,618 |
| 4  |       |       |       | 0,450 |       | 0,652 | 0,432 | 0,378 | 0,367 |       |       | 0,677 | 0,560 | 0,691 |
| 5  |       |       |       |       |       | 0,421 |       |       |       |       |       | 0,681 |       | 0,533 |
| 6  |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,401 | 0,348 |       | 0,477 | 0,375 | 0,475 |
| 7  |       |       |       |       |       |       | 0,552 |       |       |       |       | 0,659 | 0,646 | 0,721 |
| 8  |       |       |       |       |       |       |       | 0,384 | 0,488 |       |       | 0,416 | 0,724 | 0,622 |
| 9  |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,405 |       | 0,436 | 0,419 | 0,694 | 0,609 |
| 10 |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,360 | 0,378 | 0,456 | 0,757 | 0,649 |
| 11 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,453 | 0,472 | 0,495 |
| 12 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,549 | 0,460 |
| 13 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,699 | 0,923 |
| 14 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,913 |

В контрольной группе корреляционное взаимодействие вербальных и невербальных субтестов по числу образованных, статистически достоверных и значимых связей выше, чем в группе детей с СДВГ (табл. 3).

Например, субтесты, имеющие в своей основе факторы речи, вербально-логического мышления, памяти и произвольного внимания достоверно коррелируют между собой, а также высоко с интегральными показателями ВИП, НИП и ОИП. Так, субтесты 1 и 2 («Осведомленность», «Понятливость») коррелируют с субтестами 3, 4, 5 и 6 («Арифметика», «Сходство», «Словарь» и «Повторение цифр»;  $r = 0,32099 \pm 0,670$ ). Отмечена высокая корреляция субтеста 2 («Понятливость») и субтестами 4 и 5 («Сходство» и «Словарь»;  $r = 0,629 \pm 0,670$ ).

Представляется интересным, что в данной группе детей вербальные субтесты 1–5 («Осведомленность», «Понятливость», «Арифметика», «Сходство» и «Словарь») достоверно коррелируют с невербальными субтестами 7 и 10 («Недостающие детали», «Сложение фигур»). В основе успешного выполнения заданий данных субтестов лежат сформированность перекрывающихся функций: вербально-логического мышления, речи, пространственного восприятия, памяти и произвольного внимания.

Невербальные субтесты в большей степени коррелируют между собой и высоко и очень высоко с интегральными показателями интеллекта ВИП, НИП и ОИП.

Например, субтесты 8 и 9 («Последовательные картинки», «Кубики Кооса») взаимодействуют с субтестом 10 («Сложение фигур»). В психофизиологической структуре данных субтестов сформированность внутренней речи, наглядно-образного и вербально-логического мышления, функции пространственного анализа и синтеза и структурные компоненты организации деятельности.

Результаты обследования детей контрольной группы совпадают с исследованиями других авторов и с нашими ранними исследованиями детей без трудностей обучения [4]. Большое количество связей образованных как внутри, так и между структурами интеллекта свидетельствуют о возможности поддержания менее сформированных психофизиологических функций за счет более сформированных.

В группе детей с СДВГ картина корреляционного взаимодействия вербальной и невербальной структур интеллекта отличается от контрольной группы и больше похожа на ту, которую мы встречаем у детей с трудностями обучения [4] (табл.4).

Среди вербальных субтестов большей корреляционной активностью обладают субтесты 1, 2 и 6 («Осведомленность», «Понятливость» и «Повторение цифр»,  $r = 0,537 \pm 0,692$ ), высоко коррелируя между собой, а также с вербальным интегральным показателем ВИП и общим показателем интеллекта ОИП ( $r = 0,580 \pm 0,864$ ).

Среди вербальных субтестов с интегральным невербальным показателем НИП коррелируют только субтесты 2 и 3 («Понятливость», «Арифметика»).

Общими компонентами психофизиологической структуры этих трех вербальных субтестов является регулирующая функция речи, объем сведений и знаний, рабочая память и структурные компоненты организации деятельности.

*Интеркорреляции вербальных и невербальных субтестов  
у детей 6–7 лет с СДВГ*

|    |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    | 2 | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    |
| 1  |   | 0,600 | 0,692 | 0,613 | 0,565 |       |       |       |       |       |       | 0,864 |       | 0,761 |
| 2  |   | 0,586 |       |       | 0,610 |       |       | 0,642 | 0,528 |       |       | 0,764 | 0,650 | 0,793 |
| 3  |   |       |       |       | 0,537 |       | 0,673 |       |       |       |       | 0,761 | 0,568 | 0,758 |
| 4  |   |       |       |       |       | 0,646 |       |       |       |       |       | 0,666 |       | 0,580 |
| 5  |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,610 |       |       |
| 6  |   |       |       |       |       |       |       | 0,711 |       |       |       | 0,711 |       | 0,691 |
| 7  |   |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,549 |       |       |       |       |
| 8  |   |       |       |       |       |       |       | 0,590 |       | 0,600 |       | 0,679 | 0,591 |       |
| 9  |   |       |       |       |       |       |       | 0,580 |       | 0,548 | 0,543 | 0,774 | 0,705 |       |
| 10 |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,535 | 0,708 | 0,673 |       |
| 11 |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,616 |       |       |
| 12 |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,761 | 0,594 |       |
| 13 |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,615 | 0,930 |       |
| 14 |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,861 |

Невербальные субтесты в меньшей степени взаимодействуют между собой, что подтверждают данные многих исследований, и в большей степени с невербальным интегральным показателем НИП и общим показателем ОИП ( $r=0,591\div 0,930$ ).

Так как есть данные о том, что в этом возрасте невербальный интеллект имеет менее жесткую структуру и служит базой для развития познавательных функций, то можно предполагать наличие резервов в организации и реализации когнитивной деятельности, которые необходимо использовать для компенсации дефицитов развития, но которые недостаточно включены в организацию деятельности [6; 11; 12].

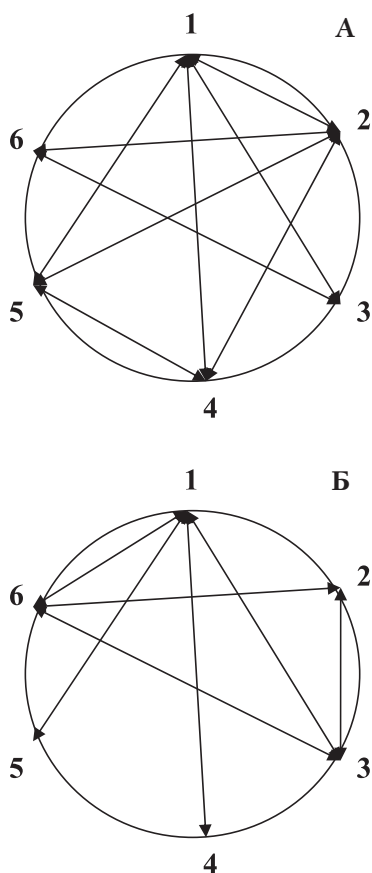
На рисунке 1 представлена структура взаимосвязей внутри вербальных компонентов интеллекта у детей 6–7 лет с признаками СДВГ и детей контрольной группы (без признаков СДВГ).

У детей контрольной группы (рис.1А) наибольшее количество корреляционных связей имеют субтесты 1, 2, 4 и 5 («Осведомленность», «Понятливость», «Сходство» и «Словарь»). Успешное выполнение заданий этих субтестов зависит от степени сформированности вербально-логического и абстрактного мышления, долговременной слухо-речевой памяти, уровня речевого развития и способности к построению развернутого высказывания, умения обобщать, анализировать, синтезировать и оперировать понятиями.

У детей с признаками СДВГ (рис. 1Б) фокус связей приходится на субтесты 1, 3 и 6 («Осведомленность», «Арифметика» и «Повторение цифр»). Общими компонентами психофизиологической структуры этих субтестов являются произ-

вольная организация и регуляция деятельности, долговременная и кратковременная рабочая память, сформированность механизмов вербально-мнестической деятельности, а также объем и умение оперировать вербальной информацией (общий запас сведений и знаний).

Таким образом, как видно из рисунка 1 (А и Б) внутри вербального компонента интеллекта структура корреляционных связей, а следовательно и возможность поддержания недостаточно сформированных психофизиологических функций у детей двух групп существенно отличаются. Так у детей контрольной группы на первое место выходит речевое опосредование психической деятельности (экспрессивная и импрессивная речь), а у детей с СДВГ произвольное внимание и произвольная регуляция и организация деятельности.



*Рис.1 (А, Б). Взаимодействие внутри вербальной структуры интеллекта у детей 6-7 лет контрольной группы (А) и детей с признаками СДВГ (Б)*

На рисунке 2 (А и Б) представлена структура взаимосвязей внутри невербальных компонентов интеллекта у детей 6–7 лет с признаками СДВГ и детей контрольной группы (без признаков СДВГ).

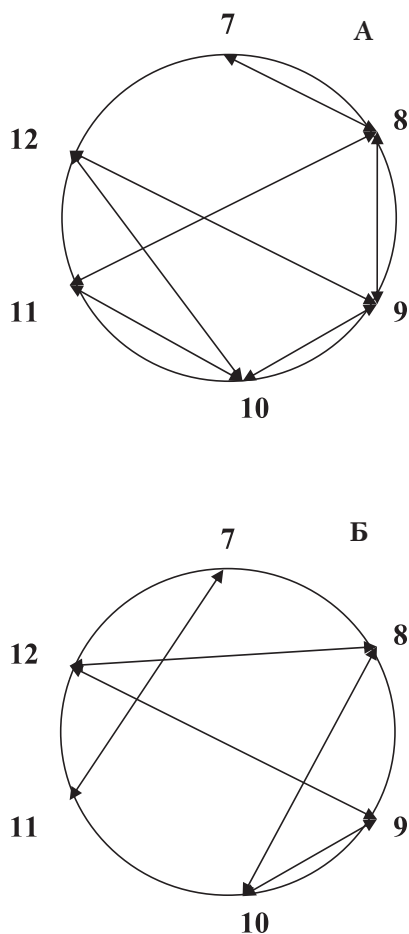


Рис.2 (А, Б). Взаимодействие внутри невербальной структуры интеллекта у детей 6–7 лет контрольной группы (А) и детей с признаками СДВГ (Б)

Необходимо отметить, что многочисленные литературные источники и наши многолетние исследования структуры интеллекта свидетельствуют о том, что у детей 6–7 лет невербальный интеллект — служит базой для развития интеллекта и имеет менее жесткую структуру, содержащую более независимые характеристики [13; 11; 6; 4]. Видимо, это связано с тем, что в онтогенезе невербальные функции активно формируются в дошкольный период и к моменту поступления в

школу (6–7 лет) являются наиболее зрелыми [3]. У детей контрольной группы их взаимодействие между собой выше, чем у детей с признаками СДВГ.

У детей 6–7 лет без признаков СДВГ (рис. 2А) фокус связей среди невербальных задач приходится на субтесты 8, 9 и 10 («Последовательные картинки», «Кубики Кооса» и «Сложение фигур») в психофизиологической структуры которых, ведущими являются произвольное (зрительное) внимание и произвольная организация и регуляция деятельности, зрительно-пространственное восприятие и пространственный анализ и синтез, наглядно-образное и вербально-логическое мышление.

В группе детей с признаками СДВГ (рис. 2Б) субтесты 8, 9 и 10 («Последовательные картинки», «Кубики Кооса» и «Сложение фигур») также выступают на первый план, а их успешное выполнение, зависит от сформированности таких психофизиологических функций, как произвольное (зрительное) внимание и произвольная организация и регуляция деятельности, зрительно-пространственное восприятие и пространственный анализ и синтез, наглядно-образное и вербально-логическое мышление.

Таким образом, для успешного решения перцептивных задач необходима психофизиологическая зрелость структурных компонентов организации деятельности и процессов, обеспечивающих произвольность саморегуляции.

На рисунке 3 (А и Б) представлена структура взаимосвязей между вербальными и невербальными компонентами интеллекта у детей 6–7 лет с признаками СДВГ и детей контрольной группы (без признаков СДВГ).

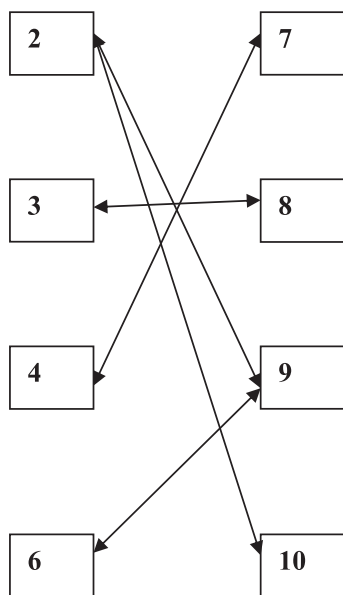
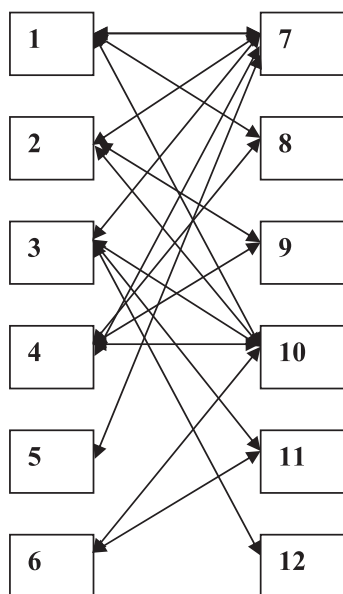
Как видно из рисунка 3 (А), у детей контрольной группы, четыре вербальных субтеста – 1, 2, 3 и 4 («Осведомленность», «Понятливость», «Арифметика» и «Сходство») – наиболее тесно коррелируют с невербальными субтестами 7, 8, 9 и 10 («Недостающие детали», «Последовательные картинки», «Кубики Кооса» и «Сложение фигур»), при этом фокус связей приходится на субтесты 3, 4, 7 и 10 («Арифметика», «Сходство», «Недостающие детали» и «Сложение фигур»). Вербальный субтест 5 («Словарь») коррелирует с невербальным субтестом 7 («Недостающие детали»), а субтест 6 («Повторение цифр») с субтестами 10 и 11 («Сложение фигур» и «Кодирование»).

Взаимосвязь этих вербальных и невербальных субтестов определяется общими психофизиологическими компонентами лежащими внутри этих субтестов, так как развитие импрессивной речи, понимание логико-грамматических конструкций и временных отношений, определяют успешное выполнение заданий субтестов 7 и 8 («Недостающие детали» и «Последовательные картинки»), а обобщенное представление о пространстве необходимо для вербально-мнестической деятельности и формирования понятия числа – субтесты 3 и 6 («Арифметика» и «Повторение цифр»).

Различные качества внимания, входящие в состав и объединяющие субтесты 6, 10 и 11 («Повторение цифр», «Сложение фигур» и «Кодирование»), объясняет их корреляционное взаимодействие.

Можно предположить, что тесное взаимодействие вербальных и невербальных структур интеллекта у детей контрольной группы, связано с сформированностью





*Рис. 3 (А, Б). Взаимодействие между вербальной и невербальной структурами интеллекта у детей 6–7 лет контрольной группы (А) и с признаками СДВГ (Б)*

регулирующей функции речи. В то же время, изучение процесса становления регулирующей роли речи показало, что правильное понимание и воспроизведение вербальной инструкции необходимо сопровождать организацией ориентировки в материале, с которым предстоит действовать ребенку. Речь становится регулятором действия не сама по себе, а только во взаимодействии с практическим действием [1; 10].

Данные настоящего исследования согласуются с полученными нами результатами при анализе структуры интеллекта у детей 6–7 лет с разной успешностью обучения [9].

У детей с признаками СДВГ (рис. 3Б) корреляционное взаимодействие между вербальной и невербальной структурами интеллекта существенно ниже по структуре и количеству значимых коэффициентов корреляции. Так вербальные субтесты 2 и 4 («Понятливость» и «Сходство»), в психофизиологической структуре которых эмоциональная зрелость и регулирующая функция речи коррелируют с невербальными субтестами 7, 9 и 10 («Недостающие детали», «Кубики Кооса» и «Сложение фигур»). Успешное решение перцептивных задач входящих в состав этих невербальных субтестов зависит от сформированности таких психофизиологических функций как произвольное внимание и произвольная регуляция и организация деятельности, зрительно-пространственное восприятие и регулирующая функция внутренней речи. Вербальные субтесты 3 и 6 («Арифметика» и «Повторение цифр») коррелируют с невербальными субтестами 8 и 9 («Последовательные картинки» и «Кубики Кооса»). Взаимосвязь этих компонентов интеллекта объясняется через вербально-мнестическую деятельность и схематическое представление о пространстве (операции пространственного анализа и синтеза).

Таким образом, анализ корреляционного взаимодействия между вербальной и невербальной структурами интеллекта показал, что для детей контрольной группы характерен высокий уровень сформированности вербально-логического мышления и зрительно-пространственного восприятия, сформированность структурных компонентов организации деятельности и процессов, обеспечивающих произвольность саморегуляции, а для детей с признаками СДВГ- преобладание наглядно-образного мышления над вербально-логическим и недостаточный уровень развития произвольного внимания и произвольной организации и регуляции деятельности.

## **ВЫВОДЫ**

1. Результаты исследования показали, что психофизиологическая структура интеллекта детей контрольной группы 6–7 лет характеризуется высоким уровнем сформированности и тесным взаимодействием вербального и невербального компонентов.

2. Психофизиологическая структура интеллекта детей 6–7 лет с СДВГ характеризуется более низким уровнем взаимосвязей вербального и невербального компонентов и недостаточным уровнем сформированности зрительно-пространственного восприятия и произвольной организации и регуляции деятельности.

3. Достоверные различия, выявленные между интегральными показателями ВИП и НИП также свидетельствуют, о дефиците организации внимания и произвольной регуляции деятельности и сохранности операциональной структуры разных видов деятельности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксарина Н.М. Воспитание детей раннего возраста. М.: Просвещение, 1975.—222 с.
2. Безруких М.М., Ефимова С.П., Круглов Б.С. Почему учиться трудно. М.: Семья и школа, 1995.— 202 с.
3. Безруких М.М., Фарбер Д.А. Физиология развития ребенка. М., 2000.— 312 с.
4. Безруких М.М. Логинова Е.С. Возрастная динамика и особенности формирования психофизиологической структуры интеллекта у учащихся начальной школы с разной успешностью обучения // Физиология человека.— 2006 г.— т.32., № 1.— С.15—25.
5. Глезерман Т.Б. Мозговые дисфункции у детей. Нейропсихологические аспекты. М.: Наука, 1983.—231 с.
6. Зырянова Н.М. Использование теста Векслера при исследовании структуры интеллекта старших дошкольников// Новые исследования в психологии — М., 1989.—№ 6.—С. 32—36.
7. Кинтанар Л. Анализ зрительно-пространственной деятельности у детей дошкольного возраста с синдромом нарушения внимания / Л. Кинтанар, Ю. Соловьева, Р. Бонилла// Физиология человека.—2006.—Т.32, № 1.— С.45—50.
8. Конопкин О.А. Психологические механизмы саморегуляции деятельности. М.: Наука, 1980.
9. Логинова Е.С. Психофизиологическая структура вербального и невербального интеллекта детей 6—7 и 9—10 лет с разной успешностью обучения.— Автореф. канд. дисс.—М., 2003.—18 с.
10. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека и их нарушение при локальных поражениях мозга. М.: Изд-во МГУ, 1969.—504 с.
11. Марютина Т.М. Особенности интеллекта школьников с различным уровнем развития свойств внимания// Новые исследования в психологии—М.— № 2 (37).—1987.—С. 28—33.
12. Панасюк А.Ю. Адаптированный вариант методики Д. Векслера. М., 1973.— 31 с.
13. Панасюк А.Ю. Структурно-уровневый анализ динамики интеллектуального развития умственноотсталых и здоровых детей.— Автореф. канд. дис.— Л., 1976.—18 с.
14. Симерницкая Э.Г. Доминантность полушарий. М., Изд-во МГУ, 1978.— 93 с.
15. S. Goldstein, Ph.D. Intelligence and ADHD. This a SamGoldstein. com Monthly Article – November, 2001.
16. Njiokiktjien, Ch. Attention and the right hemisphere/ Ch.Njiokiktjien, C.A.Verschoor// J Human Physiol. — 1998. — V. 24, N2. — P.16—22.

17. O' Regan F., Hill P., Barton J., Harpin V., Gemmell J. et al. ADHD: Paying enough attention? [www.addiss.co.uk](http://www.addiss.co.uk).

18. Pennington, B.F. Executive functions and developmental psychopathology/ B.F. Pennington, S. Ozonoff// J Child Psychol Psychiatry. – 1996. – V.37, N1. – P.51–87.

19. Posner, M.I. The attention system of the human brain/ M.I. Posner, S.E. Petersen// Annu Rev Neurosci. – 1990. – N13. – P.25–42.

20. Westby C. Perspectives on attention deficit hyperactivity disorder: executive functions, working memory, and language disabilities. C. Watson, S. Watson// Semin Speech Lang. – 2004. – V.25, № 3. – P. 241–254.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ, проект № 06-06-00346a*

# ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ДЕТЕЙ 5–6 ЛЕТ С ПРИЗНАКАМИ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ И ГИПЕРАКТИВНОСТИ

О.А.Семенова<sup>1</sup>, Д.А.Кошельков<sup>2</sup>  
Институт возрастной физиологии РАО, Москва

*Исследовалось состояние функций произвольной регуляции деятельности (управляющих функций) у детей 5–6 лет с признаками дефицита внимания и гиперактивности (ДВГ) по сравнению с детьми того же возраста, не имеющими дефицита внимания и нарушений поведения. Были обнаружены особенности управляющих функций у детей с признаками ДВГ. Дети этой группы испытывали существенные трудности при программировании произвольных действий: хуже усваивали инструкции и алгоритмы действий, были менее последовательны при выработке стратегии деятельности. Также для них были характерны особенности избирательной регуляции произвольных действий: повышенная импульсивность, трудности переключения с одного элемента действия на другой (персеверации), неустойчивость усвоенной программы под воздействием побочных влияний. Состояние некоторых компонентов управляющих функций, таких как возможности переключения с одной программы деятельности на другую, возможности опосредования действий и возможности контроля за протеканием собственных действий, не отличалось у детей основной и контрольной группы, что обусловлено их возрастной незрелостью у всех детей 5–6 лет.*

**Ключевые слова:** дети 5–6 лет, дефицит внимания с гиперактивностью (ДВГ), нейропсихология, функции программирования, регуляции и контроля деятельности (управляющие функции).

*The state of executive functions (EF) in 5–6 years old children with signs of attention deficit and hyperactivity (ADH) was investigated. It was found that children with ADH-signs were different from controls. There were some signs of ADH-children EF-immaturity. They have pronounced difficulties in programming of their actions: the impairment in instruction understanding and algorithms acquisition, problems with planning of sequences of actions. Also they are characterised by increased impulsiveness, deficit in switching between program elements (perseverations), lack of stability of learned algorithm. No ADH vs. controls differences were found in some components of EF: the abilities in switching programs, mediation and control of actions were comparable in the two groups.*

**Key words:** children, ADHD, control of action.

Управляющие функции (УФ) или функции программирования, регуляции и контроля деятельности [6] лежат в основе усвоения знаний в процессе систематического обучения. Их несформированность у детей младшего школьного возраста в большинстве случаев приводит к трудностям обучения [3, 7, 15, 12, 8]. Своевре-

---

Контакты: <sup>1</sup> О.А.Семенова, ст.научн.сотр., E-mail: semenova\_neuro@yahoo.com

<sup>2</sup> Д.А.Кошельков, мл. научн. сотр., E-mail: Koshelkovda@gmail.com

менная диагностика и адресная коррекция дефицита УФ уже в дошкольном возрасте могут служить профилактике школьных трудностей.

Наиболее существенные перестройки в состоянии управляющих функций происходят при переходе от 6–7 к 7–8 годам [14]. Это значит, что у большинства детей 5–6 лет процессы программирования, регуляции и контроля деятельности являются еще недостаточно зрелыми.

Вместе с тем, одни дети в этом возрасте хорошо адаптируются к занятиям и новому социальному окружению в детском саду или подготовительных классах школы, а другие демонстрируют неусидчивость, гиперактивность, невнимательность, проблемы в общении со сверстниками и взрослыми. Эти особенности поведения и познавательных процессов описываются в медицинской, нейрофизиологической и психологической специальной литературе чаще всего как синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ).

По мнению Р. Баркли [20, 21] первичным дефектом в синдроме дефицита внимания с гиперактивностью являются нарушения поведения по правилам, которые включают дефицит таких функций, как распределение и поддержание внимания, рабочая память, планирование, подавление неадекватных реакций, подвижность установок. Согласно другим теориям, в основе СДВГ, помимо недостаточности управляющих механизмов внимания, может лежать низкий уровень мотивации [35, 34] или же дефицит энергетических ресурсов [32, 31]. Таким образом, синдром дефицита внимания с гиперактивностью можно рассматривать как отклонения в поведении, выражающиеся преимущественно в нарушениях регуляции деятельности и различных компонентов внимания [4].

Симптомы СДВГ возникают у ребенка достаточно рано (в первые 5 лет жизни), проявляются независимо от ситуации (в детском саду, школе, дома и т.д.) и характеризуются постоянством во времени [36]. С возрастом проявления гиперактивного поведения могут сокращаться в то время как невнимательность может сохраняться на протяжении всей жизни и становиться причиной трудностей адаптации к обучению и трудовой деятельности.

Современные исследования демонстрируют многофакторную природу СДВГ, которая включает: — изменения в функционировании основных нейромедиаторных систем мозга — норадренергической, дофаминергической и серотонинергической [13]; — особенности строения лобных отделов коры, базальных ганглиев и мозжечка [25, 26, 28, 22, 24]; — снижение уровня активности лобных долей мозга, в особенности в правой полушарии в ситуациях, требующих избирательного реагирования на значимую информацию [27, 29, 30, 33, 37].

ЭЭГ анализ функционального состояния мозга у детей 7–8 лет [10, 9] позволил обнаружить, что при СДВГ преобладают два типа отклонений в функциональном созревании регуляторных систем мозга — незрелость (дефицит) системы неспецифической активации (ДНА) и незрелость фронто-таламической регуляторной системы (НФТС), причем выраженные трудности обучения и произвольной регуляции деятельности отмечаются лишь во втором случае [8, 16].

Представленные выше данные позволяют предположить, что за синдромом дефицита внимания с гиперактивностью лежат особенности морфо-функцио-

нального развития регуляторных систем мозга, преимущественно лобных долей и их связей с другими структурами. Следовательно, уже в возрасте 5–6 лет у детей с признаками дефицита внимания и гиперактивности могут отмечаться специфические трудности произвольной регуляции деятельности и внимания, выходящие за рамки возрастной физиологической незрелости. Задача настоящей работы состояла в выявлении на основе нейропсихологического анализа особенностей управляющих функций мозга у детей с признаками ДВГ 5–6 лет.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 38 детей в возрасте от 5 лет 1 мес. до 6 лет 11 мес., (средний возраст – 5 лет 11 мес.), из них 17 девочек и 21 мальчик. Все дети обучались в дошкольных общеобразовательных учреждениях г. Москвы и не имели выраженных неврологических и/или психических отклонений развития.

С целью выявления детей с отчетливыми признаками дефицита внимания и гиперактивного поведения (ДВГ) использовался опросник, составленный на основе DSM-IV (см. табл. 1) [23]. Опросник содержал 18 утверждений, являющихся прямым переводом критериев СДВГ, предложенных в данном руководстве. Родителей и воспитателей просили отметить, наблюдается ли у ребенка постоянно и не менее чем последние 6 месяцев (ответ «да») та или иная особенность, отраженная в утверждении. Утверждения в опроснике разделены на два блока. Первые 9 утверждений характеризуют различные проявления дефицита внимания, вторые – импульсивного и гиперактивного поведения. При наличии хотя бы 6 положительных ответов в любом из блоков опросника, ребенка можно отнести к детям с выраженными признаками ДВГ.

По результатам анкетирования нами была сформирована основная группа, в которую вошли 15 детей с выраженными признаками ДВГ. В контрольную группу были отобраны 23 ребенка, не имевшие выраженных признаков ДВГ, трудностей усвоения знаний и навыков, каких-либо отклонений в поведении и, по данным ЭЭГ-исследования, признаков отклоняющейся биоэлектрической активности мозга.

С целью оценки состояния функций программирования, регуляции и контроля деятельности у детей была использована методика покомпонентного анализа, разработанная ранее [17].

Анализировались 8 компонентов управляющих функций, разделенных на 3 основные группы: 1. *Компоненты, связанные с программированием произвольных действий*: I – возможность усвоения заданной программы деятельности; II – возможность выработки собственной стратегии деятельности. 2. *Компоненты, связанные с избирательной регуляцией произвольных действий*: III – возможность избирательного реагирования на существенные для решения задачи стимулы за счет торможения непосредственных реакций; IV – возможность переключения с одного элемента программы на другой; V – возможность переключения с программы на программу; VI – возможность устойчивого следования усвоенной серийной программе; VII – возможность опосредования собственных действий. 3. *Компоненты, связанные с контролем за осуществлением*

*произвольных действий*: VIII – возможность контроля за протеканием собственной деятельности.

Таблица 1

*Опросник DSM-IV для выявления детей с признаками дефицита внимания и гиперактивности*

Инструкция: ответьте, пожалуйста, появились ли у ребенка следующие особенности, наблюдались ли они более 6-ти месяцев:

|  |    |     |
|--|----|-----|
| Часто не способен удерживать внимание на деталях: из-за небрежности, легкомыслия допускает ошибки в школьных заданиях, выполняемой работе и других деталях   | да | нет |
| Обычно с трудом сохраняет внимание при выполнении заданий во время игр   | да | нет |
| Часто складывается впечатление о том, что ребенок не слушает обращенную к нему речь.   | да | нет |
| Часто оказывается не в состоянии придерживаться предлагаемой инструкции и справиться до конца с выполнением уроков, домашней работы или обязанностей на рабочем месте (что никак не связано с негативным или вызывающим поведением, неспособностью понять задание) | да | нет |
| Часто испытывает сложности в организации самостоятельного выполнения заданий и других видов деятельности   | да | нет |
| Обычно избегает, выказывает недовольство и сопротивляется вовлечению в выполнение задания, которое требует длительного сохранения умственного напряжения (например, при выполнении школьных заданий, домашней работы)  | да | нет |
| Часто теряет вещи, необходимые в школе и дома (например, игрушки, школьные принадлежности, карандаши, книги, рабочие инструменты)  | да | нет |
| Легко отвлекается на посторонние стимулы   | да | нет |
| Часто проявляет забывчивость в повседневных ситуациях  | да | нет |
| Часто наблюдаются беспокойные движения в кистях и стопах, сидя на стуле, крутятся и вертятся   | да | нет |
| Часто встает со своего места в классе во время уроков или в других ситуациях, когда нужно оставаться на месте  | да | нет |
| Часто проявляет бесцельную двигательную активность: бегают, крутятся, пытается куда-то залезть, причем в таких ситуациях, когда это неприемлемо (у подростков это может ограничиваться субъективным ощущением беспокойства)  | да | нет |



|  |    |     |
|--|----|-----|
| Обычно не может тихо играть или заниматься чем-то на досуге                                  | да | нет |
| Часто находится в постоянном движении и ведет себя так, как будто «к нему прикрепили мотор». | да | нет |
| Часто бывает болтлив   | да | нет |
| Часто отвечает на вопросы не задумываясь, не выслушав их до конца                            | да | нет |
| Обычно с трудом дожидается своей очереди в различных ситуациях                               | да | нет |
| Часто мешает другим, пристает к окружающим (например, вмешивается в разговор)                | да | нет |

Различные компоненты произвольной регуляции деятельности оценивались по результатам выполнения следующих нейропсихологических тестов:

- Реакция выбора (конфликтная проба) [1];
- Исследование динамического праксиса [1];
- Графическая проба [1];
- Копирование сложной фигуры Тейлора [19];
- Пересказ рассказа Л.Н.Толстого «Галка и голуби» [2];
- Исследование зрительного гнозиса [11];
- Проба на запоминание пяти слов [18];
- Проба на зрительное запоминание пяти трудно вербализуемых фигур [11].

В 8 пробах были выделены 24 параметра (типов ошибок), которые можно было оценить как проявление дефицита этих компонентов. Для первичной количественной оценки состояния каждого параметра у каждого испытуемого использовались такие показатели как число ошибок определенного типа, допущенных испытуемым, и наличие или отсутствие определенной особенности, если она не может быть оценена в ином виде.

Для того чтобы группируемые параметры сделать сопоставимыми друг с другом, было необходимо провести вторичную обработку данных и перевести их в относительный вид. С этой целью мы использовали результаты выполнения тестов детьми контрольной группы. Первичные оценки этих испытуемых отдельно по каждому из 24 параметров усреднялись (определялось среднее значение  $M$ ). Затем вычислялось стандартное отклонение ( $\sigma$ ). Оценкам, попадавшим в промежуток от 0 до  $M+\sigma$ , присваивалось значение 0 (отсутствие дефицита). Оценкам, превышающим значение  $M+\sigma$ , присваивалось значение 1 (наличие дефицита).

Для статистической оценки полученных результатов использовался точный критерий Фишера для таблиц сопряженных признаков  $2 \times 2$  (Chi-square test). Оценка осуществлялась с помощью пакета стандартных программ «SPSS 10.5» для Windows 98.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам проведенного обследования нами был выявлен ряд особенностей состояния функций произвольной регуляции деятельности у детей 5–6 лет с признаками ДВГ по сравнению с контрольной группой.

Было обнаружено, что дети с признаками СДВГ хуже справляются с заданиями, требующими *программирования действий*. Они с затруднениями усваивают *инструкции к заданиям* и предъявленные им *алгоритмы действий* (рис. 1, табл.2).

Таблица 2

*Значимость различий между основной и контрольной группами в представленности детей с выраженными трудностями усвоения программ деятельности*

| Анализируемые параметры  | $\chi^2$ | p              |
|--|----------|----------------|
| Трудности усвоения программы при запоминании 5 слов                                      | 3,668    | <b>0,055</b>   |
| Трудности усвоения инструкции в конфликтной пробе  | 1,834    | 0,176          |
| Трудности усвоения программы при копировании фигуры Тейлора                              | 2,094    | 0,148          |
| Трудности усвоения программы при выполнении пробы на исследование динамического праксиса | 3,312    | <b>0,069</b>   |
| Трудности усвоения инструкции в графической пробе  | 7,718    | <b>0,005**</b> |
| Трудности усвоения программы при запоминании 5 трудно вербализируемых фигур              | 0,952    | 0,329          |

**Примечания:** Жирным шрифтом выделены значимые и близкие к значимым различия.

\* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$

Так, например, при выполнении графической пробы, ребенку предлагают продолжить рисовать простую графическую последовательность, состоящую из двух чередующихся элементов, не отрывая ручку от бумаги. Дети, начиная с 5 летнего возраста, легко усваивают эту инструкцию и стараются соблюдать как заданное чередование, так и требование безотрывности рисования (рис. 2).

Ребенок с признаками ДВГ может не усвоить какую-либо из составляющих инструкции. Так, на рис. 3 представлен вариант последовательности, выполненной ребенком, не усвоившим условие безотрывности рисования (рис. 3).



*Рис.1. Представленность в основной и контрольной группах детей с выраженными трудностями усвоения программ деятельности*

**Условные обозначения:**

УП1 – трудности усвоения программы при запоминании 5 слов;

УП2 – трудности усвоения инструкции в пробе «реакция выбора»;

УП3 – трудности усвоения программы при копировании фигуры Тейлора;

УП4 – трудности усвоения программы динамического праксиса;

УП5 – трудности усвоения инструкции в графической пробе;

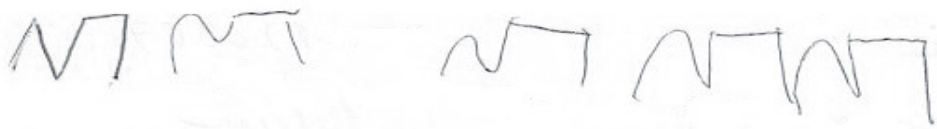
УП6 – трудности усвоения программы при запоминании 5 трудно вербализируемых фигур



*Рис.2. Выполнение графической пробы ребенком П.Н., 5 лет, «контрольная» группа*

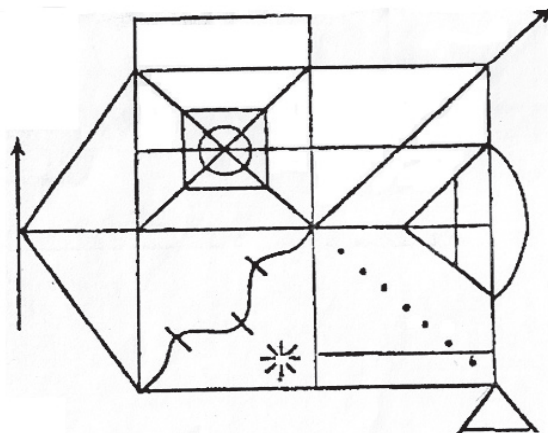
Дети с признаками ДВГ испытывают трудности и в других заданиях, требующих усвоения заданной программы. Так, им трудно без помощи взрослого усвоить последовательность движений, так как они не усваивают принцип серийной организации, а также правильное число движений в каждой серии. При меха-

ническом запоминании словесных или зрительно-пространственных стимулов они добавляют к образцу лишние элементы, не связанные с эталонными ни по звучанию, ни по значению, ни по внешнему виду, что свидетельствует об трудностях опоры на структуру стимульного материала. Им бывает трудно усвоить и затем правильно повторить даже относительно элементарные инструкции к заданиям, таким как, например, конфликтная проба («Если я постучу один раз, ты постучи два раза, а если я постучу два раза, ты постучи один раз»).



*Рис.3. Несоблюдение безотрывности рисования при выполнении графической пробы ребенком З.И., 5 лет, «основная» группа*

В некоторых заданиях известен только конечный результат, к которому нужно стремиться, но не понятно, как именно можно его достичь. Тогда ребенку предстоит выработать собственную стратегию деятельности, решить с чего начать, какие действия совершить, в какой последовательности и т.д. Дети с признаками ДВГ хуже своих сверстников справляются с такими ситуациями. Так, при копировании сложной, плохо вербализуемой фигуры, например, фигуры Тэйлора (рис. 4), для достижения успешного результата эффективнее начинать с основной структуры фигуры, а потом заполнять ее деталями.



*Рис.4. Фигура Тэйлора*

Для 5-летнего ребенка эта задача представляет определенную трудность. Но, при всем при том, можно проследить ход его действий. В 6 лет дети, не имеющие отклонений в обучении и поведении, справляются с задачей и осуществляют последовательное копирование (рис. 5).

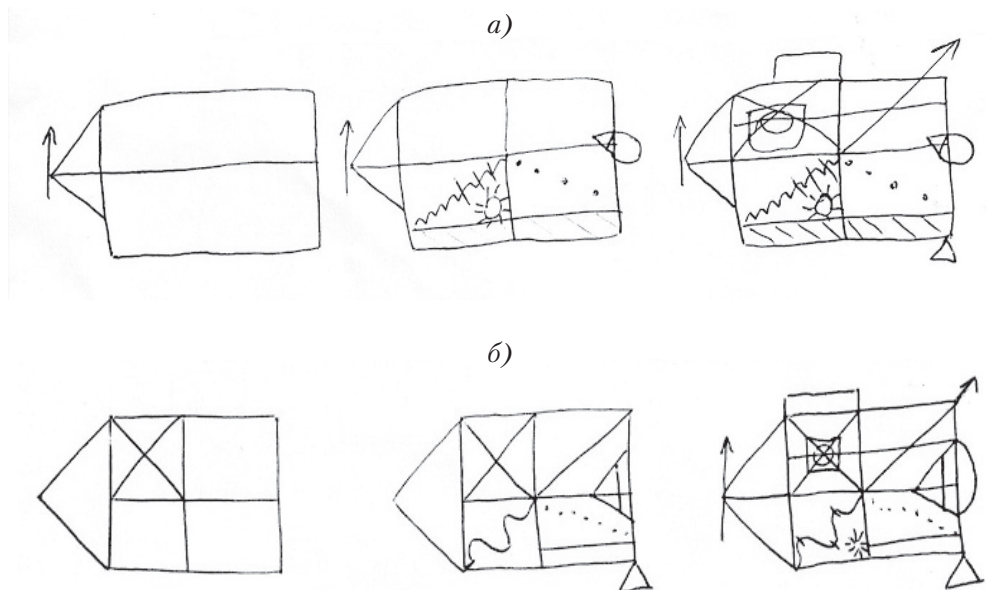
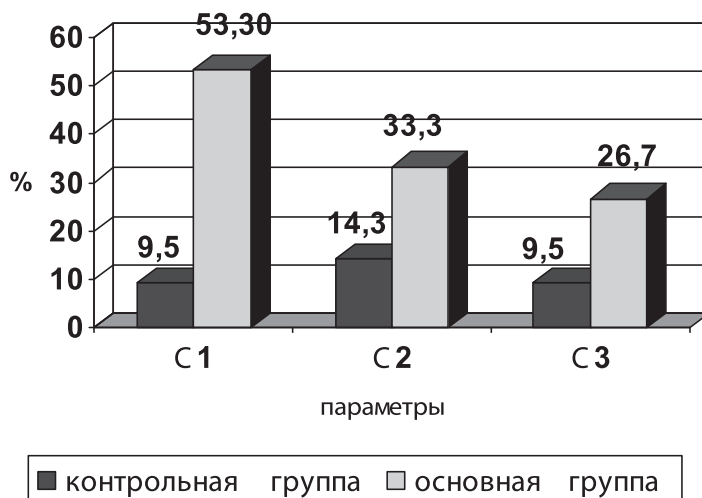


Рис.5. Стратегия копирования фигуры Тэйлора детьми «контрольной» группы 5 (а) и 6 (б) лет

У детей 5–6 лет с признаками ДВГ возможности выработки стратегии деятельности снижены по сравнению с возрастной нормой (рис.6, табл.3). Отсутствие последовательного разглядывания и анализа приводит к тому, что ребенок хаотично перемещается от одной детали к другой без какого-либо видимого принципа. Так, при копировании фигуры Тэйлора ребенком 5–6 лет с признаками ДВГ, план действий не прослеживается (рис. 7). Похожая тенденция отмечается и в речевой деятельности: при пересказе текста дети с признаками ДВГ часто пропускают существенные элементы повествования, не уделяя внимание соответствующим причинно следственным связям. В пользу того, что это не связано с трудностями запоминания, свидетельствует легкое восстановление подобных пропусков с помощью наводящих вопросов.

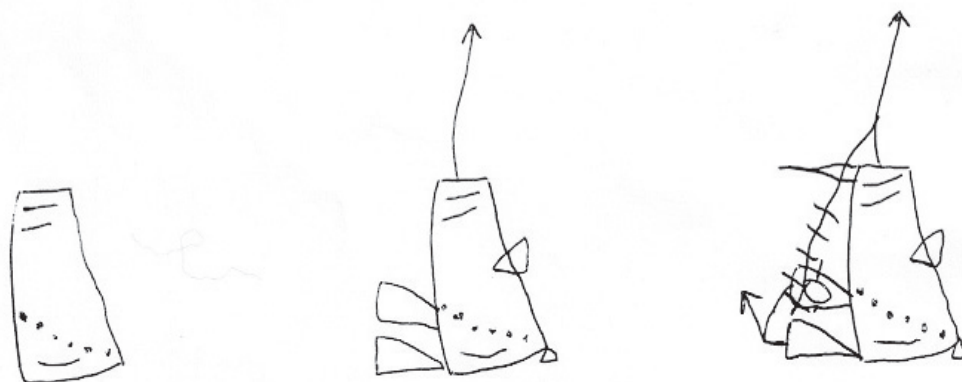
У детей 5–6 лет с признаками ДВГ имеется ряд особенностей **избирательной регуляции произвольных действий**. Дети основной группы, в отличие от детей контрольной группы, существенно чаще демонстрируют выраженную *импульсивность*, которая проявляется в виде множественных эхо-реакций (уподобления



*Рис.6. Представленность в основной и контрольной группах детей с выраженными трудностями выработки собственной стратегии деятельности*

**Примечания:**

- C1 – трудности создания стратегии деятельности при копировании фигуры Тейлора;
- C2 – трудности создания стратегии деятельности при рассматривании реалистичных изображений;
- C3 – трудности создания стратегии при пересказе рассказа



*Рис. 7. Хаотичная стратегия копирования фигуры Тэйлора ребенком «основной» группы 5 лет*

движений стимулам, вопреки инструкции) при выполнении конфликтной пробы ( $\chi^2=3,916$ ,  $p=0,048$ ). Так, вместо двух раз, в ответ на один удар они стучат один раз, а, вместо одного раза, в ответ на два удара они стучат два раза. Эти ошибки возникают на этапе, когда нет сомнений в правильности усвоения ребенком инструкции.

Таблица 3

*Значимость различий между основной и контрольной группами в представленности детей с выраженными трудностями выработки собственной стратегии деятельности*

| Анализируемые параметры   | $\chi^2$ | p              |
|---|----------|----------------|
| Трудности создания стратегии деятельности при копировании фигуры Тейлора              | 8,604    | <b>0,003**</b> |
| Трудности создания стратегии деятельности при рассматривании реалистичных изображений | 3,163    | <b>0,075</b>   |
| Трудности создания стратегии при пересказе рассказа                                   | 1,834    | 0,176          |

**Примечания:** Жирным шрифтом выделены значимые и близкие к значимым различия.

\* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$

Возможность переключения с одного элемента программы на другой чаще страдала у детей из основной группы (рис.8, табл.4). Так, например, при выполнении графической пробы дети основной группы чаще не могли переключиться с одного графического элемента на другой, что проявлялось в персеверациях элементов (рис.9). При выполнении конфликтной пробы у детей основной группы чаще возникали двигательные персеверации: они не могли затормозить начавшееся движение и, вместо двух ударов, совершали три и более.

У детей с признаками ДВГ усвоенная программа деятельности оказывается не достаточно устойчивой, подверженной побочным влияниям. При выполнении заданий, требующих многократной актуализации одного и того же алгоритма, таких как конфликтная проба, дети основной группы чаще допускали ошибки после того, как программа деятельности была уже ими усвоена ( $\chi^2=5,246$ ,  $p=0,022$ ). В то же время, анализ выполнения пробы на исследование динамического праксиса показал, что дети обеих групп в равной степени сталкивались с трудностями при попытке следовать этой программе ( $\chi^2=0,742$ ,  $p=0,389$ ). Серийная программа пробы на исследование динамического праксиса содержит большее число элементов, чем программа конфликтной пробы, что видимо, делает ее более сложной для детей 5–6 лет.

По остальным параметрам избирательной регуляции, таким как возможности переключения с одной программы деятельности на другую и возможности опосре-

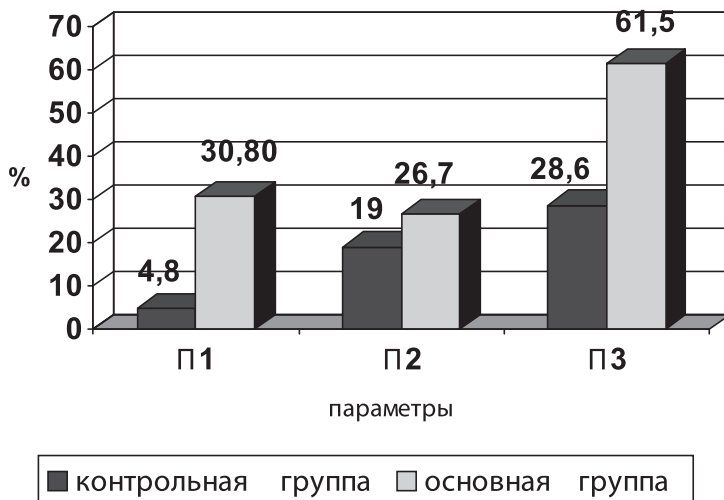


Рис.8. Представленность в основной и контрольной группах детей с выраженными трудностями переключения с одного элемента программы деятельности на другой

**Обозначения:**

П1 — perseverации в пробе «реакция выбора»;

П2 — горизонтальные повторы ошибок при запоминании 5 слов;

П3 — perseverации в графической пробе



Рис.9. Переход к инертному (персевераторному) повторению одного из элементов программы при воспроизведении графической последовательности Я. Я., 5 лет, 5 мес., «основная» группа

дования собственных действий достоверных различий получено не было (табл. 5, 6). У детей обеих групп отмечалась тенденция к быстрой стереотипизации усвоенного способа действий, которая выражалась в инертном воспроизведении предыдущего способа вместо того, который требовался по инструкции, а также в повторении одних и тех же ошибок от раза к разу, которое нельзя было объяснить иными причинами,



кроме инертности возникшего стереотипа. Также для детей 5–6 лет было не характерным самостоятельное использование каких-либо дополнительных средств саморегуляции, таких как речевое опосредование собственных действий. Данные, полученные при исследовании возрастной динамики управляющих функций [14], свидетельствуют о том, что значимые изменения возможностей переключения с одного способа действий на другой и возможностей опосредования собственных действий происходят к 7–8 годам, что говорит о незрелости этих процессов у детей дошкольного возраста.

Таблица 4

*Значимость различий между основной и контрольной группами в представленности детей с выраженными трудностями переключения с одного элемента программы деятельности на другой*

| Анализируемые параметры                              | $\chi^2$ | Р             |
|--|----------|---------------|
| Персеверации в пробе «реакция выбора»                | 4,306    | <b>0,038*</b> |
| Горизонтальные повторы ошибок при запоминании 5 слов | 0,291    | 0,590         |
| Персеверации в графической пробе                     | 3,619    | <b>0,057</b>  |

**Примечания:** Жирным шрифтом выделены значимые и близкие к значимым различия.

\* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$

Таблица 5

*Значимость различий между основной и контрольной группами в представленности детей с выраженными трудностями переключения с одной программы деятельности на другую*

| Анализируемые параметры  | $\chi^2$ | Р     |
|--|----------|-------|
| Повторы ошибок от воспроизведения к воспроизведению при запоминании 5 слов               | 0,543    | 0,461 |
| Трудности переключения с одной последовательности стимулов на другую в конфликтной пробе | 2,552    | 0,110 |
| Повторы ошибок от воспроизведения к воспроизведению при запоминании 5 фигур              | 0,110    | 0,625 |

**Примечания:** Жирным шрифтом выделены значимые и близкие к значимым различия.

\* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$

Таблица 6

*Значимость различий между основной и контрольной группами в представленности детей, самостоятельно использующих опосредование действий*

| <b>Анализируемые параметры</b>  | <b><math>\chi^2</math></b> | <b>p</b> |
|---|----------------------------|----------|
| Использование опосредования при выполнении пробы на исследование динамического праксиса | 0,791                      | 0,374    |
| Использование опосредования при выполнении графической пробы                            | 1,098                      | 0,295    |

**Примечания:** Жирным шрифтом выделены значимые и близкие к значимым различия.

\* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$

Нами также не было получено значимых различий между детьми основной и контрольной группы по уровню сформированности *контроля за выполнением собственных действий* (табл.7). Дети обеих групп были склонны не замечать и не исправлять допущенные ошибки без помощи взрослого. В предыдущих исследованиях [14] было показано, что существенное улучшение возможностей контроля отмечается у детей, не испытывающих трудностей адаптации, к 7–8 годам.

Таблица 7

*Значимость различий между основной и контрольной группами в представленности детей с выраженными трудностями контроля за протеканием собственной деятельности*

| <b>Анализируемые параметры</b>   | <b><math>\chi^2</math></b> | <b>p</b> |
|--|----------------------------|----------|
| Трудности контроля в конфликтной пробе   | 1,949                      | 0,163    |
| Трудности контроля при копировании фигуры Тейлора                              | 2,567                      | 0,109    |
| Трудности контроля при выполнении пробы на исследование динамического праксиса | 1,819                      | 0,177    |
| Трудности контроля в графической пробе   | 2,307                      | 0,129    |

**Примечания:** Жирным шрифтом выделены значимые и близкие к значимым различия.

\* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$

Таким образом, исследование особенностей управляющих функций мозга у детей 5–6 лет выявило дефицит ряда компонентов программирования, регуляции и контроля деятельности у детей с признаками ДВГ по сравнению с детьми контрольной группы. Это подтверждает описанный в других работах факт недостаточной сформированности управляющих функций у детей с признаками ДВГ [20, 38]. Исходя из полученных в нашем исследовании результатов, отставание в развитии произвольной избирательной регуляции деятельности при СДВГ можно наблюдать уже в возрасте 5–6 лет.

Согласно закону гетерохронии развития [5] различные психические функции в норме созревают в разные сроки. Отклоняющееся развитие сопряжено, в частности, с изменением нормальных временных характеристик их формирования (асинхрония развития). Своевременное формирование процессов произвольной регуляции деятельности во многом связано с уровнем развития префронтальной коры головного мозга и так называемой фронто-таламической системы, которая участвует в избирательной модуляции активности корковых областей [16]. Эта же система оказывается незрелой у детей с признаками ДВГ младшего школьного возраста [9].

Согласно полученным нами данным, не все компоненты управляющих функций у детей 5–6 лет с признаками ДВГ страдают равным образом. Так, возможности переключения с одной программы на другую, опосредования собственных действий и контроля за их протеканием у детей обеих групп не имеют существенных отличий. Можно предположить, что «избирательность» нарушений УФ при СДВГ также связана с гетерохронией развития этих функций: отсутствие отличий по ряду компонентов обусловлено их физиологической незрелостью, характерной для всех детей 5–6 лет, независимо от наличия у них признаков ДВГ.

Данное исследование показывает, что уже в дошкольном возрасте можно выделить детей с риском развития трудностей обучения, связанных с дефицитом функций произвольной регуляции деятельности. Выявленная структура дефицита позволяет выделить те компоненты управляющих функций, которые должны стать мишенью для развивающих и коррекционных воздействий в тех случаях, когда у ребенка 5–6 лет отмечаются признаки дефицита внимания и гиперактивности.

## **ВЫВОДЫ**

1. У детей 5–6 лет с признаками дефицита внимания и гиперактивности (ДВГ) выявляются особенности развития функций произвольной регуляции деятельности.
2. Дети 5–6 лет с признаками ДВГ испытывают существенные трудности при программировании произвольных действий: хуже усваивают инструкции и алгоритмы действий, менее последовательны при выработке стратегии деятельности.
3. Для детей 5–6 лет с признаками ДВГ характерны особенности избирательной регуляции произвольных действий: повышенная импульсивность, трудности переключения с одного элемента действия на другой (персеверации), неустойчивость усвоенной программы под воздействием побочных влияний.

4. По состоянию некоторых компонентов произвольной регуляции деятельности дети 5–6 лет с признаками ДВГ не отличаются от детей контрольной группы. К таким компонентам относятся возможности переключения с одной программы деятельности на другую, возможности опосредования действий и возможности контроля за протеканием собственных действий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахутина Т.В., Игнатъева С.Ю., Максименко М.Ю., Полонская Н.Н., Пылаева Н.М., Яблокова Л.В. Методы нейропсихологического обследования детей 6–8 лет // Вестн. Моск. Ун-та., Серия 14, Психология. – 1996. – № 2. – С. 51–58.
2. Киященко Н.К. Нарушение памяти при локальных поражениях мозга. – М.: Изд-во МГУ. – 1973. – 103 с.
3. Корсакова Н.К., Микадзе Ю.В., Балашова Е.Ю. Неуспевающие дети: нейропсихологическая диагностика трудностей в обучении младших школьников. – М. – 1997. – 124 с.
4. Крупская Е.В. Функциональная зрелость глубинных регуляторных систем мозга и организация внимания у детей с СДВГ / кандидатская диссертация на соискание степени кандидата биологических наук по специальности психофизиология. – М. – 2006.
5. Лебединский В.В. нарушения психического развития в детском возрасте: учеб. пособие для студ. психол. фак. высш. учеб. заведений. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 144 с.
6. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека. – М.: Изд-во МГУ. – 1969. – 504 с.
7. Мачинская Р.И., Лукашевич И.П., Фишман М.Н. Динамика электрической активности мозга у детей 5–8-летнего возраста в норме и при трудностях обучения // Физиология человека, 1997. Т.23. № 5. С.5–11.
8. Мачинская Р.И., Семенова О.А. Особенности формирования высших психических функций у младших школьников с различной степенью зрелости регуляторных систем мозга // Ж-л эволюционной биохимии и физиологии. – 2004. – Т.40, № 5. – С. 427–435.
9. Мачинская Р.И., Крупская Е.В. Междисциплинарный подход к исследованию и дифференциации вариантов СДВГ у детей младшего школьного возраста. // Вестник Поморского Университета, 2007, № 4, с. 8–15
10. Мачинская Р.И., Крупская Е.В. ЭЭГ анализ функционального состояния глубинных регуляторных структур мозга у гиперактивных детей 7–8 лет. // Физиология человека, 2001, Т.27. № 3. С.122–124
11. Нейропсихологическая диагностика. Часть II. Альбом / Под ред. Е.Д.Хомской. – М. – 1994. – 46 с.
12. Полонская Н.Н. Нейропсихологические особенности детей с разной успешностью обучения // А.Р.Лурия и психология XXI века (доклады второй международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Р.Лурия) / Под ред. Т.В. Ахутиной и Ж.М. Глозман. – М. – 2003. – С. 206–214.

13. Психофизиологическая диагностика и психолого-педагогическая помощь детям с СДВГ / Экспертный доклад (на русс. яз.), М.: 2007. – 42 с.
14. Семенова О.А., Кошельков Д.А., Мачинская Р.И. Возрастные изменения произвольной регуляции деятельности в старшем дошкольном и младшем школьном возрасте // ж-л Культурно-историческая психология, 2007, 374, с. 39–49
15. Семенова О.А., Мачинская Р.И., Ахутина Т.В., Крупская Е.В. Мозговые механизмы произвольной регуляции деятельности и формирование навыка письма у детей 7–8 лет // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 4. – С. 23–30.
16. Семенова О.А., Мачинская Р.И. Развитие произвольной регуляции деятельности у детей младшего школьного возраста // ж-л Вопросы практической педиатрии, 2007, Т. 2, № 6, с.17–23
17. Семенова О.А. Методика оценки функций произвольной регуляции деятельности у детей младшего школьного возраста // Новые исследования (альманах). – 2006. – Т. 10, № 2. – С.71–98.
18. Симерницкая Э.Г. Мозг человека и психические процессы в онтогенезе. – М.: Изд-во МГУ. – 1985. – 190 с.
19. Anderson V. Assessing executive functions in children: biological, psychological, and developmental considerations // Pediatric Rehabilitation. – 2001. – Vol. 4, No. 3. – P.119–136.
20. Barkley R.A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD/ Psychol Bull. – 1997. – No. 121. – P.65–94.
21. Barkley R.A. The executive functions and self-regulation: an evolutionary neuropsychological perspective // Neuropsychol Rev. – 2001. – V.11, N1.–P.1–29.
22. Castellanos F.X., Giedd J.N., Marsh W.L. et al. Quantitative brain magnetic resonance imaging in attention-deficit hyperactivity disorder // Arch. Gen. Psychiatry. – 1996. – N 53. – P.607–616.
23. Diagnostic and Statistic Manual of Mental Disorders IV // American Psychiatric Association – Washington: American Psychiatric Assoc. – 1994. – P. 787.
24. Filipek P.A., Semrud-Clikeman M., Steingard R.J. et al. Volumetric MRI analysis comparing subjects having attention-deficit hyperactivity disorder with normal controls // Neurology. – 1997. – V.48, N3. – P.589–601.
25. Hynd G.W., Semrud-Clikeman M., Lorys A.R. et al. Brain morphology in developmental dyslexia and attention deficit disorder/hyperactivity // Arch Neurol. – 1990. – V.47, N8. – P.919–926.
26. Hynd G.W., Hern K.L., Novey E.S. et al. Attention deficit-hyperactivity disorder and asymmetry of the caudate nucleus // J Child Neurol. – 1993. – V. 8, N4. – P.339–347.
27. Menon V., Leroux J., White C.D., Reiss A.L. Frontostriatal deficits in fragile X syndrome: relation to FMR1 gene expression // Proc Natl Acad Sci U S A – 2004. – V.101, N10. – P.3615–3620.
28. Njiokiktjien C., Ramaekers G., Duchene R., Verschor A., Vrancken M. The development of bimanual coordination in children: the role of interhemispheric connections // Fiziol. Cheloveka. – 1991. – Sep–Oct; 17(5). – 61–71.

29. Pliszka S.R., Liotti M., Woldorff M.G. Inhibitory control in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: event-related potentials identify the processing component and timing of an impaired right-frontal response-inhibition mechanism // Biol Psychiatry. – 2000. – V.48, N3. – P.238–246.

30. Rubia K., Overmeyer S., Taylor E. et al. Functional frontalisation with age: mapping neurodevelopmental trajectories with fMRI // Neurosci Biobehav Rev. – 2000. – V.24, N1. – P.13–19.

31. Sergeant J.A. Modeling attention-deficit/hyperactivity disorder: a critical appraisal of the cognitive-energetic model/ Biol Psychiatry. – 2005. – V.1; N57(11). – P.1248–1255.

32. Sergeant J.A., Oosterlaan J., Van der Meer J.J. Information processing and energetic factors in attention deficit/hyperactivity disorder // Handbook of disruptive behavior disorders. N-Y: Plenum Press. – 1999. – P.75–104.

33. Smith J.L., Johnstone S.J., Barry R.J. Inhibitory processing during the Go/No-Go task: an ERP analysis of children with attention-deficit/hyperactivity disorder // Clin Neurophysiol. – 2004. – V.115, N6. – P.1320–1331.

34. Sonuga-Barke E.J., Houlberg K., Hall M. When is «impulsiveness» not impulsive? The case of hyperactive children's cognitive style // J Child Psychol Psychiatry. – 1994. – V.35, N7. – 1247–1253.

35. Swanson J., Castellanos F.X., Murias M., LaHoste G., Kennedy J. Cognitive neuroscience of attention deficit hyperactivity disorder and hyperkinetic disorder // Curr Opin Neurobiol. – 1998. – V.8, N2. – P.263–271.

36. The ICD-10 Classification of Mental and Behavioural Disorders / World Health Organization, Geneva, 1992//<http://www.who.int/classifications/apps/icd/icd10online/>

37. Vaidya C.J., Bunge S.A., Dudukovic N.M. et al. Altered neural substrates of cognitive control in childhood ADHD: evidence from functional magnetic resonance imaging // Am J Psychiatry. – 2005. V.162, N9. – P.1605–1613.

38. Willcutt E.G., Doyle A.E., Nigg J.T. et al. Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review // Biol Psychiatry. – 2005. – V.57, N11. – P.1336–1346.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ, проект № 06-06-00346a*

## ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

### КОНДИЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ СПОСОБНОСТИ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКАЯ РЕАКТИВНОСТЬ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА НА РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ НАГРУЗОК

И.А. Криволапчук<sup>1</sup>

Институт возрастной физиологии РАО, Москва

*В исследовании приняли участие дети 7–8 лет (n=52) отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. С помощью таксономического анализа выделены 4 группы испытуемых с различным соотношением уровней развития кондиционных двигательных способностей и работоспособности. Сравнение реактивности ЦНС при умственной, сенсомоторной и физической нагрузках в выделенных группах испытуемых показало, что ее величина, в значительной степени, определяется уровнем развития аэробной работоспособности. В этой связи обсуждается возможность использования упражнений преимущественно аэробной направленности для оптимизации функционального состояния детей при напряженных информационных нагрузках. Полученные результаты трактуются как проявление феномена положительной перекрестной адаптации.*

**Ключевые слова:** функциональное состояние, реактивность, психическая напряженность, кондиционные способности, аэробная выносливость, физическая работоспособность, таксономический и факторный анализ.

*Participants were healthy children aged 7–8 years (n=52). Taxonomical analysis was used to form 4 groups of children with different combinations of condition physical ability and working capacity levels. Comparison of CNS reactivity to mental, sensorimotor and physical strain in the groups showed that it depended, to a great extent, on the level of aerobic endurance. In this connection, the authors discuss the advantage of aerobic exercises for achieving optimal functional state in children exposed to information load stress. The results obtained are interpreted as manifestation of the phenomenon of positive cross-adaptation.*

**Keywords:** functional state, reactivity, mental tensity, physical condition, aerobic endurance, physical working capacity, taxonomical and factor analysis.

Для современного обучения характерны интенсификация учебного процесса на основе использования новых информационных технологий, повышение насыщенности учебных программ, увеличение объема информации, подлежащей усвоению в условиях дефицита времени, загруженность учащихся учебными заданиями, уменьшение продолжительности активного отдыха, снижение двигательной активности, повышение доли статической нагрузки, усложнение межличностных контактов и т.д. [10; 37; 4; 2; 34]. Все это приводит к избыточной актуализации

---

Контакты: <sup>1</sup> Криволапчук И.А., зав. Лабораторией физического воспитания, E-mail: i.krivolapchuk@mail.ru

психофизиологических ресурсов организма и, как следствие, к значительной психической напряженности. Выраженная психическая напряженность на фоне развивающегося утомления в ЦНС может явиться причиной разнообразных отклонений функционального состояния (ФС) отдельных систем и всего организма в целом. Даже тогда, когда изменения ФС не достигают уровня клинически очерченных форм, они оказывают отрицательное влияние на эффективность обучения и здоровье детей, выражающееся в уменьшении работоспособности, быстрой утомляемости, эмоциональной неустойчивости, неуравновешенности поведенческих реакций. В связи с этим возникает необходимость улучшения ФС школьников, профилактики и снижения отрицательных последствий психической напряженности.

Одним из средств оптимизации ФС и нейтрализации сдвигов, вызванных психической напряженностью, являются регулярные занятия физическими упражнениями. Значение положительных эффектов адаптации к физическим нагрузкам состоит в том, что они повышают резистентность организма не только к мышечной деятельности, но и действию других факторов окружающей среды [29; 18; 9; 39; 38; 7; 17; 32; 5]. Несмотря на имеющиеся данные проблема направленного использования средств и методов физического воспитания в целях коррекции ФС и повышения устойчивости к действию неблагоприятных факторов, в том числе и психосоциальной природы, остается открытой. Особенно важно использовать средства и методы физического воспитания для нормализации ФС детей на начальных этапах систематического обучения в школе. Это определяется, с одной стороны, резким изменением условий жизнедеятельности при поступлении в школу, а с другой возрастными психофизиологическими особенностями данного контингента учащихся, предрасполагающими к неблагоприятным изменениям ФС организма при действии на него отрицательных психосоциальных факторов [24; 25; 34; 2].

Целью настоящего исследования явилось выявление особенностей физиологической реактивности ЦНС детей при умственной, сенсомоторной и физической нагрузках в зависимости от уровня развития кондиционных двигательных способностей и физической работоспособности.

## **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В качестве умственной нагрузки использовали буквенные корректурные таблицы В.Я. Анфимова. Сенсомоторная работа (цепные зрительно-моторные реакции с выбором из четырех альтернатив) выполнялась на специальном пульте. Непосредственно перед реализацией задания испытуемым давалась инструкция, содержащая требование в течение двух минут безошибочно работать с максимально возможной скоростью. Физическая нагрузка мощностью 1,5 Вт/кг выполнялась в течение трех минут на велоэргометре КЕ-11.

В процессе выполнения тестирующих нагрузок и во время восстановления регистрировали омега-потенциал (ОП), ритм сердца (РС), частоту дыхания (ЧД), артериальное давление (АД), кожно-гальваническую реакцию (КГР). Исследование проводилось с 9 до 12 часов в дни оптимальной работоспособности. В нем



приняли участие дети 7–8 лет ( $n=52$ ), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. Порядок тестирования испытуемых в лаборатории сохранялся от одного исследования к другому.

Измерение ОП — интегрального показателя, характеризующего ФС ЦНС, осуществлялось с поверхности кожи головы с использованием портативной установки для исследования сверхмедленных физиологических процессов головного мозга [12; 13]. Активный электрод фиксировался на лбу испытуемого, индифферентный контактировал с тенором левой руки.

Запись РС проводилась на одноканальном электрокардиографе ЭК1Т-07 «Аксион», с дополнительной возможностью подключения к персональному компьютеру. Электроды фиксировались на левой стороне груди в отведении по Небу. Регистрация РС осуществлялась в состоянии покоя, при выполнении тестовых нагрузок и в период восстановления. Для построения вариационных пульсограмм анализировались 100 последовательных кардиоинтервалов. При этом определяли индекс напряжения (ИН) [1]. Частота сердечных сокращений (ЧСС) подсчитывалась по 15-секундным отрезкам записи с пересчетом на 1 минуту. Систолическое (СД) и диастолическое (ДД) по Короткову измеряли с применением манжеты соответствующих размеров. ЧД определяли посредством использования специального пневмодатчика. КГР по Тарханову регистрировали с поверхности кисти левой руки.

Для выявления особенностей развития кондиционных двигательных способностей применялся метод таксономического анализа, позволяющий распознавать и объединять объекты со сходной структурой безотносительно к характеру распределения экспериментальных данных, а также получать информацию о том, какие факторы обуславливают группировку объектов. Таксономический анализ проводили на основе результатов выполнения следующих моторных тестов и функциональных проб: бег 10 метров с хода (скоростные способности), метание набивного мяча (1 кг) из положения сед ноги врозь (скоростно-силовые способности), прыжок в длину с места (скоростно-силовые способности), кистевая и станова динамометрия (силовые способности), наклон вперед (гибкость), бег 1000 метров (общая выносливость),  $PWC_{170}$  (физическая работоспособность). Каждый испытуемый представлял собой точку в 9-мерном пространстве, по осям которого откладывались значения указанных выше показателей физической подготовленности. Задача таксономии заключалась в распределении испытуемых данной выборки на группы таким образом, чтобы критерий качества был максимальным. В соответствие с этим критерием за оптимальную классификацию принималась такая, при которой расстояние между центрами выделенных таксонов и плотность точек внутри таксонов были максимальны.

В ходе исследования определялись также основные статистические характеристики ряда измерений, проводилась проверка статистических гипотез, использовался факторный анализ.

На основании статистической обработки полученных данных была осуществлена градация всей выборки испытуемых по трем уровням развития кондиционных двигательных способностей и физической работоспособности. Для этой цели

применялась стандартная Z-шкала. Величины, лежащие в пределах  $M \pm 0,67\sigma$  соответствовали среднему уровню. Результаты, имеющие более значительные отклонения от средней в сторону увеличения или уменьшения, относились к высокому и низкому уровням соответственно.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Выполнение умственной, сенсомоторной и физической нагрузок вызывало статистически значимый ( $p < 0,05 - 0,001$ ) рост значений ОП, ЧСС, ИН, ЧД, СД (табл.1), а также возникновение КГР. По мере выполнения заданий наблюдалось постепенное снижение амплитуды и числа волн КГР. У некоторых испытуемых КГР практически не угасала.

Факторный анализ результатов исследования показал, что изменения ОП, ИН, ЧСС, СД, ЧД не зависят от специфики предлагаемых нагрузок. Об этом свидетельствуют высокие факторные веса данных показателей, как в состоянии относительного покоя, так и при умственной, сенсомоторной и физической работе. В ходе исследования выявлены в основном сильные ( $r = 0,7 - 0,95$ ) и средние ( $r = 0,5 - 0,69$ ) степени статистической взаимосвязи между изменениями ОП, ЧСС, ИН, ЧД, СД в условиях описанных выше тестирующих нагрузок. Следовательно, эти физиологические переменные можно рассматривать как показатели неспецифической реактивности ЦНС. Однако будучи неспецифическими по отношению к тестирующим нагрузкам, изменения вегетативных (ИН, ЧСС, СД, ЧД) и центральных (ОП) показателей ФС происходят независимо друг от друга.

Изменения рассматриваемых физиологических показателей в динамике выполнения умственной, сенсомоторной и физической работы, а так же в период восстановления указывают на то, что тестирующие нагрузки вызывают интенсификацию церебрального энергетического обмена, повышение уровня активации ЦНС и возрастание напряжения регуляторных систем. Эти результаты сходны с имеющимися в литературе сведениями относительно изменений интенсивности энергетического обмена головного мозга [13; 28] и вегетативных показателей активации ЦНС [14; 8; 26; 16; 5] при выполнении тестовых заданий, требующих максимально быстрого и безошибочного реагирования испытуемых в условиях дефицита времени.

Известно, что важнейшим фактором в обеспечении целостного адаптивного реагирования на внешние воздействия, является формирование состояния относительного покоя с характерным для него взаимодействием регуляторных систем мозга [27; 17]. Считается, что фоновый уровень ФС определяет физиологическую реактивность в напряженных условиях деятельности [11; 20; 21; 22].

В настоящем исследовании с помощью факторного анализа установлено, что особенности физиологической реактивности на умственную, сенсомоторную и физическую нагрузки в значительной степени определяются уровнем активации в состоянии покоя. При этом выявлена прямая зависимость между фоновым уровнем активированности и изменениями ФС в условиях тестирующих нагрузок. На первый взгляд эти результаты расходятся с хорошо известным в психофизиологии законом исходного состояния (феномен Вильдера) согласно которому повышение фонового значения сопровождается снижением реактивности. Одна-

ко этот закон достаточно четко проявляется только в тех случаях, когда изучается зависимость реакции на нагрузку от исходных значений показателя у одного и того же испытуемого [20; 21]. Если же изучаются особенности реагирования ЦНС у группы испытуемых, находящихся в сходных условиях наблюдения, то, как фоновые значения показателя, так и величина сдвига на нагрузку определяются характером реактивности нервной системы [11; 36]. Считается, что величина предельной активированности у лиц с низким уровнем активации в состоянии покоя больше и этот предел достигается при более высокой интенсивности воздействия, а реактивность, наоборот, ниже. У лиц с низкой фоновой активированностью имеется больший «запас прочности», большая экономичность поэтому достижение предела (потолка) реагирования у них происходит при большей силе воздействия, чем у высоко активированных [19; 11].

Таблица 1

*Изменение показателей функционального состояния под влиянием умственной, сенсомоторной и физической нагрузок у детей 7-8 лет*

| Показатель    | Состояние покоя  | НАГРУЗКИ         |                   |                  |                   |                  |                  |
|---------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
|               |                  | Умственная       |                   | Сенсомоторная    |                   | Физическая       |                  |
|               |                  | А                | С                 | А                | С                 | А                | С                |
|               |                  | М±m              | М±m               | d±m              | М±m               | d±m              | М±m              |
| ОП, мВ        | 20,20<br>±1,54   | 41,06<br>±1,78   | 20,86*<br>±1,43   | 41,38<br>±1,70   | 21,18*<br>±1,37   | 36,76<br>±1,75   | 17,56*<br>±1,38  |
| ЧСС, уд/мин   | 90,98<br>±1,23   | 108,14<br>±1,51  | 17,20*<br>±0,76   | 106,21<br>±1,56  | 15,23*<br>±0,81   | 155,57<br>±1,38  | 64,39*<br>±0,97  |
| ИН, отн.ед.   | 143,07<br>±16,71 | 287,94<br>±14,53 | 144,37*<br>±12,41 | 265,00<br>±18,59 | 121,93*<br>±14,38 | 1020,0<br>±140,4 | 876,9*<br>±113,4 |
| ЧД, цикл/мин  | 22,71<br>±0,36   | 30,65<br>±0,53   | 7,94*<br>±0,31    | 39,36<br>±0,98   | 16,55*<br>±0,47   | 49,97<br>±0,58   | 25,26*<br>±0,31  |
| СД, мм.рт.ст. | 103,4<br>±01,15  | 119,3<br>±1,52   | 15,9*<br>±1,31    | 115,9<br>±1,77   | 12,5*<br>±2,28    | 134,4<br>±2,07   | 31,0*<br>±1,91   |

**Примечания:** здесь и далее ОП – омега-потенциал; ЧСС – частота сердечных сокращений; ИН – индекс напряжения; ЧД – частота дыхания; СД – систолическое давление; А – абсолютное значение показателя; С – сдвиг показателя. Достоверность различий по сдвигам рассчитана по *t* – критерию Стьюдента (\* –  $p < 0,001$ ).

В ходе дальнейшей работы с помощью таксономического анализа выделены 4 группы испытуемых с разной наполняемостью и различным сочетанием уровней развития кондиционных двигательных способностей, а также физической работоспособности (рис.1). В первую группу (n=10) вошли испытуемые, отли-

чающиеся сочетанием высоких уровней развития скоростно-силовых способностей, выносливости и физической работоспособности со средними результатами по всем остальным показателям. Вторая группа (n=7) характеризовалась комбинацией высоких значений силы мышц разгибателей спины с низким уровнем развития быстроты и гибкости, а также средними уровнями всех других показателей. В третьей группе (n=24) низкие результаты по силовым тестам сочетались со средними результатами по другим показателям. В четвертую группу (n=6) вошли дети, имеющие характерное сочетание высокого уровня силы мышц сгибателей кисти и гибкости с низким уровнем развития выносливости и физической работоспособности, а также средними уровнями развития быстроты, скоростно-силовых качеств и становой силы.

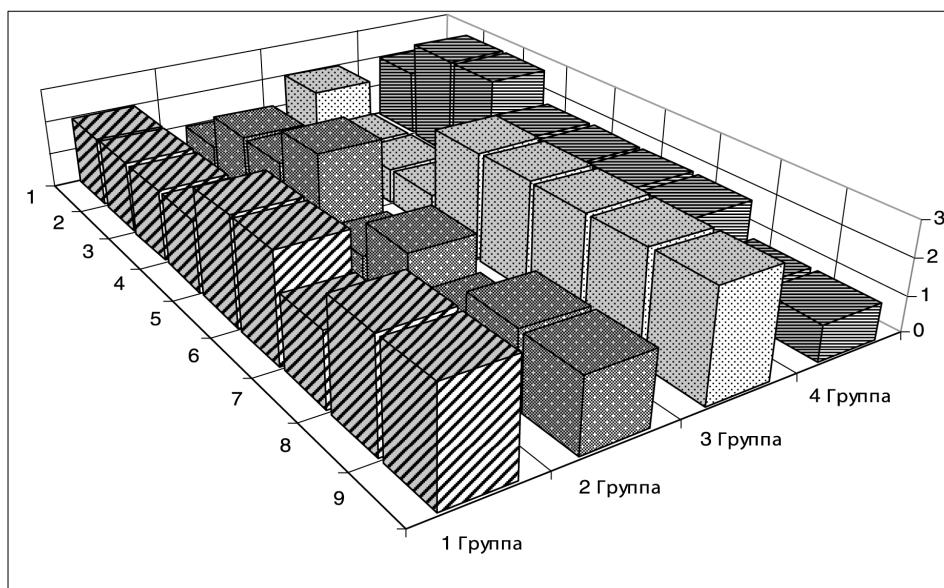


Рис.1. Соотношения уровней различных показателей физической подготовленности у детей 7-8 лет (4 группы, выделенные в результате таксономического анализа)

**Примечания:** 1 – бег 10 метров с хода (быстрота); 2,3 – кистевая динамометрия (сила); 4 – становая динамометрия (сила); 5 – прыжок в длину с места; 6 – метание набивного мяча (скоростно-силовые качества); 7 – наклон (гибкость); 8 – бег 1000 м (общая выносливость); 9 –  $PWC_{170}$  (физическая работоспособность).

Таким образом, результаты исследования показали, что при классификации испытуемых по характеру развития кондиционных двигательных способностей намечаются несколько основных «типов» физической подготовленности детей младшего школьного возраста.

Для получения интегральной оценки физической подготовленности уровни развития двигательных качеств переводились в баллы. Перевод в баллы осуществлялся таким образом, что низкому уровню соответствовала оценка в 1 балл, среднему — 2 балла, высокому — 3 балла. Далее в каждой группе находилось среднее арифметическое значение из суммы баллов по отдельным показателям. Было установлено, что наивысший уровень общей физической подготовленности имели испытуемые первой группы (2,4 балла). Далее следовали дети четвертой группы (2,0 балла), затем школьники второй группы (1,7 балла) и, наконец, испытуемые третьей группы (1,6 балла).

В дальнейшем сравнивались особенности психофизиологической реактивности детей 7–8 лет в каждой из выделенных в результате таксономического анализа групп.

Выделенные группы испытуемых отличались ( $p < 0,05–0,01$ ) как по фоновым значениям, так и по величине сдвигов показателей ФС при умственной, сенсомоторной и физической нагрузках. Исключение составляет лишь динамика КГР. По амплитуде и числу волн КГР, зарегистрированной в процессе выполнения умственной и сенсомоторной работы, изучаемые группы школьников не отличались друг от друга. Вероятно, это обусловлено тем, что индивидуальные особенности электродермальных реакций детей 7–8 лет нивелируют различия, связанные с физической работоспособностью.

Первая группа испытуемых по фоновым показателям отличалась низкими значениями ОП, ИН, ЧСС, ДД, высокими величинами ЧД, средними значениями СД (рис.2). При выполнении умственной, сенсомоторной и физической нагрузок у детей этой группы наблюдались низкие величины ЧСС, ИН, средние значения ОП, АД и ЧД. Для второй группы в состоянии покоя были характерны средние величины ЧСС, низкие значения ОП, ИН, АД. Тестирующие нагрузки вызывали средний рост абсолютных величин ОП, ИН, ЧСС, АД, ЧД. Третья группа характеризовалась наличием средних величин по всем рассматриваемым показателям как в покое, так и при выполнении умственной, сенсомоторной и физической нагрузок. Четвертая группа отличалась высокими значениями ОП, ИН, ЧСС и средними величинами АД и ЧД в фоне. При выполнении тестирующих заданий у испытуемых этой группы отмечались высокие значения ОП, ИН, ЧСС, АД и средние значения ЧД и ОП в условиях физической нагрузки. Оценка эффективности умственной и сенсомоторной деятельности показала отсутствие статистически значимых межгрупповых различий.

При определении интегральной оценки ФС ЦНС принимались во внимание, как особенности состояния покоя, так и выполнения тестирующих нагрузок. Средний балл также определялся посредством выведения среднеарифметического значения из суммы баллов по отдельным физиологическим переменным, что позволило не только получить интегральную оценку уровня неспецифической активации ЦНС, но и дало возможность судить об «удельном весе» изучаемых показателей в суммарной физиологической активности. Результаты показывают, что высокие фоновые значения и выраженные сдвиги имели дети четвертой группы (интегральная оценка (2,7 балла), за ними следовали испытуемые третьей группы (2,0 балла), затем второй (1,8 балла) и, наконец, дети первой группы (1,6 балла).

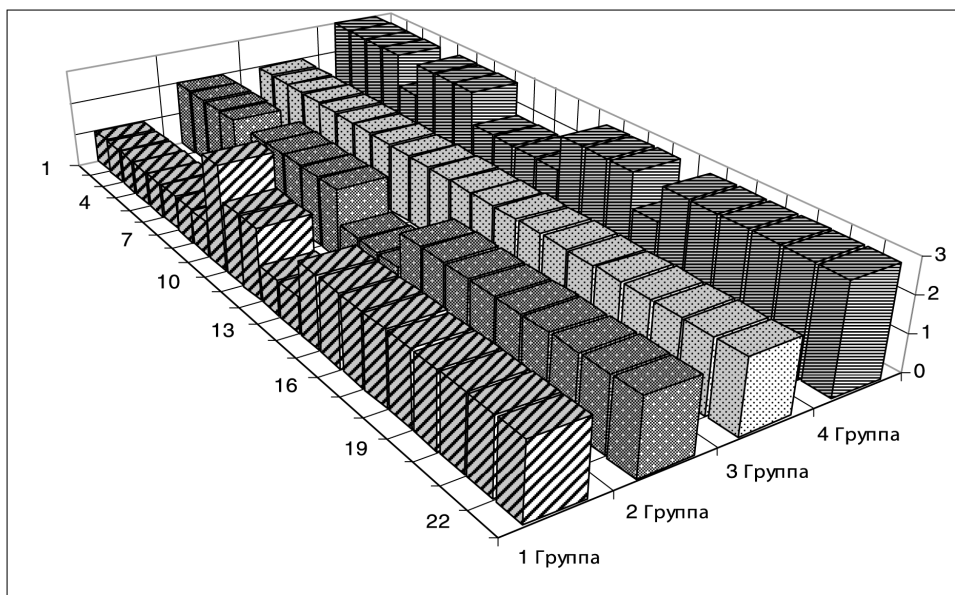


Рис.2. Соотношения уровней физиологических показателей в группах с типичными сочетаниями уровней физической подготовленности

**Примечания:** 1, 2, 3, 4 – ЧСС в покое и при умственной, сенсомоторной и физической нагрузках; 5, 6, 7, 8 – ИН в покое и при тестирующих нагрузках; 9,10 – ЧД в покое и при умственной работе; 11, 12 – СД и ДД в покое; 13, 14, 15, 16 – ОП в покое и при тестирующих нагрузках; 17,19,21 – СД при тестирующих нагрузках; 18, 20, 22 – ДД при тестирующих нагрузках.

Эти данные свидетельствуют об отсутствии связи общего уровня физической подготовленности с особенностями физиологической реактивности. При дальнейшем анализе полученных результатов оказалось, что величина интегральной оценки ФС ЦНС в выделенных группах испытуемых находится в обратной зависимости от уровня общей выносливости и физической работоспособности. Так, дети первой группы, имеющие самый высокий уровень развития общей выносливости и физической работоспособности, обладали самыми низкими фоновыми значениями и самой низкой реактивностью. Испытуемые второй группы, проявляющие более низкую физическую работоспособность и выносливость, имели несколько большие фоновые величины и реактивность ЦНС по сравнению с первой группой. Далее по уровню общей выносливости и физической работоспособности следовали школьники третьей группы, обладающие более высокой интегральной оценкой физиологического функционирования по сравнению с первыми двумя и более низкой по сравнению с испытуемыми четвертой группы.

Это обстоятельство позволило предположить, что в основе дифференциации детей 7–8 лет по физиологической реактивности на тестирующие нагрузки



ки лежат различия не в уровне общей физической подготовленности, а, прежде всего, в уровне развития аэробной выносливости и физической работоспособности.

Предположение о зависимости физиологической реактивности от уровня развития кондиционных двигательных способностей, связанных с аэробным энергообеспечением мышечной деятельности, подтверждено также данными факторного анализа. В процессе реализации этого метода многомерной статистики было установлено, что показатели аэробной выносливости и физической работоспособности выделились в фактор вегетативной регуляции (40 % дисперсии) вместе с такими физиологическими переменными, как ИН и ЧСС, зарегистрированными во всех рассматриваемых экспериментальных ситуациях (таблица. 2).

Таблица 2

*Факторные нагрузки показателей аэробной работоспособности и физиологической реактивности у детей 7-8 лет (фактор «вегетативная регуляция»)*

| Показатель                                 | Факторные нагрузки |
|--|--------------------|
| PWC170, кгм/мин*кг                         | 0,725              |
| PWC170, кгм/мин                            | 0,625              |
| Бег 1000 м, с                              | -0,506             |
| ЧСС фон, уд/мин                            | -0,914             |
| ЧСС умственная нагрузка, уд/мин            | -0,913             |
| ЧСС сенсомоторная нагрузка, уд/мин         | -0,895             |
| ЧСС физическая нагрузка, уд/мин            | -0,414             |
| ИН фон, отн. ед.                           | -0,668             |
| ИН умственная нагрузка, отн. ед.           | -0,865             |
| ИН сенсомоторная нагрузка, отн. ед.        | -0,814             |
| ИН физическая нагрузка, отн. ед.           | -0,546             |
| Вклад фактора в общую дисперсию выборки, % | 40                 |

Все это позволяет считать, что высокий уровень аэробных возможностей является важным условием снижения избыточной физиологической реактивности ЦНС детей не только при физических, но и информационных нагрузках.

Таким образом, одна и та же эффективность умственной, сенсомоторной и физической работы у детей 7–8 лет, имеющих различный уровень выносливости

и физической работоспособности, достигается разной степенью мобилизации физиологических функций. Школьники, проявляющие высокую выносливость, характеризуются низким уровнем неспецифической активации нервной системы в состоянии покоя и менее выраженной физиологической реактивностью в условиях тестирующих нагрузок, что обеспечивает более экономное в энергетическом отношении функционирование организма. Данные о том, что испытуемые с высокой аэробной производительностью обнаруживают более совершенную регуляцию функций в покое и в условиях физической активности, подтверждались много раз, как при обследовании взрослых людей, так и на детях школьного возраста. Сведения же, что лица с высокой выносливостью, физической работоспособностью характеризуются менее выраженной реактивностью при умственной и сенсомоторной работе, являются относительно новыми [18; 29; 31; 6; 7]. Следует подчеркнуть, что в основном они получены на взрослых людях, тогда как работы, посвященные изучению этой проблемы в онтогенетическом аспекте, встречаются крайне редко [30; 38; 32; 15].

Можно предположить, что в основе взаимосвязи рассматриваемых показателей физиологической реактивности и показателей аэробной работоспособности находятся изменения механизмов регуляции, обусловленные характером двигательной активности детей. Известно, что у лиц, в двигательном режиме которых большое место занимают физические нагрузки преимущественно аэробной направленности, отмечается перестройка механизмов регуляции ФС организма, проявляющаяся в повышении мощности функционирования стресс-реализующих и стресс-ограничивающих систем, частности, за счет усиления возможностей синтеза и выделения гормонов и медиаторов. Особенности нейрогуморальной регуляции определяются не только повышением продукции регуляторных метаболитов, но и изменением чувствительности структур ЦНС, а также тканей органов-мишеней к их воздействию [18; 9; 6; 33; 7; 17]. В условиях систематических занятий физическими упражнениями это отчетливо проявляется в отношении тех веществ, механизм действия которых связан с образованием цАМФ [18; 17]. Оптимизирующие эффекты систематических занятий физическими упражнениями, в частности, обусловлены усилением активности парасимпатического отдела ВНС, которая повышает индивидуальную устойчивость к эмоциональному стрессу [31; 35; 23; 32]. Все это приводит к тому, что один и тот же периферический эффект обеспечивается меньшим напряжением регуляторных механизмов, при менее значительном выделении гормонов и медиаторов. В результате уменьшаются реакции на непредельные стандартные нагрузки и более значительно мобилизуются функции при максимальных нагрузках. Благодаря этому диапазон внешних воздействий, на которые человек реагирует адекватным образом, значительно расширяется. В условиях учебной деятельности это находит отражение в снижении психофизиологических затрат организма и уменьшении «цены» адаптации к процессу обучения, вследствие чего один и тот же результат напряженной интеллектуальной работы достигается меньшей степенью мобилизации физиологических функций, при менее значительных затратах энергетических и пластических ресурсов.



## ВЫВОДЫ

1. Изучение физиологической реактивности детей 7–8 лет при осуществлении умственной, сенсомоторной и физической работы показало, что тестирующие нагрузки вызывают повышение уровня активации ЦНС, интенсификацию церебрального энергетического обмена и возрастание напряжения регуляторных систем. Подобные сдвиги изучаемых показателей рассматриваются как проявление функционального напряжения, направленного на мобилизацию адаптационных резервов организма для обеспечения адекватной степени результативности различных видов деятельности.

2. Одинаковая эффективность умственной, сенсомоторной и физической работы у детей 7–8 лет, имеющих различный уровень аэробной выносливости и физической работоспособности, достигается разной степенью мобилизации физиологических функций. Школьники, проявляющие высокие аэробные возможности, характеризуются низким уровнем активации нервной системы в состоянии покоя и менее выраженной неспецифической реактивностью в условиях тестирующих нагрузок.

3. Благоприятное влияние высокой аэробной работоспособности на ФС организма детей 7–8 лет при напряженных информационных и физических нагрузках, базируется на механизме положительной перекрестной адаптации, в соответствии с которым приобретение устойчивости к одному фактору среды, обеспечивает повышение резистентности к другим неблагоприятным социальным и природным влияниям.

4. Дальнейшие исследования рассматриваемой проблемы должны быть направлены на выяснение роли критериев мощности, емкости и эффективности источников энергообеспечения мышечной деятельности в изменениях ФС организма при напряженных информационных нагрузках на различных этапах индивидуального развития, а также на изучение долговременных адаптационных эффектов физических упражнений различной метаболической направленности в онтогенетическом аспекте.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Медицина, 1984. – 220 с.

2. Баранов, А.А. Медицинские и социальные аспекты адаптации современных подростков к условиям воспитания, обучения и трудовой деятельности: Руководство для врачей / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева. – М.: ГЭОТАР–Медиа, 2007. – 350 с.

3. Батуев, А.С. Высшая нервная деятельность / А.С. Батуев. – М.: Высш. шк., 1991. – 256 с.

4. Безруких, М.М. Здоровьесберегающая школа / М.М. Безруких. – М.: Московский психолого-социальный институт, 2004. – 240 с.

5. Бодров, В.А. Психологический стресс: развитие и преодоление / В.А. Бодров. – М.: ПЭР СЭ, 2006. – 528 с.

6. Бундзен, П.В. Современные технологии укрепления психофизического состояния и психосоциального здоровья населения / П.В. Бундзен, О.М. Евдокимова, Л.Э. Унесталь // Теория и практика физической культуры. – 1996. – № 8. – С. 57–63.
7. Гринберг, Дж. Управление стрессом / Дж. Гринберг. – СПб.: Питер, 2002. – 496 с.
8. Данилова, Н.Н. Психофизиология / Н.Н. Данилова. – М.: Аспект Пресс, 1998. – 324 с.
9. Двигательная активность – важное условие здорового образа жизни / Р.Е. Мотылинская [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 1990. – № 1. – С. 37–44.
10. Здоровье школьников: результаты лонгитюдного исследования / М.В. Антропова [и др.] // Педагогика, 1995. – № 2. – С. 26–31.
11. Ильин, Е.П. Дифференциальная психофизиология / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2001. – 461 с.
12. Илюхина, В.А. Нейрофизиология функциональных состояний человека / В.А. Илюхина. – Л.: Наука, 1986. – 171 с.
13. Илюхина, В.А. Энергодефицитные состояния здорового и больного человека / В.А. Илюхина, И.Б. Заболотских. – СПб.: Институт мозга человека РАН, 1993. – 192 с.
14. Киколов, А.И. Умственно-эмоциональное перенапряжение и его профилактика / А.И. Киколов // Психофизиологические основы профилактики перенапряжения. – М., 1987. – С. 191–216.
15. Криволапчук, И.А. Психофизиологическая характеристика функционального состояния подростков на разных стадиях полового созревания в условиях информационной нагрузки / И.А. Криволапчук, В.К. Сухецкий // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 6. – С. 13–25.
16. Леонова, А.Б. Комплексная методология анализа профессионального стресса: от диагностики к профилактике и коррекции / А.Б. Леонова // Психологический журнал. – 2004. – № 2. – С. 76–85.
17. Медведев, В.И. Адаптация человека / В.И. Медведев. – СПб.: Институт мозга РАН, 2003. – 584 с.
18. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
19. Небылицын, В.Д. Избранные психологические труды / В.Д. Небылицын. – М.: Педагогика, 1990. – 408 с.
20. Романов, В.В. Результаты экспериментальной проверки «закона» исходного уровня / В.В. Романов, И.Н. Чернова // Физиология человека. – 1983. – Т. 9, № 3. – С. 481–487.
21. Солонин, Ю.Г. Роль исходного состояния физиологических функций в реакциях на физическую нагрузку / Ю.Г. Солонин // Физиология человека. – 1987. – Т. 13, № 1. – С. 96–102.
22. Стрелец, В.Б. Психофизиологические механизмы стресса у лиц с различной выраженностью активации / В.Б. Стрелец, Ж.В. Голикова // Журнал высшей нервной деятельности. – 2001. – Т. 51, № 2. – С. 166–173.

23. Ульянинский, Л.С. Эмоциональный стресс и экстракардиальная регуляция / Л.С. Ульянинский // Физиологический журнал. – 1994. – Т. 80, № 2. – С. 23–33.
24. Фарбер, Д.А. Методологические аспекты изучения физиологии развития ребенка / Д.А. Фарбер, М.М. Безруких // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 5. – С. 8–16.
25. Фарбер, Д.А. Современные исследования в возрастной физиологии и психофизиологии как основа медицинского, психологического и педагогического образования / Д.А. Фарбер, Р.И. Мачинская // Здоровье и образование детей – основа устойчивого развития российского общества и государства: Научная сессия академий. – М.: Наука, 2007. – С. 28–33.
26. Фёдоров, Б.М. Стресс: кардиологические аспекты / Б.М. Фёдоров // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, № 2. – С. 89–99.
27. Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Образование от А до Я, 2000. – 319 с.
28. Фокин, В.Ф., Пономарева, Н.В. Энергетическая физиология мозга / В. Ф. Фокин, Н.В. Пономарева. – М.: Антидор, 2003. – 287 с.
29. Эверли, Д.С. Стресс – природа и лечение / Д.С. Эверли, Р. Розенфельд. – М.: Медицина, 1985. – 224 с.
30. Body weight and cardiovascular response to sympathetic stimulation in childhood. / L. Ferrara [et al] // Int J Obes. – 1989. – Vol. 13, № 3. – P. 271–277.
31. Brook S., Long B. Efficiency of Coping with a Real-Life Stressor: A Multimodal Comparison of Aerobic Fitness //Psychophysiology, 1987. – V.24. – № 2.– p. 355–365.
32. Grews, D.J. Aerobic physical activity effects on psychological well-being in low-income Hispanic children / D.J.Crews, M.R. Lochbaum, D.M. Landers //Percept Mot Skills. – 2004. – Vol. 98, № 1. – P. 319–324.
33. Kelley, G and Z.V. Tran. Aerobic exercise and normotensive adults: a meta-analysis.// Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 27, No. 10, 1995.—p 1371–1377.
34. Murberg , T.A. The role of neuroticism and perceived school-related stress in somatic symptoms among students in Norwegian junior high schools / T.A. Murberg, E. Bru // J Adolesc. – 2007. – Vol. 30, № 2. – P. 203–212.
35. Shulhan, D. Phasic Reactivity to Psychological Stress as a Function of Aerobic Fitness Level / D. Shulhan, H. Scher, J. Furedy // Psychophysiology. – 1986. – Vol. 23, № 5. – P. 562–566.
36. Strelay J. The concepts of arousal and arousability as used in temperaments studies // Temperament Individual differences at the interface of biology and behavior / J. Strelay / Eds. Y.E. Bates . T.D. Wachs. Washington, 1994. – p. 117–141.
37. Torsheim, T. School-related stress, social support, and distress: prospective analysis of reciprocal and multilevel relationships / T. Torsheim, L.E. Aaroe, B. Wold // Scand J Psychol. – 2003. – Vol. 44, № 2. – P. 153–159.
38. Vagal and cardiac reactivity to psychological stressors in trained and untrained men / T.W. Spalding [et al] //Med. Sci. Sports Exerc. – 2000 –Vol. 32. – № 3. – P. 581–591.
39. Weyerer, S. Physical Exercise and Psychological Health / S. Weyerer, B. Kupper // Sports Med. – 1994. – Vol. 17, № 2. – P. 108–116.

# БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ МИОКАРДА ДЕТЕЙ ПЯТИЛЕТНЕГО ВОЗРАСТА В ПРОЦЕССЕ КРАТКОСРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Л.В. Рублева<sup>1</sup>

Институт возрастной физиологии РАО, Москва

*Сердечно-сосудистая система является важным звеном в оценке адаптационных возможностей организма ребенка. В работе представлены результаты исследования методом ЭКГ особенностей электрофизиологических процессов в миокарде детей 5 лет. Показано, что абсолютные значения большинства показателей ЭКГ детей 5 лет в целом соответствуют возрастным нормативам. Особенностью ЭКГ детей 5-летнего возраста является высокая частота встречаемости различных изменений ритма и проведения возбуждения, нарушений процессов реполяризации и метаболизма в миокарде. У детей 5 лет динамическая нагрузка вызывает изменение биоэлектрической активности миокарда: амплитуда зубца РП несколько увеличивается; длительность сердечного цикла, продолжительность электрической систолы и предсердно-желудочковой проводимости уменьшаются.*

**Ключевые слова:** биоэлектрические функции миокарда, ЭКГ, детский возраст, дошкольники, физическая нагрузка.

*Participants were healthy children aged 7–8 years (n=52). Taxonomical analysis was used to form 4 groups of children with different combinations of condition physical ability and working capacity levels. Comparison of CNS reactivity to mental, sensorimotor and physical strain in the groups showed that it depended, to a great extent, on the level of aerobic endurance. In this connection, the authors discuss the advantage of aerobic exercises for achieving optimal functional state in children exposed to information load stress. The results obtained are interpreted as manifestation of the phenomenon of positive cross-adaptation.*

**Keywords:** functional state, reactivity, mental tensity, physical condition, aerobic endurance, physical working capacity, taxonomical and factor analysis.

Изучение особенностей развития сердечно-сосудистой системы на различных этапах онтогенеза является одной из актуальных задач возрастной физиологии.

Изучение биоэлектрических характеристик миокарда у детей дошкольного возраста в покое и под влиянием различных функциональных проб отдельно для каждого года жизни ребенка имеет большое значение, поскольку такие исследования немногочисленны и проведены в основном на объединенных группах детей-дошкольников. Для более полного выявления возрастных особенностей и резервных возможностей миокарда детей используются функциональные пробы, приближенные к реальным условиям жизнедеятельности ребенка, в частности, физические нагрузки, которые играют существенную роль в повседневной деятельности дошкольников.

---

Контакты: <sup>1</sup> Рублева Л.В., ст.науч.сотр., E-mail: almanac@mail.ru

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено на 40 детях обоего пола в возрасте 5 лет, воспитанников детского сада г.Москвы. Все обследованные дети, согласно данным медицинских карт, относились к I–II группам здоровья и имели физическое развитие, соответствующее возрастным нормам.

Регистрация показателей производилась в первой половине дня в положении испытуемого лежа, в состоянии покоя и во время физической нагрузки. Функции автоматизма, возбудимости, проводимости и метаболизма миокарда изучались с помощью метода электрокардиографии. Во II стандартном отведении определялись следующие амплитудные и временные показатели ЭКГ: общая длительность сердечного цикла (RR), амплитуда зубцов P, Q, R, S и T, время предсердно-желудочковой (PQ) и внутрижелудочковой (QRS) проводимости, длительность, электрической систолы желудочков QT.

Электрическая позиция сердца определялась по соотношению зубцов комплекса QRS в трех стандартных и усиленных однополюсных отведениях от конечностей [1, 4].

В качестве функциональной пробы в работе была использована динамическая нагрузка: модифицированная проба Летунова (10 приседаний за 30 секунд).

Результаты исследования обработаны методом вариационной статистики. Вычисляли среднее значение показателей (M), ошибку средней (m), среднее квадратичное отклонение ( $\sigma$ ). Достоверность различий между показателями устанавливалась с помощью критерия Уилкоксона.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный нами анализ ЭКГ показал, что абсолютные значения большинства показателей ЭКГ обследованных детей в целом соответствуют возрастным нормативам, представленным в литературе [3, 6, 7]. Данные о длительности интервалов и амплитуде зубцов ЭКГ представлены в таблицах 1,2.

Динамическая нагрузка вызывала у детей 5-летнего возраста следующие изменения ЭКГ (табл.1,2). У всех обследованных дошкольников укорачивалась электрическая систола, у большинства детей уменьшалось время предсердно-желудочковой проводимости. Общая длительность сердечного цикла у значительной части детей несколько уменьшалась, у части детей – существенно не изменялась.

У детей 5 лет при нагрузке отмечалось некоторое увеличение амплитуды зубца P во II стандартном отведении, значительно менее выраженное, чем у детей более старшего возраста [6]. Амплитуда зубца T во II стандартном отведении несколько уменьшалась, в грудном отведении V2 отрицательный зубец T увеличивался.

Индивидуальный анализ электрокардиограмм 5-летних детей позволил выявить ряд особенностей, характеризующих ЭКГ детей данного возраста в покое и под влиянием нагрузки динамического характера.

Выявлено, что в состоянии покоя зубец P в отведении V1 у 60% детей положительный и у 40% детей двухфазный. Амплитуда первой положительной фазы составляет в среднем  $0,572 \pm 0,038$ мм, амплитуда второй отрицательной фазы – составляет  $0,192 \pm 0,018$ мм. При действии нагрузки указанное процентное соотношение не изменяется, однако амплитуда второй отрицательной фазы увеличивается с  $0,192 \pm 0,018$ мм до  $0,208 \pm 0,021$ мм.

Временные характеристики основных зубцов и интервалов ЭКГ детей  
5-летнего возраста в покое и при нагрузке ( $M \pm m$ )

| Показатели |                       |                        |                       |                        |                       |                       |                       |
|------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Состояние  | R—R, с                | P—Q, с                 | QRS, с                | QT, с                  | P, с                  | Q, с                  | R, с                  |
| покой      | 0,682<br>$\pm 0,0349$ | 0,132<br>$\pm 0,0070$  | 0,085<br>$\pm 0,0033$ | 0,356<br>$\pm 0,0115$  | 0,098<br>$\pm 0,0023$ | 0,011<br>$\pm 0,0047$ | 0,039<br>$\pm 0,0060$ |
| нагрузка   | 0,676<br>$\pm 0,0356$ | 0,128*<br>$\pm 0,0074$ | 0,085<br>$\pm 0,0028$ | 0,345*<br>$\pm 0,0078$ | 0,097<br>$\pm 0,0021$ | 0,013<br>$\pm 0,0043$ | 0,040<br>$\pm 0,0021$ |

**Примечания:** интервалы представлены по данным II стандартного отведения,  
\* — достоверность различий

Зубец P в отведении V2 в покое у всех обследованных детей имел положительную величину. Под влиянием нагрузки у 5% детей регистрировался двухфазный зубец P с первой положительной фазой ( $0,742 \pm 0,021$  мм) и второй отрицательной фазой ( $0,280 \pm 0,001$  мм).

В грудных отведениях V3—V6 как в покое, так и в нагрузке регистрировался положительный зубец P.

У всех детей как в покое, так и под влиянием нагрузочного теста зубец T в отведении V1 был отрицательным.

В грудном отведении V2 в состоянии покоя зубец T в 35% случаев был положительным, в 50% случаев — отрицательным и в 15% — двухфазным. При действии нагрузки у 25% детей регистрировался положительный зубец T, у 62% — отрицательный и у 13% — двухфазный зубец T.

Зубец T в отведении V3 в состоянии покоя имел положительную величину у 88% обследованных детей, у 5% он был отрицательным и у 7% — двухфазным с первой положительной фазой. Под действием нагрузки положительный зубец T регистрировался в 73% случаев, отрицательный — в 20% и двухфазный — в 7% случаев.

У всех 5-летних детей как в покое, так и под влиянием нагрузки зубец T в отведениях V4—V6 имел положительную величину.

Под влиянием динамической нагрузки в среднем у 25% детей амплитуда зубца T во II стандартном отведении повышалась, у 75% — снижалась. Под влиянием динамической нагрузки в среднем у 28% детей амплитуда зубца R во II стандартном отведении повышалась, у 72% — снижалась.

В работе была также определена электрическая позиция сердца у детей 5-летнего возраста. Наиболее часто встречалась вертикальная электрическая позиция (50% случаев). У 35% детей наблюдалась нормальная электрическая позиция и у 15% — горизонтальная электрическая позиция сердца. У двух дошкольников было выявлено отклонение электрической оси вправо.

Таблица 2

Амплитудные характеристики основных зубцов ЭКГ детей 5-летнего возраста в покое и при нагрузке ( $M \pm m$ )

| Состояние | Отвед. | Показатели      |                  |                  |                   |                  |
|-----------|--------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
|           |        | P, мм           | Q, мм            | R, мм            | S, мм             | T, мм            |
| покой     | II     | 1,104<br>±0,065 | -0,448<br>±0,125 | 11,128<br>±1,116 | -2,168<br>±0,579  | 3,828<br>±0,392  |
|           | V1     | 0,572<br>±0,038 | 0                | 5,236<br>±0,895  | -8,284<br>±0,719  | -2,188<br>±0,573 |
|           | V2     | 0,736<br>±0,063 | 0                | 11,708<br>±1,179 | -18,448<br>±1,697 | -0,096<br>±0,032 |
|           | V3     | 0,592<br>±0,028 | 0                | 14,228<br>±2,091 | -16,236<br>±1,296 | 2,936<br>±0,212  |
|           | V4     | 0,572<br>±0,091 | -0,266<br>±0,058 | 14,944<br>±1,134 | -9,348<br>±0,774  | 2,936<br>±0,212  |
|           | V5     | 0,586<br>±0,096 | -0,768<br>±0,027 | 13,308<br>±0,890 | -4,972<br>±0,184  | 4,868<br>±0,268  |
|           | V6     | 0,534<br>±0,078 | -0,098<br>±0,042 | 9,352<br>±1,030  | -1,468<br>±0,288  | 3,164<br>±0,272  |
| нагрузка  | II     | 1,168<br>±0,035 | -0,512<br>±0,028 | 10,716<br>±1,503 | -2,156<br>±0,324  | 3,532<br>±0,252  |
|           | V1     | 0,572<br>±0,012 | 0                | 5,004<br>±0,838  | -8,028<br>±0,988  | -2,156<br>±0,485 |
|           | V2     | 0,742<br>±0,021 | 0                | 11,064<br>±1,979 | -18,232<br>±1,662 | -0,526<br>±0,119 |
|           | V3     | 0,593<br>±0,098 | 0                | 13,732<br>±0,906 | -16,988<br>±1,706 | 2,442<br>±0,289  |
|           | V4     | 0,596<br>±0,065 | -0,556<br>±0,025 | 15,652<br>±1,116 | -9,672<br>±0,579  | 4,764<br>±0,392  |
|           | V5     | 0,576<br>±0,096 | -0,828<br>±0,027 | 13,746<br>±0,890 | -5,447<br>±0,184  | 4,752<br>±0,268  |
|           | V6     | 0,524<br>±0,080 | -0,948<br>±0,042 | 9,528<br>±2,000  | -1,646<br>±0,488  | 3,088<br>±0,272  |



В исследовании была изучена частота встречаемости некоторых функциональных изменений ЭКГ у детей 5 лет. У значительной части детей наблюдались различные нарушения хронотропной функции миокарда. У 48% обследованных дошкольников встречалась синусовая аритмия, в том числе у 9% — выраженная синусовая аритмия. В 20% случаев наблюдалась синусовая тахикардия, у 3% — синусовая брадикардия. У 18% детей регистрировались нарушения проведения в предсердиях. В 30% случаев отмечались нарушения внутрижелудочковой проводимости, в том числе у 3% — неполная блокада правой ножки пучка Гиса. Нарушения процессов реполяризации миокарда наблюдались у 18% детей, у 5% испытуемых регистрировалась электрическая альтернация.

Таким образом, можно отметить, что в целом реакция на нагрузку у детей 5 лет носит менее выраженный характер, чем у детей более старшего возраста [6]. Увеличение амплитуды зубца Р во II стандартном отведении связано, вероятно, с интенсификацией деятельности предсердий в ответ на нагрузку. Можно предположить, что в большей степени это относится к увеличению возбудимости левого предсердия, о чем свидетельствует существенное увеличение второй отрицательной фазы зубца Р в грудных отведениях V1—V2, отражающей в основном биоэлектрические процессы в левом предсердии. Недостоверность отмеченных изменений связана, возможно, с относительно более низкой исходной величиной зубца РII у детей 5 лет по сравнению с детьми старшего возраста — по нашим данным увеличение этого показателя более, чем в три раза наблюдается от 7 к 8 годам [6].

Некоторое уменьшение амплитуды зубца Т во II стандартном и левых грудных отведениях в ответ на нагрузку является особенностью ответной реакции у детей данного возраста. Как показали наши более ранние исследования с возрастом количество детей, реагирующих на нагрузку увеличением зубца Т, растет [6].

Уменьшение общей длительности сердечного цикла, времени предсердно-желудочковой проводимости и электрической систолы в ответ на нагрузку свидетельствует, в частности, об усилении влияний на миокард со стороны симпатического отдела автономной нервной системы (АНС) [4, 6]. Небольшая выраженность этих изменений возможно обусловлена исходно высокой частотой ритма сердца у значительного количества детей на данном отрезке онтогенеза. Это согласуется с данными индивидуального анализа ЭКГ, проведенного в данном исследовании: у детей с исходно высокой ЧСС пульс на нагрузку практически не менялся, а у детей с ЧСС, не превышающей 80—90 уд/мин, пульс закономерно учащался.

Высокая распространенность различных функциональных нарушений сердечного ритма является одной из отличительных особенностей хронотропной функции сердца в детском возрасте и отмечается в исследованиях большого числа авторов [2, 3, 5, 8, 9]. В частности, тахикардия на данном этапе онтогенеза возможно обусловлена положительным хронотропным эффектом со стороны симпатических нервов.

Функциональные изменения миокарда, такие как нарушения проведения в предсердиях, электрическая альтернация, нарушения внутрижелудочковой про-



водимости, нарушения процессов реполяризации миокарда связаны, вероятно, с морфологическим и функциональным созреванием сердечной мышцы на данном этапе онтогенеза, а также с гетерохронностью процессов роста и развития сердца.

### **ВЫВОДЫ**

1. Абсолютные значения большинства показателей ЭКГ детей 5 лет в целом соответствуют возрастным нормативам.
2. Особенностью ЭКГ детей 5-летнего возраста является высокая частота встречаемости различных изменений ритма и проведения возбуждения, нарушений процессов реполяризации и метаболизма в миокарде.
3. У детей 5 лет динамическая нагрузка вызывает изменение биоэлектрической активности миокарда: амплитуда зубца РП несколько увеличивается; длительность сердечного цикла, продолжительность электрической систолы и предсердно-желудочковой проводимости уменьшаются.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Дощицын В.Л. Практическая электрокардиография.—М.: Медицина, 1987.—336 с.
2. Кубергер М.Б. Руководство по клинической электрокардиографии детского возраста.—М.: Медицина, 1983.—368с.
3. Мазо Р.Э. Электрокардиограммы здоровых детей.—Минск:Изд-во АН БССР, 1961.—198 с.
4. Крысюк О.Н. Возрастные, типологические и индивидуальные особенности биоэлектрической активности миокарда и автономной нервной регуляции сердечного ритма у детей 7—11 лет: Дисс....канд.биол.наук.—М., 2007.—198 с.
5. Осколкова М.К., Куприянова О.О. Электрокардиография у детей.—М.: Медицина, 1986.—286 с.
6. Рублева Л.В. Развитие основных функций миокарда детей 7—15 лет, проживающих в различных экологических условиях: Дисс....канд.биол.наук.—М., 1999.—188 с.
7. Сидоренко Б.А., Суворов Ю.А. Функциональные пробы в кардиологии // Кардиология.—1991.—Т.31, № 2.—С.5—8.
8. Справочник педиатра-кардиоревматолога / Под ред. Р.Э.Мазо.—Минск: Наука и техника, 1982.—342с.
9. Чернышов В.Н., Тарасова Е.А., Трясак О.А. Варианты нарушений ритма сердца и проводимости у здоровых детей школьного возраста // Новое в диагностике, клинике, лечении и профилактике заболеваний детского возраста: Сб. науч. тр.— Ростов-на-Дону, 1988.—С.85—86.

# КРАТКОСРОЧНАЯ АДАПТАЦИЯ СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ МИОКАРДА К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ У ДЕТЕЙ 5 ЛЕТ

Г.В. Кмить<sup>1</sup>

Институт возрастной физиологии РАО, Москва

*Методом поликардиографии изучена реакция сократительной функции миокарда на физическую нагрузку у детей 5 лет. У большинства детей (61%) на физическую динамическую нагрузку отмечался фазовый синдром гипердинамии миокарда, который проявлялся в укорочении фазы изометрического сокращения, снижении времени изгнания крови и механической систолы. У 18% детей отмечен фазовый синдром гиподинамии миокарда, т.е. удлинение периода напряжения за счет фазы изометрического сокращения, снижение времени изгнания крови и механической систолы, а также увеличение индекса напряжения миокарда. Гипердинамический тип реакции является более благоприятным и свидетельствует о хороших функциональных резервах сердца.*

**Ключевые слова:** адаптация, сократительная функция миокарда, поликардиография, физическая нагрузка, дети.

*Reaction of myocardial contractile function to physical exercise in 5-year-old children was studied by use of polycardiography. Most children (61%) reacted to physical dynamic strain by phase syndrome of myocardial hyperdynamia, i.e. decreased isometric contraction phase, shorter period of blood extrusion and decreased mechanical systole. 18% of children demonstrated phase syndrome of myocardial hypodynamia, i.e. increased tension period due to increased isometric contraction phase, shorter period of blood extrusion time, decreased mechanical systole and increased myocardial tension index.*

*The hyperdynamic type of reaction is believed to be more favorable and is indicative of good functional reserves of the heart.*

**Key words:** adaptation, myocardial contractile function, polycardiography, physical exercise, children.

Адаптация организма ребенка к изменяющимся условиям внешней среды представляет собой один из важнейших вопросов возрастной физиологии. Ведущую роль в адаптации организма к воздействию факторов внешней среды играет сердечно-сосудистая система [2, 9].

Исследования ряда авторов показали, что состояние сократительной функции миокарда может являться своего рода индикатором, как срочной адаптационной реакции, так и процесса долговременной адаптации [1, 6, 12].

Наиболее полную информацию о состоянии сократительной функции миокарда у детей можно получить методом поликардиографии. Метод поликардиографии позволяет неинвазивным путем определять продолжительность отдельных фаз систолы и диастолы левого желудочка, что представляет большой инте-

---

Контакты: <sup>1</sup> Г.В. Кмить, ст.научн.сотр., E-mail:almanac@mail.ru

рес при исследовании функциональной способности миокарда и изучении механизмов кардиогемодинамики в процессе возрастного развития и адаптации к различным видам деятельности.

Задачей настоящего исследования явилось изучение особенностей сократительной функции миокарда детей 5 лет в процессе краткосрочной адаптации к физической нагрузке.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения сократительной функции миокарда был применен метод поликардиографии. Проводилась синхронная регистрация ЭКГ во II стандартном отведении, фонокардиограммы с точки Боткина и каротидной сфигмограммы (с сонной артерии) с помощью прибора Поли-Спектр-12. Для реализации поставленных в нашем исследовании задач было обследовано 30 детей 5 лет, посещающих детский сад г. Москвы. Все обследованные дети, согласно данным медицинских карт, относились к I–II группам здоровья и имели физическое развитие, соответствующее возрастным нормам. Исследование проводили в первой половине дня – период наибольшей активности физиологических функций.

Запись исходной поликардиограммы осуществлялась в положении исследуемого лежа, при задержке дыхания, после предварительного отдыха в течение 10 минут. Вторично поликардиограмма регистрировалась сразу после физической динамической нагрузки. В качестве нагрузки использовалась модифицированная проба Летунова (10 приседаний за 30 секунд).

Анализ поликардиограммы базировался на сопоставлении элементов записанных кривых во времени по методике В.Л. Карпмана (1965). С помощью компьютерной обработки кривых вычисляли следующие параметры:

- Продолжительность R–R интервалов (продолжительность сердечного цикла)
  - Фаза асинхронного сокращения (ФАС) – от начала зубца Q ЭКГ до первой большой осцилляции I тона ФКГ (Q–I тон).
  - Фаза изоволюмического (изометрического) сокращения (ФИС) – от начала высокочастотного компонента I тона до начала подъема сфигмограммы сонной артерии или разность между периодом напряжения и фазой асинхронного сокращения.
  - Период напряжения (Т) – от начала зубца Q ЭКГ до начала подъема кривой сфигмограммы сонной артерии с вычетом времени запаздывания пульсовой волны от сердца до сонной артерии (II тон – инцизура каротидного пульса: II тон–I).
  - Период изгнания (Е) – от начала подъема кривой сфигмограммы сонной артерии до самой глубокой точки ее инцизуры.
  - Механическая систола (Sm) – сумма фазы изометрического сокращения и периода изгнания.
  - Общая систола (So) – сумма времени периодов напряжения и изгнания.
  - Электрическая систола (Sэ)
  - Диастолический интервал (D).
- Все величины измерены в миллисекундах.

Помимо указанных показателей, получаемых при непосредственном анализе кривых, определялся еще ряд производных или относительных величин: 1) индекс напряжения миокарда (ИНМ) — отношение времени напряжения к длительности электромеханической систолы в процентах; 2) внутрисистолический показатель (ВСП) — отношение длительности периода изгнания к продолжительности механической систолы в процентах; 3) механический коэффициент Блумбергера — отношение длительности периода изгнания и длительности периода напряжения;

Экспериментальные данные обработаны общепринятыми методами вариационной статистики. Степень достоверности различий между показателями в исходном состоянии и после нагрузки определялась по критерию Стьюдента. Во всех случаях граничным считался уровень значимости при  $p < 0,05$ . В работе использовался метод корреляционного многофакторного анализа. Вращение матрицы проводилось по критерию «Варимакс». Значимыми считались факторные веса от 0,7 и выше.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Исследование показало, что, абсолютные величины параметров сократительной функции миокарда детей 5 лет соответствуют литературным данным [4, 8, 10, 12]. В этом возрасте не выявлено половых различий, что согласуется с данными ряда авторов [10, 11]. По данным И.О.Тупицына (1986) половые различия в длительности фаз сердечного цикла начинают проявляться с 9–10-летнего возраста.

Результаты корреляционного и факторного анализов позволили выявить зависимость между продолжительностью сердечного цикла (R–R) и показателями сократительной активности миокарда, продолжительностью диастолической паузы, а также функциональным состоянием системы. Период напряжения и его фазы оказались тесно связанными с индексом напряжения миокарда, внутрисистолическим показателем. Нами не отмечено каких-либо корреляционных связей между продолжительностью фаз сердечного цикла и соматометрическими параметрами у детей 5 лет. Взаимосвязь сократительной функции миокарда с соматометрическими параметрами и уровнем физического развития у детей школьного возраста была показана в диссертационной работе Н.М. Пресняковой (1979). Наиболее высокие функциональные возможности миокарда были выявлены автором у старших школьников среднего уровня физического развития.

Факторный анализ позволил оценить вклад отдельных составляющих, которые определяют состояние сократительной и насосной функции миокарда у детей 5 лет. Показано, что в главный фактор с большим удельным весом вошли параметры, характеризующие период напряжения (Т, ФИС). На продолжительность периода напряжения и составляющей его фазы изометрического сокращения оказывают влияние: венозный приток крови к сердцу, величина диастолического давления в крупных сосудах, сократительная способность миокарда, степень пресистолического напряжения миокарда [3, 5, 12]. Фаза изометрического сокращения характеризует сократительные свойства миокарда, в этой фазе расходуется большое количество энергии. Таким образом, период напряжения тесно координи-

нирован с другими жизненно необходимыми звеньями энергетического обеспечения клетки сердечной мышцы, а именно, — с гликолизом и креатинкиназной системой [9]. Вошедшие также в этот фактор величины, описывающие отношение длительности периодов напряжения и изгнания (ВСП, ИНМ, МК), характеризуют эффективность сердечных сокращений.

Второй фактор составили продолжительность сердечного цикла (R—R) и диастолической паузы. Его можно условно обозначить как фактор насосной функции сердца.

В третий фактор вошли соматометрические параметры (длина и масса тела).

При изучении реакции сократительной функции миокарда на физическую динамическую нагрузку было показано, что у детей 5 лет происходят существенные перестройки фазовой структуры сердечного цикла в ответ на нагрузку (табл.1). Анализ результатов показал, что в целом по группе динамическая физическая нагрузка приводит к достоверному ( $P<0,05$ ) уменьшению продолжительности периода напряжения и составляющих его фаз. При этом систола общая, электрическая, механическая и время изгнания крови имели тенденцию к снижению. У большинства детей (61%) на физическую динамическую нагрузку отмечался фазовый синдром гипердинамии миокарда, который проявлялся в укорочении фазы изометрического сокращения, снижении времени изгнания крови и механической систолы. У 18% детей отмечен фазовый синдром гиподинамии миокарда, т.е. удлинение периода напряжения за счет фазы изометрического сокращения, снижение времени изгнания крови и механической систолы, а также увеличение индекса напряжения миокарда.

Таблица 1

*Изменение длительности фаз сердечного цикла при физической динамической нагрузке у детей 5 лет ( $M\pm m$ )*

| Момент исслед.       | R—R            | ФАС             | ФИС            | T              | E               | Sm             | So              | Sэ             | Д               |
|----------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Покой                | 689.4<br>±98.2 | 56.1<br>±4.2    | 29.4<br>±3.2   | 85.4<br>±6.11  | 220.6<br>±29.1  | 242<br>±27.7   | 291.6<br>±30.6  | 323.1<br>±22.0 | 381.6<br>±88.6  |
| Сразу после нагрузки | 660.1<br>±92.7 | 52.08<br>±4.03* | 26.4<br>±3.78* | 78.4<br>±6.04* | 207.6<br>±37.87 | 234.0<br>±38.8 | 274.3<br>±28.07 | 314.9<br>±16.4 | 375.8<br>±61.60 |

**Примечания:** \* — различия параметров по сравнению с исходным состоянием.

Гипердинамический тип реакции является, по мнению ряда авторов, более благоприятным и свидетельствует о хороших функциональных резервах сердца [5, 7, 12]. Среди обследованных 5-летних детей преобладали дети с парасимпатическим типом автономной нервной регуляции сердечного ритма (СР) (55%). Можно предположить, что в ответ на функциональную динамическую нагрузку у

этих детей происходит сдвиг АНС в сторону усиления симпатических влияний на СР. Большинство авторов [9, 7, 12] считают, что гипердинамический синдром перестройки сократительной функции миокарда является результатом повышенной активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, а гиподинамический — парасимпатического отдела.

## ВЫВОДЫ

1. Факторный анализ позволил оценить вклад отдельных составляющих, которые определяют состояние сократительной и насосной функции миокарда у детей 5 лет. Показано, что главным фактором является фактор, характеризующий период напряжения и эффективность сердечных сокращений. Вторым фактором составили продолжительность сердечного цикла и диастолической паузы. Его можно условно обозначить как фактор насосной функции сердца. В третий фактор вошли соматометрические параметры (длина и масса тела).

2. При динамической физической нагрузке происходят существенные перестройки фазовой структуры сердечного цикла. В целом по группе обследованных 5-летних детей выявлено существенное уменьшение продолжительности периода напряжения и составляющих его фаз асинхронного и изометрического сокращения.

3. У большинства детей (61%) на физическую динамическую нагрузку отмечался фазовый синдром гипердинамии миокарда, который проявлялся в укорочении фазы изометрического сокращения, снижении времени изгнания крови и механической систолы. У 18% детей отмечен фазовый синдром гиподинамии миокарда, т.е. удлинение периода напряжения за счет фазы изометрического сокращения, снижение времени изгнания крови и механической систолы, а также увеличение индекса напряжения миокарда.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаптация организма учащихся к учебной и физическим нагрузкам/ Под ред. А.Г. Хрипковой, М.В. Антроповой.—М:Педагогика, 1982.—240 с.

2. Берсенева И.А. Оценка адаптационных возможностей организма у школьников на основе анализа variability сердечного ритма в покое и при ортостатической пробе: автореф. дис.... канд. биол. наук.— 2000.— С. 17

3. Галстян А.А. Электромеханическая активность сердца и центральная гемодинамика у здоровых детей школьного возраста. — Ереван: Айастан, 1989— 161 с.

4. Индивидуальные особенности развития системы кровообращения школьников/Под ред. И.О.Тупицына. — М, 1995.— 64 с.

5. Карпман В.Л. Фазовый анализ сердечной деятельности. — М: Медицина, 1965.— 159 с.

6. Кмить Г.В. Функциональное состояние миокарда детей 6—11 лет в процессе развития и адаптации к учебной нагрузке: автореф.дисс...канд.биол.наук.— М.,1992.—18с.

7. Кмить Г.В., Колодько О.Е. Влияние локальной статической нагрузки на сократительную функцию левого желудочка сердца у детей 6—7 лет// Физиология человека.—1990.—Т.16, № 3.—С.55—58

8. Колесниченко С.М. Функциональное состояние миокарда левого желудочка у детей 7–12 лет (по данным эхо- и электрокардиографии): автореф.дисс...канд.биол.наук.—М.,1988.—18с.

9. Меерсон Ф.З. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность.—М: Наука, 1975.—263 с.

10. Преснякова Н.М. Взаимосвязь сократительной функции миокарда с основными показателями гемодинамики у современных школьников 7–17 лет: автореф.дисс...канд.биол.наук.—М.,1979.—24с.

11. Сенько Ф.Н., Петров С.В. Адаптация сократительной функции миокарда к учебным нагрузкам у детей, начавших обучение с 6 лет// Мат. VIII съезда Белорусского физиол. общества.—Витебск, 1987.—С.219–220

12. Тупицын И.О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников: автореф.дис.докт.мед.наук.—М., 1986.—42с.

## ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ДЕТЕЙ 5 ЛЕТ

С.Б. Догадкина<sup>1</sup>

Институт возрастной физиологии РАО, Москва

*Проведено исследование variability сердечного ритма и адаптационных резервов у детей 5 лет. Показано, что среди обследованных преобладают дети с парасимпатическим типом автономной нервной регуляции СР (55% детей). На основании реакции сердечного ритма на активную ортостатическую пробу и характера спектра мощности ВРС были оценены адаптационные резервы (АР) организма (Михайлов 2006). Выделено 3 группы детей: с плохими, удовлетворительными и хорошими АР (48%, 33% и 19% соотв.). У детей с плохими АР отмечены более высокие значения показателей мощности очень низкочастотных и низкочастотных колебаний в сравнении с детьми с удовлетворительными и хорошими АР. Т. обр., состояние симпато-парасимпатического баланса во многом определяет функциональное состояние и адаптационные возможности детей младшего школьного возраста.*

**Ключевые слова:** детский возраст, адаптация, автономная нервная система, variability сердечного ритма, ортостаз.

*Heart rate (HR) variability and adaptation reserves were studied in 5-year-old children. Children with parasympathetic type of HR autonomic nervous regulation prevailed (55%) in the investigated group. Adaptation reserves (AR) of children were assessed based on HR reaction to an active orthostatic test and power spectrum of HR variability. Three groups of children were studied: with low, medium and high AR (48 %, 33 % and 19 %, respectively.). Children with low AR have a higher power of extremely low-frequency and low-frequency fluctuations compared to children with medium and high AR. Thus, the state of sympatho-parasympathetic balance in many respects determines the functional state and AR of 5-year-old children.*

**Key words:** children, adaptation, autonomic nervous system, heart rate variability, orthostatic test.

Оценка адаптационных возможностей организма все в большей мере рассматривается как один из важных критериев здоровья. Онтогенетические закономерности развития приспособительных возможностей в детском возрасте изучены недостаточно, отсутствие единого методологического подхода привело к разрозненности данных, распространению мнения о том, что защитно-приспособительные реакции у детей несовершенны и неполноценны [1 и др.]. В то же время имеются работы, подтверждающие достаточно высокий уровень развития механизмов адаптации даже у новорожденных [4].

---

Контакты: <sup>1</sup> С.Б.Догадкина, ст.научн.сотр., E-mail:almanac@mail.ru



Для оценки адаптации организма к изменяющимся условиям среды используется анализ вариабельности сердечного ритма, позволяющий количественно охарактеризовать активность различных отделов автономной нервной системы через их влияние на функцию синусового узла. Исследования автономной регуляции сердечного ритма подтверждают, что колебания статистических характеристик вариабельности сердечного ритма раньше, чем другие функциональные показатели сигнализируют о чрезмерности нагрузки, так нервная и гуморальная регуляция кровообращения изменяются раньше, чем выявляются энергетические, метаболические и гемодинамические нарушения [12].

Анализ автономных регуляторных влияний на ритм сердца у детей, позволяет не только охарактеризовать состояние механизмов, регулирующих деятельность сердца, но и оценить степень созревания этих механизмов [13; 17].

Особое внимание, среди множества типологических особенностей человека, при характеристике работы сердца и адаптационных возможностей организма, исследователи уделяют типу автономной нервной регуляции. При определении состояния автономной нервной регуляции человека обычно говорят о преобладании симпатических или парасимпатических нервных влияний. Причем, большинство исследователей полагают, что тип вегетативной нервной регуляции организма стойко сохраняется с возрастом [6; 13; 18; 20]. Одни исследователи указывают на то, что при парасимпатическом типе регуляции достигается наиболее экономное функционирование сердечно-сосудистой системы, а дети с преобладанием активности ПНС опережают сверстников по степени зрелости регуляторных систем [5; 8; 15; 16; 17; 18;]. Другие считают, что у детей наиболее благоприятным является эйтоническое (сбалансированное) состояние вегетативной нервной регуляции СР, поскольку именно эти дети отличаются меньшей активностью центральных механизмов регуляции в покое и при выполнении тестовых нагрузок, в то время как выраженная ваго- и симпатотония ограничивает адаптационные возможности детского организма [17; 14; 7].

В задачи нашего исследования входило проведение оценки функционального состояния автономной нервной системы методами спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей 5 лет

## **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Обследовано 40 детей 5 лет, относящихся к I–II группам здоровья.

Проводился спектральный анализ вариабельности ритма сердца. Для оценки баланса между симпатической и парасимпатической системами использовали отношение мощностей низкочастотного и высокочастотного диапазонов спектра (коэффициент LF/HF) [19].

Определяли следующие параметры:

1. Общая мощность спектра (TP-Total Power) – мощность в диапазоне частот от 0.003 до 0.04 Гц. Она отражает суммарную активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм

2. Высокочастотные колебания (0.15–0.40 Гц) Мощность в этом диапазоне связана преимущественно с дыхательными движениями и отражает вагусный

контроль сердечного ритма (колебания парасимпатического отделов вегетативной нервной системы).

3. Низкочастотные колебания (0.04–0.15). Они имеют смешанное происхождение. На мощность в этом диапазоне оказывают влияние изменения тонуса как симпатического (преимущественно), так и парасимпатического отделов АНС.

4. Очень низкочастотные колебания (0.003–0.04), обусловленные по-видимому надсегментарными отделами автономной нервной системы, гормональными влияниями. 5. Мощность в диапазоне высоких частот, выраженная в нормализованных единицах:  $HF_{nu} = HF / (TP - VLF) * 100$ .

6. Мощность в диапазоне низких частот, выраженная в нормализованных единицах:

$$LF_{nu} = LF / (TP - VLF) * 100$$

7.  $LF/HF$  – характеризует соотношение (баланс) симпатических и парасимпатических влияний.

В качестве функциональной пробы в исследовании применяли активную ортостатическую пробу.

После предварительного инструктажа испытуемый проводит 5 мин в горизонтальном положении, затем по команде ребенок не очень быстро, но без задержек принимает вертикальное положение и стоит спокойно по стойке «смирно», однако без напряжения в течение 5 минут. В горизонтальном и вертикальном положении регистрируется ритмограмма в течение 5 мин. Кроме показателей спектрального анализа вариабельности ритма сердца определялись коэффициент  $K30:15$  и показатель «Адаптационные резервы» (АР) [12].

Адаптационные резервы организма оценивали по следующей шкале:

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| – Хорошие             | 12 – 6       |
| – Удовлетворительные  | 6 – 0        |
| – Снижены             | 0 – (-6)     |
| – Значительно снижены | (-6) – (-12) |

Все результаты были подвергнуты статистической обработке с помощью пакета программ «Статистика 6». Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента и непараметрическому критерию Вилкоксона.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты анализа волновой и спектральной структуры ВРС в покое у детей 5 лет представлены в табл.1.

Таблица 1

*Показатели спектрального анализа вариабельности  
сердечного ритма у детей 5 лет ( $M \pm m$ )*

| TP,<br>мс <sup>2</sup> | VLF,<br>мс <sup>2</sup> | LF,<br>мс <sup>2</sup> | HF,<br>мс <sup>2</sup> | LF n,<br>п.у. | HF n,<br>п.у. | LF/<br>HF       | %VLF         | %LF          | %HF         |
|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|
| 8239,2<br>±743,3       | 1162,6<br>±461,5        | 2416<br>±469,0         | 4659,7<br>±473,7       | 27,9<br>±2,8  | 72,0<br>±2,8  | 0,454<br>±0,067 | 15,1<br>±2,4 | 22,2<br>±2,0 | 62,<br>±3,0 |

В целом у большинства детей 5-летнего возраста отмечено хорошее состояние автономной нервной регуляции сердечного ритма. Ритмограмма ВРС у детей характеризуется хорошо выраженными волнами короткого, длинного и очень длинного периодов. Наибольший вклад в регуляцию сердечного ритма вносит парасимпатическая система (фоновая ваготония покоя). Данный вариант регуляции сердечного ритма отражает хорошее физическое состояние и стрессоустойчивость организма.

Спектральный анализ ВРС показал, что частотный спектр variability ритма сердца у всех обследованных школьников характеризуется хорошо выраженными волнами высокой, низкой и очень низкой частот (табл.1).

Выявлены достоверные возрастные различия показателей общей мощности спектра (ТР, мс<sup>2</sup>) и мощности высокочастотного компонента спектра ВРС, вычисленных в абсолютных единицах (HF, мс<sup>2</sup>). У детей 5 лет отмечено высокие значения общей мощности спектра (ТР), мощности высокочастотного компонента в спектре ВРС и низкие значения мощности очень низкочастотного и низкочастотного компонентов спектра ВРС в абсолютных единицах. Отмечены достоверно более низкие значения показателей высокочастотного компонента и высокие значения низкочастотного компонента в % спектра ВРС в сравнении с детьми 4 лет [5], что свидетельствует о преобладании парасимпатических влияний на сердечный ритм у детей 5 лет.

Среди обследованных преобладают дети с парасимпатическим типом автономной нервной регуляции СР (55% детей), у 37% детей – сбалансированный тип регуляции СР и лишь у 8% детей отмечено усиление симпатической активности в автономной регуляции СР.

Ортостатическая проба является одним из наиболее простых и безопасных функциональных тестов, который позволяет оценить резервные возможности системы регуляции кровообращения. Исследование variability сердечного ритма при ортостатической пробе позволяет получить информацию о состоянии различных звеньев регуляторного механизма и об общей адаптационной реакции организма.

Оценка изменений спектральных характеристик сердечного ритма (табл. 2) выявила достоверное снижение общей мощности плотности спектра у детей 5 лет.

Абсолютная и относительная мощность высокочастотного компонента спектра сердечного ритма (HF), характеризующего состояние парасимпатического звена вегетативной регуляции, при ортопробе достоверно снижалась (на 36%) (табл. 2). Абсолютная мощность сверхнизкочастотных составляющих спектра сердечного ритма (VLF) и мощность низкочастотной составляющей спектра сердечного ритма (LF), которая связана с активностью подкоркового вазомоторного центра, достоверно не изменяются у детей 5 лет. Отношение абсолютных значений LF и HF при ортопробе достоверно повышалась. Отмечено достоверное изменение симпатопарасимпатического баланса в сторону снижения сверхнизкочастотного и увеличения высокочастотного компонентов (табл. 2). Отношение минимального значения RR интервала (15 уд.) к самому длинному интервалу – коэф. 30:15 (K<sub>30:15</sub>), характеризующий реактивность парасимпатического отдела АНС и не зависящий от скорости вставания, не отличается от такового у детей 7 лет.

На основании реакции сердечного ритма на активную ортостатическую пробу и характера спектра мощности ВРС были рассчитаны показатели функционального состояния, адаптационных резервов и физиологического состояния [12].

Таблица 2

*Изменение показателей спектрального анализа ВРС при активной ортостатической пробе у детей 5 лет ( $M \pm m$ )*

| Состояние | TP                  | VLF                | LF                 | HF                  | LFn            | HFn            | LF/HF            | %VLF          | %LF            | %HF           |
|-----------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------|----------------|------------------|---------------|----------------|---------------|
| Покой     | 8239,2<br>±3743,3   | 1162,6<br>±461,5   | 2416<br>±1269,0    | 4659,7<br>±1073,7   | 27,9<br>±2,8   | 72,0<br>±2,8   | 0,454<br>±0,067  | 15,1<br>±2,4  | 22,2<br>±2,0   | 62,<br>±4,0   |
| Оргостаз  | 5826,14<br>±2010,29 | 1199,63<br>±386,77 | 1682,28<br>±562,41 | 2944,25*<br>±621,48 | 36,70<br>±4,20 | 63,29<br>±4,20 | 0,801*<br>±0,135 | 18,30<br>±2,8 | 27,79<br>±2,98 | 53,8*<br>±2,6 |

В работе, с использованием метода Михайлова [12], были выделены дети с плохими, удовлетворительными и хорошими адаптационными резервами (табл. 3). Дети с плохими AP имели достоверно более высокие показатели мощности очень низкочастотных и низкочастотных колебаний сердечного ритма в сравнении с детьми с хорошими AP.

Таблица 3

*Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у учащихся 5с разным уровнем AP*

| AP      | TP                 | VLF              | LF                | HF                | LFn            | HFn            | LF/HF         | %VLF           | %LF            | %HF            |
|---------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Плохие  | 8570,0<br>±7364,9  | 1371,3<br>±961,6 | 3086,7<br>±259,94 | 4111,8<br>±3821,7 | 21,23<br>±4,27 | 78,77<br>±4,28 | 0,32<br>±0,09 | 10,09<br>±3,51 | 17,41<br>±2,88 | 72,48<br>±6,11 |
| Хорошие | 10165,4*<br>±438,0 | 887,8*<br>±143,9 | 2356,0<br>±188,9  | 6921,8*<br>±915,1 | 27,12*<br>±1,9 | 72,88<br>±1,9* | 0,40<br>±0,03 | 18,45<br>±2,1* | 20,99<br>±1,6* | 60,58<br>±2,7* |

Дети с плохими AP характеризуются достоверно более низкой общей мощностью спектра за счет более низкой мощности всех высокочастотного компонента (HF). Структура симпатико-парасимпатического воздействия на сердечный ритм значительно отличается от таковой у детей с хорошими AP и характеризуется большим вкладом в регуляцию CP центральных эрготропных (VLF) и симпатических (LF) влияний.

Наиболее высокими адаптационными возможностями обладают дети с парасимпатическим типом автономной нервной регуляции, у них же отмечены наиболее высокие показатели функционального состояния. У детей с преобладанием

симпатической активности в регуляции СР выявлены достоверно более низкие показатели функционального состояния и адаптационных резервов в сравнении с парасимпатотониками.

Таким образом, на основании реакции сердечного ритма на активную ортостатическую пробу и характера спектра мощности ВРС были оценены адаптационные резервы (АР) организма [12]. Выделено 3 группы детей: с плохими, удовлетворительными и хорошими АР (48%, 33% и 19% соотв.). У детей с плохими АР отмечены более высокие значения показателей мощности очень низкочастотных и низкочастотных колебаний в сравнении с детьми с удовлетворительными и хорошими АР.

Таким образом, исследование variability сердечного ритма детей 5 лет в состоянии относительного покоя показало, что значения спектральных и временных показателей ВРС соответствуют таковым, приводимым в работах последних лет [2;12; 5; 10] и указанным в международных стандартах [19]. У всех обследованных детей частотный спектр ВРС характеризовался хорошо выраженными волнами высокой, низкой и очень низкой частот. При этом у большинства обследованных школьников суммарная мощность спектра в диапазонах низких и высоких частот доминировала над величинами мощности спектра в очень низкочастотном диапазоне. Это свидетельствует о преобладании модулирующего симпатопарасимпатического регуляторного влияния над гуморально-метаболическим и центральными эрготропными регуляторными стимулами [12].

У большинства 5-летних детей отмечено хорошее состояние автономной нервной регуляции сердечного ритма. Преобладание НФ-компонента в структуре ВРС учащихся согласуется с представлением об адаптационно-трофическом защитном действии блуждающих нервов на сердце и является показателем индивидуальной устойчивости здорового организма к стрессирующим факторам [3; 12 и др.]. По данным ряда авторов [9; 11] данный возраст характеризуется усилением влияния парасимпатического отдела АНС и снижением активности центрального контура регуляции. Среди обследованных детей 55% составляют дети с преобладанием парасимпатической активности в регуляции сердечного ритма.

Проведение активной ортостатической пробы вызвало существенные изменения временных и спектральных показателей ВРС у детей 5 лет. У всех детей в ответ на ортостатическую пробу значительно снижается мощность высокочастотных колебаний в абсолютных и нормализованных единицах, что также свидетельствует о снижении вагусного контроля сердечного ритма. Относительный рост LF у детей с сбалансированным и парасимпатическим типом автономной нервной регуляции сердечного ритма указывает на активное включение вазомоторного центра в процесс регуляции сосудистого тонуса. У детей с преобладанием симпатических влияний на ритм сердца выявлена неадекватная реакция на ортостатическую пробу, со значительным снижением всех составляющих спектра, что указывает на сниженные адаптационные возможности у детей данной группы. Указанный характер изменений автономной нервной регуляции при проведении активной ортостатической пробы связан с несовершенством автономной нервной регуляции сердечного ритма у детей 5 лет. Дети с преобладанием симпатических нервных влияний на ритм сердца характеризуются сниженными адаптационными возможностями организма.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлены возрастные различия в структуре вариабельности сердечного ритма, характеризующиеся смещением вегетативного баланса в управлении сердечным ритмом в сторону преобладания парасимпатических нервных влияний у детей 5 лет.

2. На основании результатов ортостатического воздействия с анализом переходного периода и волновой структуры вариабельности сердечного ритма выявлены дети с плохими, удовлетворительными и хорошими адаптационными резервами. Дети с плохими адаптационными резервами характеризовались высокими значениями мощности низких и сверхнизких колебаний сердечного ритма.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аболенская А.В., Самохвалова В.П., Разживихина Г.Н. и др. Способ оценки адаптационных возможностей детского организма // Вопр. Охр. Мат. И детства.— 1989.— № 6.— С.50—54

2. Атаманов В.В. Возрастная динамика показателей вариабельности сердечного ритма у здоровых мальчиков и девочек /В.В. Атаманов, С.М. Чечельницкая, О.Ю. Чиркова //Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий: Тезисы докл. междунар. симпозиума.— Москва,1999.— С.144—145.

3. Берсенева И.А Оценка адаптационных возможностей организма у школьников на основе анализа вариабельности сердечного ритма в покое и при ортостатической пробе: Автореф. дис. канд. биол. наук.— 2000.— С. 17 с.

4. Гавриков Л.К. Типологические особенности онтогенетического развития сердечной деятельности плода и новорожденного // Автореф. докт. Мед. наук., 1993.—36с.

5. Галеев А.Р., Игишева Л.Н. Взаимосвязь типа вегетативной регуляции и потребности в двигательной активности.—2002.— <http://www.ortoplus.da.ru/>; [ortoplus@mail.ru](mailto:ortoplus@mail.ru)

6. Глазачев, О.С. Закономерности мультипараметрического взаимодействия функциональных систем у детей в радиоэкологически неблагоприятной среде: Дисс....докт.мед.наук /О.С. Глазачев.— М.,1997.— 284 с.

7. Горст В.Р. Интегративная деятельность нервной системы и адаптивные возможности человека /В.Р. Горст, Н.А. Горст, О.В.Черкашина, И.А. Горюнов, А.Э. Мамедов, А.А. Городовенко //Структурные преобразования органов и тканей в норме и при воздействии антропогенных факторов: Сб. науч.тр. / Астрах.гос.мед.акад.— Астрахань, 2004.— С.89—92.

8. Гуштурова И.В. Особенности центральной и периферической гемодинамики в покое и при физической нагрузке у детей дошкольного возраста.—Автореф. Канд. дис.—Казань, 1996

9. Игишева Л.Н. Возрастные индивидуально-типологические особенности вариабельности ритма сердца у детей и подростков /Л.Н. Игишева, А.Р. Галеев, Е.А. Анисова //Вестник аритмологии.— 2000.— № 18.— С.86.

10. Казин, Э.М. Комплексное лонгитудинальное исследование особенностей физического и психофизиологического развития учащихся на этапах детского, подросткового и юношеского периодов онтогенеза /Э.М. Казин, Н.Г. Блинова,

Т.В. Душенина, А.Р. Галеев // Физиология человека.— 2003.— Т.29.— № 1.— С.70—76.

11. Крещановская Е. Б. Механизмы становления адаптивных свойств ребенка в процессе его роста, развития и перехода от нормы к патологии / Е. Б. Крещановская, Б. А. Пыхтеев // кн.: Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение. — Ижевск, 1996. — С.89.

12. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. —Иваново: Иван. Гос. Мед. академия, 2002.—290 с.

13. Осадшая, Л.Б. Системные механизмы оптимизации и адаптации кардиогемодинамики человека: Автореф. дис....докт.мед.наук /Л.Б. Осадшая.— Москва, 1997.— 39 с.

14. Осколкова, М.К. Функциональные методы исследования системы кровообращения у детей /М.К. Осколкова.— М.: Медицина, 1988.— 272 с.

15. Пыхтина, Л.А. Состояние здоровья и приспособительные реакции подростков 15—16 лет с учетом успешности обучения: Автореф. дис.... канд.мед.наук / Л.А. Пыхтина.— Иваново, 1999.— 20 с.

16. Сапожникова, Е.Н. Ритм сердца у школьников 7—12 лет в покое и при ортоклиностагическом тестировании: Ареф. дис....канд.биол.наук /Е.Н. Сапожникова.— Казань, 2003.— 23 с.

17. Степанова, О.В. Особенности реакций сердечно-сосудистой системы на тестовые нагрузки у детей дошкольного возраста: Ареф. дисс....канд.мед.наук / О.В. Степанова .— Москва, 1986.— 20 с.

18. Шлык Н.И., Красноперова Т.В., Сапожникова Е.Н. и др. Особенности вегетативной регуляции у школьников при умственной и физической нагрузке (по данным математического анализа сердечного ритма)// Программи. обуч. и компьютериз. В учеб.-тренировочном процессе.— Удм. Гос. ун-т.—Ижевск, 1996.— 1996.—С.84—97

19. Heart rate variability. Standards of Measurement, Physiological interpretation and clinical use.// Circulation. 1996.V.93,P.1043—1065

20. Sherwood, A.S. Conceptual and methodological overview of cardiovascular reactivity research /A.S. Sherwood, S.R. Turner //Individual differences in cardiovascular response to stress /Edited by S.R Turner.— N-Y: Plenum Press., 1992.— P.5—27.

## СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРЫ КОЖИ У МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК 9 – 10 ЛЕТ

Т.С.Пронина<sup>1</sup>, В.П.Рыбаков<sup>2</sup>

Институт возрастной физиологии РАО, Москва

*Исследовали суточный ритм температуры тела у детей 9–10 лет, для этого проводился мониторинг на протяжении 48 часов с интервалом тестирования температуры 10 минут. Показано, что среднесуточная температура выше у девочек, чем у мальчиков, а амплитуда ритма выше у мальчиков. В разные периоды суток у детей обоего пола имеются отличия хронобиологических показателей: средний уровень температуры ниже в период пребывания дома и в ночное время, а амплитуда в эти периоды повышается. Выявлены ультрадианные колебания этого показателя с периодами от 60 до 720 минут.*

**Ключевые слова:** детский возраст, температура кожи, биологические ритмы.

*Daily rhythm of surface temperature in 9–10 year-old children was analyzed, for which purpose children's temperature was monitored for 48 hours with 10-minute intervals. Girls have higher daily averaged temperature than boys, whereas boys have higher amplitude of temperature fluctuations. In both boys and girls chronobiological parameters differ at different time of day: average temperature is lower at home, and the amplitude of temperature fluctuations is higher during those periods. Ultradian fluctuations of this parameter with the periods of 60 to 720 minutes were revealed.*

**Key words:** children, surface temperature, biological rhythms.

Температура тела является одним из интегративных показателей общего состояния организма, в том числе, его энергетического обмена и функционирования нейроэндокринной системы. Не случайно, этот показатель в хронофизиологии называют «золотым стандартом», он просто и объективно отражает состояние температурного гомеостаза в данный момент времени [20,21,22]. Кроме того, хронобиологический подход дает возможность оценить во времени температурный гомеостаз в разные возрастные периоды человека [5,7,13,19].

Суточные ритмы занимают ведущее место среди биологических ритмов человека. Современные авторы называют их совокупность и согласованность — временной организацией, подчеркивая, что она играют особую роль, как при синхронизации внутриорганизменных процессов так и при взаимодействии организма с окружающей средой [2,3,7,9,12,15,23]. Среди параметров ритма особое место занимает мезор и амплитуда. Мезор (среднесуточный уровень) отражает центральную линию, вокруг которой происходят колебания физиологической функции на протяжении суток. Амплитуда (размах колебаний) является наиболее пластичным показателем

---

Контакты: <sup>1</sup>Т.М.Пронина, ст.научн.сотр., E-mail: pronina.ts@mail.ru

<sup>2</sup> В.П.Рыбаков, зав. лабораторией функциональной морфологии



и одной из первых изменяется при воздействии различных факторов. Величина амплитуды может служить показателем адаптационного процесса [17,18].

В последнее время биоритмологический подход, рассматривается как ведущий при диагностике, лечении и прогнозе ряда заболеваний, а также при характеристике состояния здоровья [24]. Этот подход основан на выявлении изменений в хронодезме — коридоре динамической (ритмологической) нормы любого показателя [6,14,16,].

Задачей настоящей работы явилось исследование суточной (циркадианной) динамики температуры тела у детей 9—10 лет. Для этого определяли основные хронопоказатели: среднесуточный уровень, величину амплитуды, время акрофазы (максимальное значение показателя). Кроме того, был исследован спектр ультрадианных колебаний температуры.

### **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Для характеристики циркадианного ритма температуры у детей, находящихся в обычном режиме: обучение в школе, домашняя работа, отдых, сон был использован метод измерения температуры: «Термохрон iButton» [10]. Этот метод применяют к объектам с постоянной или периодически меняющейся температурой. Он дает возможность провести мониторинг температуры с любым заданным интервалом тестирования.

Температуру измеряли (в град. С) на верхней трети плеча с помощью таблетки-термометра. Измерения проводили с 10-минутными интервалами на протяжении 48 часов (у каждого испытуемого зафиксировано 280 показаний). В эксперименте принимали участие 32 ребенка (17 мальчиков и 15 девочек).

На основании полученных данных был построен индивидуальный график суточной динамики температуры, рассчитан среднесуточный уровень (мезор), амплитуда циркадианного колебания, установлено время акрофазы.

Периоды ультрадианных колебаний рассчитывали с помощью анализа рядов Фурье. В настоящей работе представлены достоверные периоды этих ритмов с частотой (% от общего количества) их встречаемости у испытуемых.

Кроме того, хронобиологический анализ индивидуальных и групповых показателей температуры тела проводили и в различные периоды активности организма: в период пребывания в школе (с 8 часов 30 минут до 14 часов), в период нахождения дома (с 15 до 22 часов) и в ночное время (с 22 до 7 часов утра).

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Сравнительный анализ суточной динамики температуры тела у детей 9—10 лет показал, что у всех испытуемых во время засыпания температура тела снижалась (в середине ночи наблюдалось еще более резкое снижение показателя до 30—31 градусов), в период просыпания и далее она возрастала (рисунок). Однако, как дневные, так и ночные ультрадианные колебания, их количество и амплитуда имели индивидуальный характер.

В таблице 1 представлены среднесуточная температура и амплитуда суточных колебаний у мальчиков и девочек. Обнаружено, что мезор циркадианного ритма

достоверно выше у девочек ( $p < 0,01$ ). Индивидуальные колебания мезора составляют: у мальчиков  $33,07-34,45^\circ$ , у девочек  $32,91-34,96^\circ$ .

Среднесуточная амплитуда за весь период исследования у мальчиков достоверно больше, чем у девочек ( $p < 0,001$ ). Это указывает на большую лабильность термосистемы организма мальчиков этого возраста. Величина индивидуальных амплитуд лежит в интервале от  $3,0$  до  $9,5^\circ$  у мальчиков, у девочек – в интервале от  $3,38$  до  $6,8^\circ$ .

Основываясь на результатах литературных работ по исследованию величины амплитуды суточных ритмов, как критерия адаптоспособности человека, можно констатировать, что большая величина циркадианной амплитуды у детей этого возраста отражает лучшую приспособляемость к внешним влияниям, и может служить индивидуальным критерием этого физиологического «качества».

Таблица 1

Среднесуточный уровень и амплитуда колебаний температуры у детей 9-10 лет

|           | мальчики         | девочки          |
|-----------|------------------|------------------|
| мезор     | $33,79 \pm 0,02$ | $34,01 \pm 0,01$ |
| t         | 10,34            |                  |
| амплитуда | $5,11 \pm 0,05$  | $4,40 \pm 0,03$  |
| t         | 12,24            |                  |

**Примечание:** t – критерий Стьюдента по сравнению с показателем у девочек

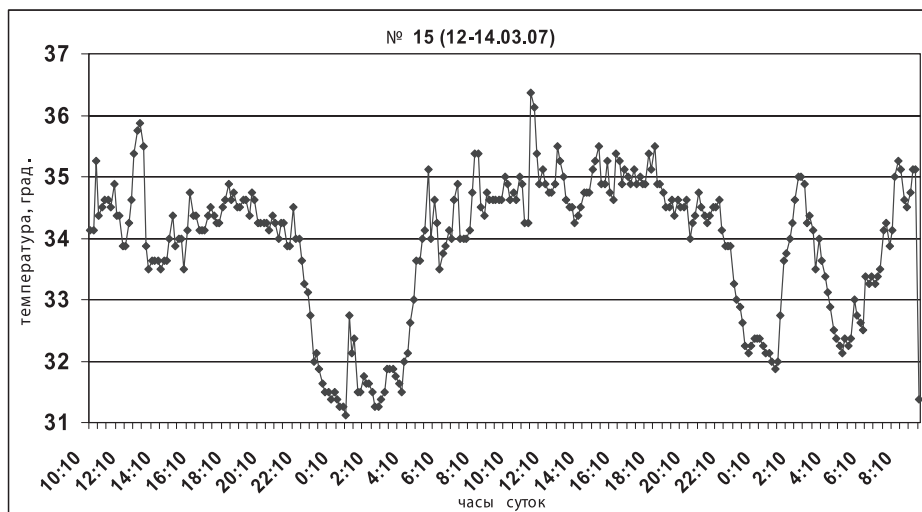


Рис.1. Динамика температуры мальчика 9 лет на протяжении 2-х суток

Акрофаза суточного ритма температуры у большинства обследованных детей (более 80%) находится в интервале 11–12 часов. Второе увеличение (гораздо меньшее) наблюдается в интервале 18–20 часов.

Следующей задачей работы было сравнение хронобиологических особенностей у детей в разные периоды суток: в период пребывания в школе, в период пребывания дома и в ночной период.

Из данных таблицы 2 следует, что величины среднепериодического уровня и амплитуды в разные периоды суток у мальчиков и девочек отличаются. Так, в школьное время наблюдается наименьшая амплитуда колебаний и больший уровень температуры; в период пребывания дома амплитуда возрастает, а температура снижается; ночью величина амплитуды возрастает ( $p < 0,001$ ), а температура еще больше снижается ( $p < 0,001$ ).

Эти изменения хронопоказателей в различные периоды суток можно рассматривать, как изменение физиологического состояния ребенка под влиянием экзогенных условий.

Школьный период, который характеризуется у детей обоего пола повышенным средним уровнем температуры и сниженной амплитудой, является периодом напряжения многих вегетативных функций. Увеличение амплитуды колебаний температуры в период пребывания дома и, особенно, ночью, может отражать период расслабления, «отдыха» многих функциональных систем организма [14].

Следовательно, полученные данные свидетельствуют, что мезор циркадианного ритма температуры — это достаточно устойчивый ритмологический параметр. Он является показателем температурного гомеостаза организма, а его изменение, как в сторону повышения, так и в сторону понижения, в литературе трактуется в качестве патологического состояния. В то же время, амплитуда, как в течение суток, так и в отдельные его периоды изменяется весьма значительно. Высокая подвижность амплитуды является механизмом приспособления временной системы организма к меняющимся факторам среды.

Использование мониторинга с высокой частотой тестирования позволило исследовать спектр ультрадианных колебаний температуры. У детей обоего пола обнаружены достоверные ритмы с периодами от 60 до 720 мин. Однако, у мальчиков ультрадианные ритмы с периодами 60, 90 и 120 мин встречаются значительно чаще (у 60 и более процентов детей). Эти данные могут свидетельствовать о большей лабильности нейрогуморальных и вегетативных реакций у них в этом возрасте. Аналогичные результаты были получены нами ранее у подростков мужского пола 13–14 лет [12].

Температурный гомеостаз, также как и другие физиологические параметры [7,11,13], имеет свои существенные особенности на различных этапах онтогенеза. Так, в исследованиях Губина Г.Д. с соавторами [4,5] было обнаружено резкое сужение хронодезма температурного гомеостаза за счет снижения величины циркадианных амплитуд у людей старческого возраста. Однако в доступной нам литературе мы не встретили исследований циркадианных и ультрадианных ритмов температуры у детей разного возраста.

*Средний уровень и амплитуда колебаний температуры в разные интервалы суток у мальчиков и девочек за весь период исследования*

| Период | Мальчики         |             | Девочки          |             |
|--------|------------------|-------------|------------------|-------------|
|        | Среднее значение | Амплитуда   | Среднее значение | Амплитуда   |
| школа  | 34,30 ± 0,10     | 2,57 ± 0,12 | 34,30 ± 0,04     | 2,05 ± 0,11 |
| дом    | 33,96 ± 0,09     | 3,08 ± 0,18 | 34,32 ± 0,05     | 2,67 ± 0,16 |
| ночь   | 33,30 ± 0,12     | 3,95 ± 0,15 | 33,61 ± 0,04     | 3,35 ± 0,15 |

Примененный в нашей работе мониторинг температуры с малым интервалом тестирования дал возможность оценить у детей параметры ритмов разных периодов. Результаты настоящей работы свидетельствуют, что у детей 9–10 лет имеются достоверные хронобиологические различия, связанные с полом ребенка: мезор температуры у девочек больше, чем у мальчиков, а амплитуда выше у мальчиков, что является показателем большей их адаптоспособности. Об этом же свидетельствуют результаты исследования ультрадианных ритмов: ритмы с меньшим периодом чаще присутствуют у мальчиков. Отсюда возникают вопросы: существуют ли гендерные отличия хронобиологических показателей у детей других возрастов, если это так, то одинаковые ли они, или имеются онтогенетические различия.

### **ВЫВОДЫ**

1. Среднесуточная величина температуры кожи у девочек 9–10 лет выше, чем у мальчиков ( $34,01^{\circ} \pm 0,01$  и  $33,79^{\circ} \pm 0,02$  соответственно), а амплитуда суточных ритмов выше у мальчиков, чем у девочек ( $5,11^{\circ} \pm 0,05$  и  $4,40^{\circ} \pm 0,03$  соответственно).
2. Среднепериодическая температура кожи в ночное время (сон) достоверно ниже, чем в дневное (в школе и дома) у детей обоего пола, амплитуда периодических колебаний увеличена во время пребывания дома и во время сна.
3. Обнаружены ультрадианные колебания температуры кожи в интервале от 60 до 720 мин. Ритмы с периодами 60, 90 и 120 мин. выявлены у большинства мальчиков (в отличие от девочек).

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Анисимов В.Н. Физиологические функции эпифиза // Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова, — 1997, Т.83, № 8, С.1–13.
2. Биологические ритмы (под ред. Ю.Ашоффа) том 2, М., Мир, 1984 – 262с.
3. Герлинская Л.А., Мошкин М.П., Ромашов Н.А. Особенности перестройки циркадных ритмов физиологических функций у крыс разных линий.— Материалы

лы Всесоюзная конференция: Биологическая характеристика лабораторных животных и экстраполяция на человека экспериментальных данных. 1980 г., М., С. 51–52.

4. Губин Г.Д., Вайнерт Л.А. Биоритмы и возраст, Успехи физиол.наук, 1991, Т.22, № 1, С.77–96

5. Губин Д.Г, Губин Г.Д., Куликова С.В. Температура тела человека как проблема хронобиологии. Теоретические и практические аспекты. Циклы. Материалы Третьей международной конференции. Ставрополь: СевКавГТУ, 2001.— С.95–116

6. Доскин В.А. и Лаврентьева Н.А. О методике определения индивидуального биоритмологического профиля в психогигиенических исследованиях. Проблемы медицинской психологии – Л., Медицина, 1976.— С. 12–14.

7. Доскин В.А., Куинджи Н.Н. Биологические ритмы растущего организма. М., Медицина, 1989, — 224с.

8. Деряпа Н.Р, Мошкин М.П., Постный В.С. Проблемы медицинской биоритмологии. М., Медицина, 1985, 208с.

9. Моисеева Н.И., Сысуев В.М. Временная среда и биологические ритмы. Л., Наука, 1981, — 128с.

10. Программа ThermoChron Revisor, сайт: <http://www.elin.ru/>

11. Пронина Т.С. Циркадианные и инфрадианные ритмы экскреции тестостерона и альдостерона у детей. Проблемы эндокринологии, № 5, 1992, С.36.

12. Пронина Т.С., Рыбаков В.П. Суточная динамика температуры кожи у подростков 13–14 лет. Новые исследования, № 1, 2006, С.14–20.

13. Пронина Т.С., Шитов Л.А. Циркадианный ритм гормонов надпочечников и щитовидной железы у взрослых собак и щенков. Проблемы эндокринологии, № 6, 2004, С.39.

14. Путилов А.А. «СОВЫ», «ЖАВОРОНКИ» и другие. О наших внутренних часах и их влиянии на здоровье и характер. – Новосибирский университет, М., Совершенство, 1997, 264с.

15. Рыбаков В.П., Орлова Н.И., Пронина Т.С., Момот И.А., Чернышева Ю.Н. Биологические ритмы ребенка.// в кн.: Физиология развития ребенка,—М., 2000, С. 287–285

16. Сердюковская Г.Н. Социальные условия и состояние здоровья школьников. – М., Медицина, 1979, 184с.

17. Степанова С.И. Биологические аспекты проблемы адаптации – М., Наука, 1986, 244с.

18. Hildebrandt G. The time structure of adaptation //Int. J. Chronobiol. – 1981 – V.7, N 4, P 254.

19. Cagnacci A. Homeostatic versus circadian effects of melatonin on core body temperature in humans // J. Biol. Rhythms, – 1997, V. 12, N 6, P.509–517.

20. Redfern P., Minors D., Waterhouse J. Circadian rhythms, jet lag, and chronobiotics: an overview. Chronobiol. Intern., 1994, 11, 253–256.

21. Reinberg A. Chronobiologie et morbidite//Ann. Med. Interne, — 1980, — Vol 131, S 4, — P, 517–523.

22. Refinetti R., Menaker M. The circadian rhythm of body temperature. *Physiol. Behav.*, 1992, 51, 613–637.
23. Waterhouse J., Minors D., Redfern P. Some comments on the measurement of circadian rhythms after time-zone transitions and during night work. *Chronobiol. Int.*, 1997, 14, 125–132.
24. Williams G., Pirmohamed J., Minors D., Waterhouse J., Buchan I., Arendt J., Edwards R.H. Dissociation of body- temperature and melatonin secretion circadian rhythms in patients with chronic fatigue syndrome. *Clin. Physiol.*, 1996, 16, 327–337.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В альманахе «Новые исследования», выходящем 4 раза в год, могут быть опубликованы прошедшие рецензирование статьи по всем направлениям возрастной физиологии, морфологии, школьной гигиены и физического воспитания детей и подростков.

При направлении статьи в редакцию рекомендуется руководствоваться следующими правилами:

1. На первой странице указываются название статьи, Инициалы и Фамилия автора, учреждение, из которого выходит статья.

2. Объем статьи: Обобщающих теоретико-экспериментальных работ и обзорных работ – не более одного авторского листа (24 стр.), экспериментальных работ – не более 0.8 авторского листа (18 стр.), кратких сообщений и методических статей – не более 4–5 стр.

3. Изложение материала в статье экспериментального характера должно быть представлено следующим образом: краткое введение, методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы, список литературы. Таблицы (не более 3) печатаются на отдельных страницах и должны быть пронумерованы в порядке общей нумерации, в тексте отмечается место, где должна быть помещена таблица.

4. Для иллюстраций статей принимается не более 4 рисунков. Рисунки представляются на отдельных страницах, на полях рукописи указывается место, где должен быть размещен рисунок. Рисунки, как и таблицы, выполняются на отдельных страницах, в тексте отмечается место, где должен быть помещен рисунок.

5. Цитирование авторов производится цифрами в квадратных скобках, список литературы располагать по алфавиту.

6. К статье прилагается аннотация в размере не более 10 строк.

7. Статьи направлять на электронном и бумажном (2 экз.) носителях (Word; шрифт Times 14, через 1.5 интервала, поля стандартные: сверху – 2.5 см, снизу – 2.0 см, слева – 3.0 см, справа – 1.5 см)

8. Редакция оставляет за собой право на сокращение и исправление статей. Рукописи, не принятые в печать не возвращаются. В случае возвращения статьи авторам для исправления согласно отзыву рецензента статья должна быть возвращена в течение 2 мес. в доработанном варианте с приложением первоначального.

*Статьи следует направлять по адресу:*  
119121, Москва, ул. Погодинская 8, корп.2, Институт возрастной физиологии  
РАО, отв. секретарю альманаха Догадкиной С. Б. (комн. 32)  
Тел/факс: (495) 245-04-33, тел: 708-36-83; E-mail: [almanac@mail.ru](mailto:almanac@mail.ru)

Оригинал-макет издания подготовлен издательством «Вердана»  
109507, Москва, Самаркандский бул., д. 17, к. 3

Формат 70x100/16. Усл.п.л. 6,5. Тираж 500 экз. Заказ №  
Отпечатано в типографии «Ако-Принт»  
117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, д. 25, к. 97