

**Российская академия образования  
Институт возрастной физиологии**



**НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

№ 1(22) 2010

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 альманаха 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, 2010, № 1 (22) – 120 с.

**ISSN**

© Институт возрастной физиологии, 2010

© Издательство «Вердана», 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

### **ВОЗРАСТНАЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ**

ОСОБЕННОСТИ ОПОЗНАНИЯ НЕПОЛНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ <i>Фарбер Д.А., Петренко Н.Е.</i> .....	5
--	---

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ СОЧИНЕНИИ МУЗЫКИ У ПОДРОСТКОВ <i>Дикая Л.А.</i> .....	19
---	----

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РЕОРГАНИЗАЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПРИ ЗРИТЕЛЬНОМ ВОСПРИЯТИИ У ДЕТЕЙ 7-8 ЛЕТ И ВЗРОСЛЫХ <i>Звягина Н.В.</i> .....	27
--	----

ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА У ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА <i>Луцкекина Е.А., Подрезная Е.Д., Стрелец В.Б.</i> .....	38
---	----

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ВОЗРАСТА НА НАРУШЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ БОЛЬНЫХ С ЛОКАЛЬНЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ МОЗГА РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА <i>Лассан Л.П.</i> .....	44
--	----

АНАЛИЗ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОГО, АКУШЕРСКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО И СОЦИАЛЬНОГО АНАМНЕЗОВ ДОШКОЛЬНИКОВ С РЕЧЕВЫМИ НАРУШЕНИЯМИ <i>Резцова Е.Ю., Черных А.М.</i> .....	55
---	----

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ 1 КУРСА К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ МЕТОДОМ КРАДИОИНТЕРВАЛОГРАФИИ <i>Каплевич Л.В., Кабачкова А.В.</i> .....	66
---	----

### **ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ**

КОРРЕКЦИЯ ДЕЗАДАПТАЦИИ У СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА <i>Бусловская Л.К., Рыжкова Ю.П.</i> .....	74
---	----

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЦИРКАДНОГО РИТМА ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА У ДЕТЕЙ 8–13 ЛЕТ <i>Пронина Т.С., Рыбаков В.П.</i> .....	83
--	----

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТИПОВ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ <i>Тамбовцева Р.В.</i> .....	92
---	----

**ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ**

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКА ПЛАВАНИЯ СПОСОБАМИ КРОЛЬ НА ГРУДИ И КРОЛЬ НА СПИНЕ У УЧАЩИХСЯ 11-17 ЛЕТ <i>Баранцев С.А., Дементьев В.В.</i> .....	98
--	----

ПОСТРОЕНИЕ ТРЕНИРОВКИ ЮНЫХ ПЛОВЦОВ НА ОСНОВЕ УЧЕТА БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ <i>Соломатин В.Р.</i> .....	110
--	-----

## ОСОБЕННОСТИ ОПОЗНАНИЯ НЕПОЛНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В 9–10 ЛЕТНЕМ ВОЗРАСТЕ. АНАЛИЗ ССП

Д.А.Фарбер, Н.Е.Петренко  
Институт возрастной физиологии РАО  
Москва, Россия

*У детей 9–10 лет анализировались топография и параметры ССП, регистрируемые при предъявлении неполных изображений разного уровня фрагментации, что позволило выявить характер участия различных корковых зон в процессе опознания. Установлена роль лобных областей коры на разных этапах восприятия фрагментарных изображений. Различия опознанных и неопознанных изображений в ССП передних и каудальных отведений во временном интервале 24–75 мс связаны с появлением ранней негативности С1 на опознанные фигуры. В лобных областях достоверно больше при идентификации изображений выражен компонент N250 (Ncl) связанный с опознанием. Изображения, предшествующие опознанию характеризуются возникновением позднего позитивного комплекса, преимущественно в передних областях, не отмеченного в возрасте 7–8 лет.*

**Ключевые слова:** дети, головной мозг, ССП.

*The topography and ERP parameters were analyzed in 9–10 year old children presented with incomplete pictures with various level of fragmentation. It helped to determine the role of different cortex areas in the process of picture identification. It was found out that frontal lobe takes part in the perception of incomplete pictures at different stages. Differences in identified and unidentified pictures in ERP of frontal and caudal leads in the range of 24–75ms are connected with an early negative C1 component. The component N250 (Ncl) connected with identification is manifested significantly higher when identifying the picture. Pictures preceding the identification series are characterized by the late positive complex mainly in frontal areas not mentioned at the age of 7–8.*

**Key words:** children, brain, ERP.

Согласно современным представлениям, восприятие является активным процессом и осуществляется как сложный системный акт, в который включены различные структуры головного мозга, от подкорковых центров до проекционных и ассоциативных областей коры. Восприятие, как и другие психические функции, развиваются в онтогенезе постепенно и гетерохронно, что обусловлено степенью зрелости и характером взаимодействия структур мозга, обеспечивающих данную деятельность [12]. К концу младшего школьного возраста, 9–10 годам, по мере структурно-функционального созревания головного мозга происходят существенные прогрессивные преобразования проекционных и в особенности ассоциативных областей коры. Морфологические исследования показали, что к этому возрасту усложняется структура нейронных ансамблей, включающих разные типы нейронов, увеличивается количество горизонтальных связей [9], объединяющих различные корковые зоны, что в свою очередь приводят к значительным изменениям функциональной организации мозга, приводящим к изменению

электроэнцефалограммы. Формирование близкого к дефинитивному типу ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования обеспечивает оптимальную готовность к восприятию информации и организации деятельности. Специфика организации системы зрительного восприятия в детском возрасте обнаружена при использовании метода регистрации связанных с событием потенциалов и функционально-магнитного резонанса [2,11,19,21,25]. Изучение нейрофизиологических коррелятов опознания лиц по сравнению с другими стимулами у детей 5–8, 9–11 лет и у взрослых показало, что у всех исследуемых групп происходит более сильная активация в вентральном зрительном пути в ответ на лицевые стимулы [19]. Однако вовлечение этих областей при анализе сложных стимулов в разных возрастных группах различно. Если у детей 9–11 лет, как и у взрослых, активность отмечалась в специфичной для лиц фузиформной области, то у детей 5–8 лет в анализе участвуют более каудальные области вентрального зрительного пути (the posterior ventral processing stream).

Для понимания возрастных преобразований процесса зрительного восприятия значительный интерес представляет изучение механизмов, лежащих в основе хорошо известной способности человека опознавать изображение по отдельным его фрагментам. В исследованиях, проведенных на взрослых испытуемых, установлено, что опознание фрагментарных изображений осуществляется при участии различных отделов мозга. При использовании нейровизуализационных методов (PET, fMRI) показано, что опознание фрагментарных изображений [20, 26] происходит в латеральном экстрастриарном регионе, называемом LOC – lateral occipital complex. Причем фузиформная и нижняя теменная извилина более сильно активируются в ответ на опознаваемые (фрагментарные) изображения, по сравнению с неопознаваемыми стимулами [20]. Электрофизиологические исследования с использованием связанных с событием потенциалов у взрослых испытуемых показали, что с опознанием фрагментарных изображений связана негативная волна, регистрирующаяся в каудальных отделах в интервале 240–400 мс и названная «closure negativity – Ncl» [13,16,26]. О возрастных особенностях такого опознания известно мало. Поведенческие исследования показали, что в возрасте 5–7 лет, по сравнению с группами 9–10-летних, процент правильного опознания фрагментарных изображений достоверно ниже [8, 15, 22]. Проведенное нами [14] изучение степени и характера вовлечения различных корковых зон в опознание фрагментарных изображений у детей 7–8 лет показало, что в отличие от взрослых опознание на основе следов в долговременной памяти осуществляется с меньшим участием префронтальной коры в сравнении со взрослыми. Незрелость префронтальной коры, бесспорно, является одним из важнейших факторов, определяющих ограниченные возможности рабочей памяти в 7–8-летнем возрасте, поскольку ее нисходящим управляющим влияниям принадлежит особая роль в системной организации мозговых структур при реализации рабочей памяти. Целью данного исследования было выявление мозговых механизмов, определяющих особенности опознания неполных изображений в возрасте 9–10 лет, путем анализа топографии и параметров ССП при предъявлении изображения разного уровня фрагментации.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В эксперименте участвовало 25 детей (14 мальчиков, 11 девочек) в возрасте 9–10 лет (средний возраст  $9,32 \pm 0,138$ ) имеющих нормальное зрение и не наблюдающихся у невропатолога. Во всех случаях на участие в электрофизиологическом эксперименте было получено согласие детей и их родителей.

Испытуемым предъявлялось 16 знакомых изображений предметов (стул, утюг, очки и др.) и животных (например: слон, верблюд, лошадь) из стандартного набора [24]. Изображения предъявлялись в 5 фрагментарных уровнях (2, 4, 5, 7 и 8 уровни) от более фрагментарного уровня (2) до полного изображения (8 уровень). Размеры изображения составляли 6 x 6 угловых градуса. Для каждого изображения показывались все 5 уровней фрагментации.

Перед каждым фрагментарным изображением испытуемому предъявлялся предупреждающий стимул (восклицательный знак), после предъявлялся вопросительный знак, свидетельствующий о том, что нужно отвечать. Размер вопросительного и восклицательного знаков составляли 4 угловых градуса.

Во время эксперимента испытуемые располагались в затемненном помещении в удобном кресле в 1 метре перед светящимся экраном жидкокристаллического 256-цветного монитора. В произвольно выбираемый промежуток времени (межстимульный интервал 3–5 сек) испытуемому предъявлялся предупреждающий стимул – восклицательный знак. Через 1250–1350 мс после него предъявляется тестовый стимул – фрагментарное изображение. После которого на экране монитора появляется знак вопроса, вслед за которым испытуемый должен был нажать на кнопку пульта, находящегося у него в руках и ответить либо «Не знаю» – если изображение не опознано, либо назвать, что изображено на картинке. Время экспозиции каждого стимула составляло 750 мс. Задачей испытуемого было словесно ответить, какое изображение он видит.

Во время эксперимента проводили непрерывную 20-канальную регистрацию ЭЭГ по системе 10–20% от затылочных (O1, O2), теменных (P3, P4), передневисочных (T3, T4), задневисочных (T5, T6), центральных (C3, C4, Cz) и лобных (F3, F4, F7, F8, Fz) областей. В качестве индифферентного использовался объединенный ушной электрод. Частота квантования сигнала составляла 1000 Гц (система «Neocortex-pro» фирмы «Neurobotics», Россия). Сопротивление электродов не превышало 5 кОм. Частота пропускания усилителя ограничивалась диапазоном 0,1–100 Гц. Контроль глазных движений осуществляли с помощью регистрации вертикальной и горизонтальной электроокулограммы (ЭОГ). Из записи удалялись те реализации, в которых амплитуда ЭОГ превышала 50 мКв.

Для анализа использовались безартефактные отрезки ЭЭГ. Эпоха анализа постстимульного периода составляла 750 мс. Усреднялись следующие классы ССП:

1 – ССП при отсутствии опознания – те уровни фрагментарных изображений, на которые испытуемый отвечал «Не знаю» и которые не предшествовали опознанию;

2 – ССП за 1 один уровень до опознания – те уровни фрагментарных изображений, которые предшествовали правильному опознанию и на которых не давался ошибочный ответ (ответ испытуемого был «Не знаю»).

3 – ССП при опознании – те уровни фрагментарных изображений, на которых объект был правильно опознан.

ССП на ошибочные ответы из анализа были исключены. Усредненные по типам «опознаваемости» стимула, ССП отдельных испытуемых использовались для группового усреднения и анализа с помощью метода Главных компонент. Для выявления Главных компонент использовалась матрица, в которой по горизонтали были представлены амплитуды 750 точек ССП а по вертикали – индивидуальные значения амплитуды каждой из точек при данных экспериментальных условиях: 3 типа стимулов (опознанные/неопознанные/за 1 уровень фрагментации до опознания) x 2 полушария x 7 отведений в каждом полушарии. Далее суммарная амплитуда ССП на временных отрезках, соответствующих выделенным Главным компонентам, обрабатывались с помощью дисперсионного анализа (ANOVA Repeated measure – программа SPSS). Дисперсионный анализ проводился по трем схемам. Во всех схемах использовались следующие факторы: «опознание» (опознанные \ неопознанные), (опознанные \ за 1 уровень до опознания) и (неопознанные и за 1 уровень до опознания; «полушарие» (левое, правое); «отведения» (9 пар отведений). Достоверность различий суммарных амплитуд ССП отдельных областей оценивалась с использованием критерия Стьюдента (T-test).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Компонентный состав ССП

Визуальный анализ и использование метода Главных компонент показано, что ССП регистрируемые при идентификации неполных изображений во всех ситуациях и во всех отведениях имеют сходную конфигурацию и определенную временную последовательность компонент (рис 1). На начальных этапах анализа информации в каудальных отделах наблюдается ранний позитивный компонент P100 (75–129мс). В передних областях в этом временном интервале виден компонент С1, развивающийся в ответ на опознанные изображения. В каудальных областях волна С1 развивается несколько раньше – в интервале 25–74 мс. Вслед за позитивностью P100 регистрируется негативный компонент N200 (130–190), переходящий в компонент P250–300 (191–244 и 245–309 мс). В передних областях в интервале 130–249 мс регистрируется позитивность P200 и следующий за ней негативный компонент N250. В интервалах 310–369 и 370–429 мс в каудальных областях регистрируется волна N350. В передних областях ей соответствует позитивно-негативный комплекс P300–N400. Вслед за этим с 430 мс по всей коре регистрируется поздний позитивный комплекс, имеющий наибольшую амплитуду в передних областях и медленные позитивные и негативные колебания.

### Сопоставление ССП на опознанные и неопознанные изображения

Сопоставление ССП на опознанные и неопознанные изображения приведены на рис 2. Различия между правильно опознанными и неопознанными фрагментарными изображениями (табл. 1а) начинаются на очень ранних этапах анализа информации (75–129мс) и связаны с негативностью, возникающей по всей коре на опознанные стимулы, максимально выраженной в лобных областях («Опозна-



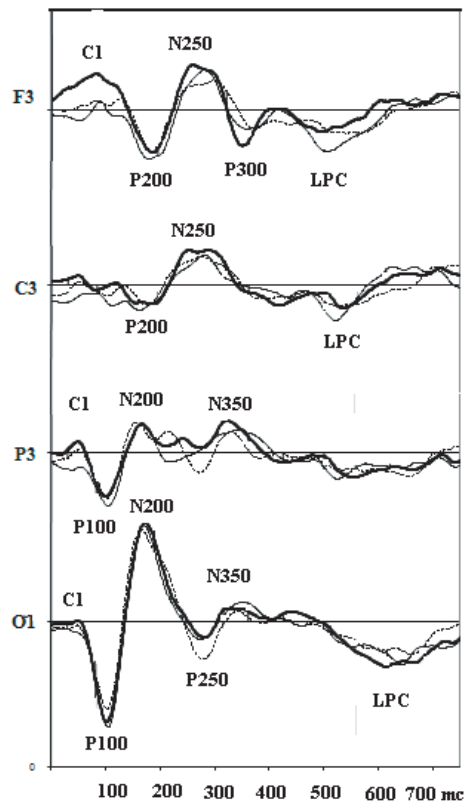


Рис.1. Компоненты ССП на опознанные и неопознанные фрагментарные изображения.

Толстая линия – опознанные изображения; тонкая линия – неопознанные, близкие по уровню фрагментации к опознанным (за 1 уровень до опознания); штрих-пунктир – неопознанные изображения, значительно отличающийся по уровню фрагментации от опознанных. Позитивность на этом и всех последующих рисунках – отклонение вниз.

ние х полушарие»). По критерию Стьюдента различия носят значимый характер в левой лобной области (F3:  $t=2,087$ ,  $df=24$ ,  $p<0,05$ ).

Различия между сопоставляемыми изображениями отражаются так же в компоненте P250 (191–244мс) и носят выраженный межполушарный характер («Опознание х полушарие»). Сравнение по Стьюденту выявило, что компонент P250 имеет большую амплитуду на неопознанные стимулы, по сравнению с опознанными в затылочной ( $t=1,998$ ,  $df=24$ ,  $p<0,05$ ) и задневисочной ( $t=-3,052$ ,  $df=24$ ,  $p<0,005$ ) областях правого полушария. На несколько более позднем временном интервале (245–309мс) различия значимы в правой теменной области ( $t=2,116$ ,  $df=24$ ,  $p<0,045$ ).

Таблица 1  
Влияние фактора «Опознание» и его взаимодействие с другими факторами на суммарные амплитуды ССП  
А. При совместном анализе опознанных и неопознанных фрагментарных изображений

	24-74мс 3 factor	75-129мс 10 factor	130-190мс 11 factor	191-244мс 9 factor	245-309мс 2 factor	310-369мс 7 factor	370-429мс 8 factor	430-499мс 4 factor	500-549мс 12 factor	550-614мс 5 factor	615-679мс 6 factor	680-750мс 1 factor
опознание					F(1;24)=6,26 p=0,02							
Опознание х полушар		F(4;90)=2,98 p=0,026		F(1;24)=4,39 p=0,047				F(1;24)=9,05 p=0,006		F(1;24)=4,45 p=0,045		
Опознание х ответен					F(6;19)=3,56 p=0,016	F(2;48)=3,57 p=0,036				F(6;19)=3,59 p=0,015	F(3;84)=4,79 p=0,002	
опознание х полушар х ответен						F(5;126)=2,32 p=0,044						

Б. При совместном анализе опознанных и предшествующих опознанию фрагментарных изображений

	24-74мс 3 factor	75-129мс 10 factor	130-190мс 11 factor	191-244мс 9 factor	245-309мс 2 factor	310-369мс 7 factor	370-429мс 8 factor	430-499мс 4 factor	500-549мс 12 factor	550-614мс 5 factor	615-679мс 6 factor	680-750мс 1 factor
опознание	F(1;24)=15,9 p=0,001	F(1;24)=4,13 p=0,05										
Опознание х полушар												
Опознание х ответен	F(4;97)=2,66 p=0,037										F(6;19)=2,66 p=0,048	
опознание х полушар х ответен									F(6;19)=2,89 p=0,036			

Б. При совместном анализе опознанных и предшествующих опознанию фрагментарных изображений

	24-74мс 3 factor	75-129мс 10 factor	130-190мс 11 factor	191-244мс 9 factor	245-309мс 2 factor	310-369мс 7 factor	370-429мс 8 factor	430-499мс 4 factor	500-549мс 12 factor	550-614мс 5 factor	615-679мс 6 factor	680-750мс 1 factor
опознание	F(1;24)=15,9 p=0,001	F(1;24)=4,13 p=0,05										
Опознание х полушар												
Опознание х ответен	F(4;97)=2,66 p=0,037										F(6;19)=2,66 p=0,048	
опознание х полушар х ответен									F(6;19)=2,89 p=0,036			

Различия между опознанными и неопознанными стимулами связаны с негативным компоненте N<sub>250</sub>, для которого получено изолированное влияние фактора «опознание» и совместное влияние факторов «опознание x отведение». Сравнение по Стьюденту выявило, что негативность N<sub>250</sub> имеет большую амплитуду на опознанные стимулы, по сравнению с неопознанными в лобных областях как правого, так и в левого полушария (245–309 мс: F3:  $t=2,584$ ,  $df=24$ ,  $p<0,02$ ; F4:  $t=4,321$ ,  $df=24$ ,  $p<0,001$ ; C4:  $t=-2,661$ ,  $df=24$ ,  $p<0,015$ ). Для позитивной волны P<sub>300</sub> (310–369 мс), по данным дисперсионного анализа, получены как регионарные, так и межполушарные различия («Опознание x отведение»; «Опознание x полушарие x отведение»).

Амплитуда компонента P<sub>300</sub> больше на опознанные изображения, по сравнению с неопознанными, различия носят значимый характер в левой лобной области (F3:  $t=-2,278$ ,  $df=24$ ,  $p<0,035$ ).

Различия между опознанными и неопознанными изображениями отражаются в позднем позитивном комплексе (430–499 мс), имеющем большую амплитуду на опознанные стимулы, и носят межполушарный характер («Опознание x полушарие»). По критерию Стьюдента различия значимы в лобно-височной и теменной областях правого полушария (F8:  $t=-2,703$ ,  $df=24$ ,  $p<0,015$ ; T4:  $t=-2,703$ ,  $df=24$ ,  $p<0,015$ ). Для поздних стадий анализа информации, по данным дисперсионного анализа, получены как межполушарные, так и регионарные различия (550–614 мс: «Опознание x полушарие», «Опознание x отведение»; 615–679 мс: «Опознание x полушарие»). На опознанные изображения происходит усиление медленной негативной волны передних преимущественно правого полушария (550–614 мс: C4:  $t=2,247$ ,  $df=24$ ,  $p<0,035$ ; T4:  $t=2,602$ ,  $df=24$ ,  $p<0,017$ ; 615–679 мс: F3:  $t=4,130$ ,  $df=24$ ,  $p<0,001$ ; F4:  $t=2,356$ ,  $df=24$ ,  $p<0,03$ ; F8:  $t=2,912$ ,  $df=24$ ,  $p<0,01$ ).

#### **Сопоставление ССП на опознанные стимулы и изображения, предшествующие опознанию**

Сопоставление ССП на опознанные изображения и изображения отличающиеся от опознаваемых на 1 уровень фрагментации приведены на рис 3 и таблице 16. Различия по данным дисперсионного анализа отмечены на ранних (25–74 мс и 75–129 мс) стадиях анализа информации для изолированного влияния фактора «опознание» и взаимодействия факторов «опознание x отведение». Они связаны с более выраженной негативностью С1 в ответе на опознанные стимулы. Достоверные различия по Стьюденту наблюдаются преимущественно в левом полушарии (25–74 мс: F3:  $t=4,477$ ,  $df=24$ ,  $p<0,0001$ ; F4:  $t=5,265$ ,  $df=24$ ,  $p<0,0001$ ; F7:  $t=2,498$ ,  $df=24$ ,  $p<0,02$ ; F8:  $t=6,521$ ,  $df=24$ ,  $p<0,0001$ ; C3:  $t=3,149$ ,  $df=24$ ,  $p<0,005$ ; T3:  $t=3,383$ ,  $df=24$ ,  $p<0,005$ ; P3:  $t=2,002$ ,  $df=24$ ,  $p<0,05$ ; T5:  $t=2,263$ ,  $df=24$ ,  $p<0,035$ ; 75–129 мс: F3:  $t=2,962$ ,  $df=24$ ,  $p<0,001$ ; F4:  $t=2,343$ ,  $df=24$ ,  $p<0,03$ ; F7:  $t=2,673$ ,  $df=24$ ,  $p<0,015$ ).

На поздних стадиях анализа информации различия между опознанными и предшествующими опознанию изображениями связаны с поздним позитивным комплексом (500–549 мс «опознание x полушарие x отведение»; 550–614 мс – «опознание x отведение»), который имеет большую амплитуду на изображения, предшествующие опознанию в лобной (550–614 мс: F3:  $t=2,409$ ,  $df=24$ ,  $p<0,025$ ) и центральной (500–549 мс: C3:  $t=2,194$ ,  $df=24$ ,  $p<0,04$ ) областях левого полушария.

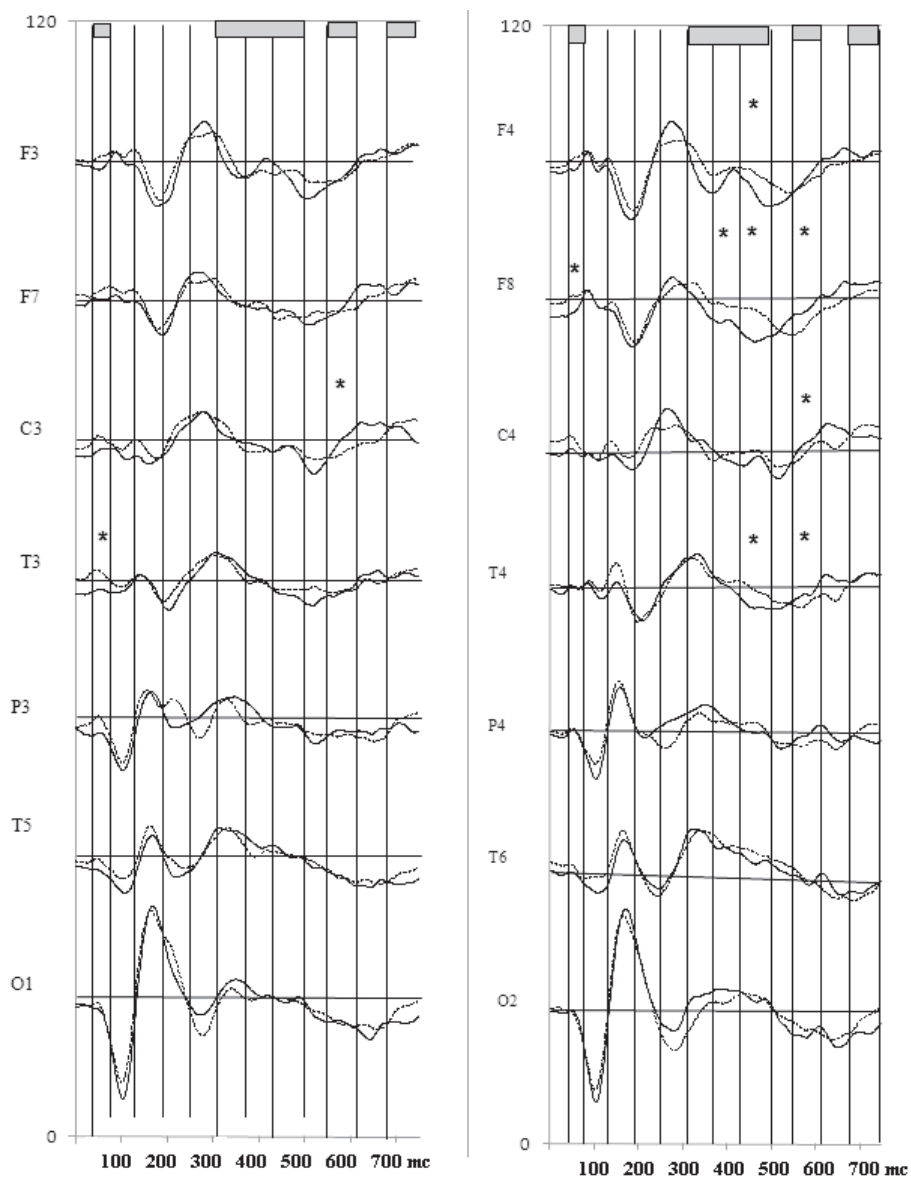
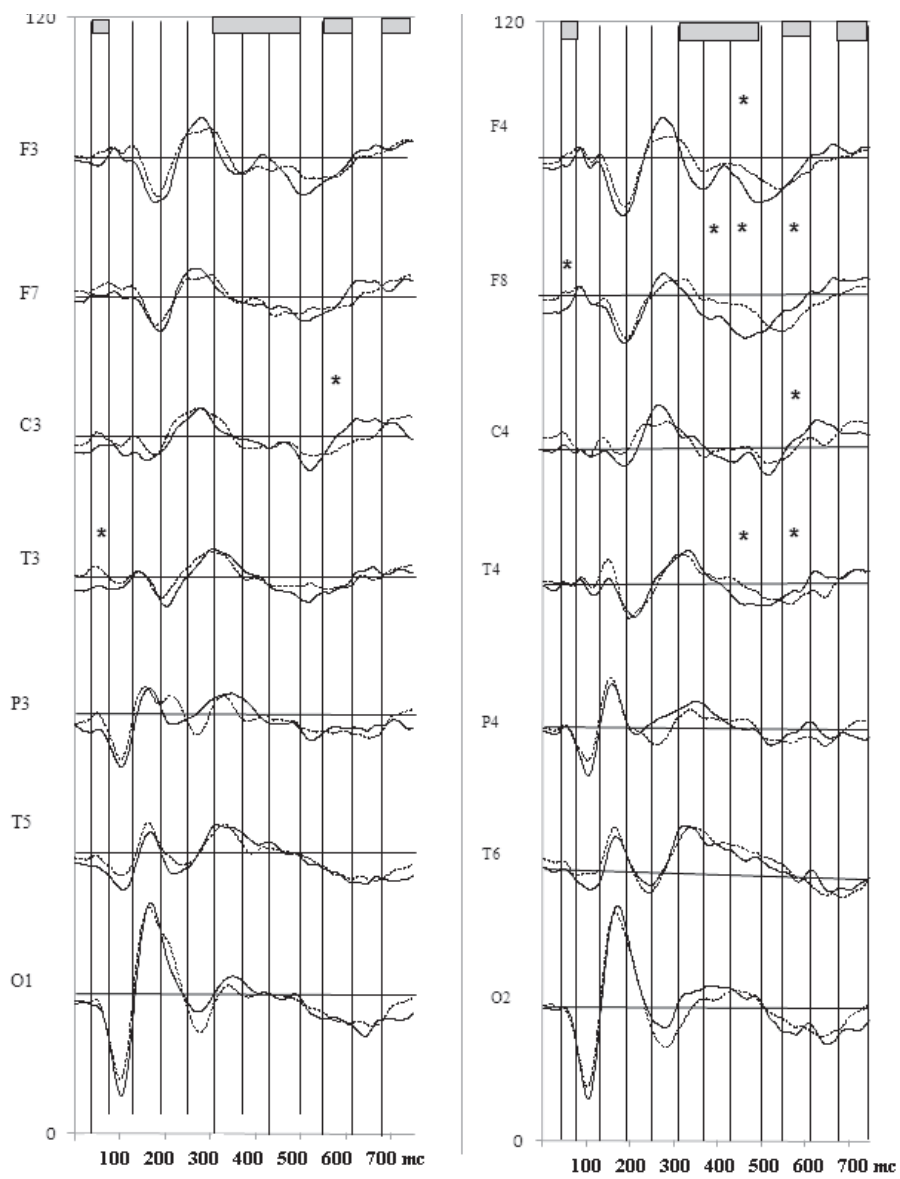


Рис.2. ССП разных областей коры на опознанные (толстая линия) и не опознанные (штрих-пунктир) фрагментарные изображения. Вертикальные линии – границы временных интервалов, выделенных методом Главных компонентов. Серый прямоугольник – значимые различия параметров ССП по результатам дисперсионного анализа (ANOVA – Repeated measure).

\* – значимые различия амплитуды компонентов ССП выявленные при по-парном сравнении по критерию Стьюдента.



*Рис.3. СП разных областей коры на опознанные (толстая линия) и предшествующие опознанию (тонкая линия) фрагментарные изображения. Обозначения как на предыдущем рисунке*

### **Сопоставление ССП на неопознанные стимулы и изображения, предшествующие опознанию**

Сопоставление ССП на неопознанные изображения и изображения отличающиеся от опознаваемых на 1 уровень фрагментации приведены на рис 4 и таблице 1в. По данным дисперсионного анализа наиболее ранние различия существуют в интервале 25–74мс («опознание») и проявляются в усилении ранней негативности на неопознанные изображения (F8:  $t=-2,060$ ,  $df=24$ ,  $p<0,05$ ; T3:  $t=-2,730$ ,  $df=24$ ,  $p<0,015$ ).

На более поздних стадиях анализа информации различия между неопознанным и предшествующими опознанию фрагментарным изображением отражаются на компоненте P300 (310–369мс: «опознание x отведение»), переходящем в поздний позитивный комплекс (370–429 мс: «опознание x полушарие»; 430–499мс: «опознание x полушарие»). Большая его амплитуда наблюдается в передних областях на стимулы, предшествующие опознанию (370–429 мс: F8:  $t=-2,635$ ,  $df=24$ ,  $p<0,015$ ; 430–499мс: F4:  $t=-2,424$ ,  $df=24$ ,  $p<0,025$ ; F8:  $t=-3,374$ ,  $df=24$ ,  $p<0,005$ ; T4:  $t=-2,680$ ,  $df=24$ ,  $p<0,015$ ). Во время развития медленных позитивных и негативных волн, различия отмечаются в интервале 550–614мс: «опознание x отведение» и 680–750мс: «опознание x полушарие x отведение» и связаны с возникновением в ответ на предшествующие опознанию изображения негативных колебаний, ССП на неопознанные стимулы имеет более позитивный потенциал (550–614мс: F8:  $t=2,129$ ,  $df=24$ ,  $p<0,045$ ; C3:  $t=2,064$ ,  $df=24$ ,  $p<0,05$ ; C4:  $t=2,566$ ,  $df=24$ ,  $p<0,02$ ; T4:  $t=2,598$ ,  $df=24$ ,  $p<0,02$ ).

Исследование опознания изображений разного уровня фрагментации у детей 9–10 лет, выявило особенности ССП в различных отделах коры связанные с «уровнем опознания» неполных изображений. Показано, что при опознании фрагментарных изображений, существенную роль играют не только каудальные структуры, связанные с анализом сенсорных характеристик стимула, но и передние ассоциативные зоны коры. Активация каудальных областей при опознании неполных изображений особенно у взрослых испытуемых неоднократно описаны в литературе [13,16,26]. Есть данные об участии в этом процессе фронтальных областей [13–14,18,26,28]. Как и у взрослых испытуемых компонент N250–300, «Ncl – closure negativity», рассматриваемый в литературе в качестве ключевого компонента опознания, базирующегося на сенсорном анализе [13,16,26] у детей 9–10 лет имеет большую амплитуду на опознанные фрагментарные изображения. На ранних стадиях анализа информации в ответ на опознанные изображения происходит увеличение ранней негативности С1, отмеченное как в каудальных, так и передне-центральных областях, что отличает их от взрослых испытуемых, у которых С1 усиливается в ответ на неопознанные изображения. Компонент С1, особенно регистрирующийся в каудальных областях, связывается с привлечением внимания [7,17,23], однако кроме этого этот компонент чувствителен и к эмоциональной составляющей стимула [27]. Можно предположить, что усиление С1 связано с одной стороны с более напряженным вниманием у детей при опознании изображения, а с другой стороны – с тем, что само по себе опознание является мощной эмоциональной посылкой для детей. Интересно отметить отсутствие

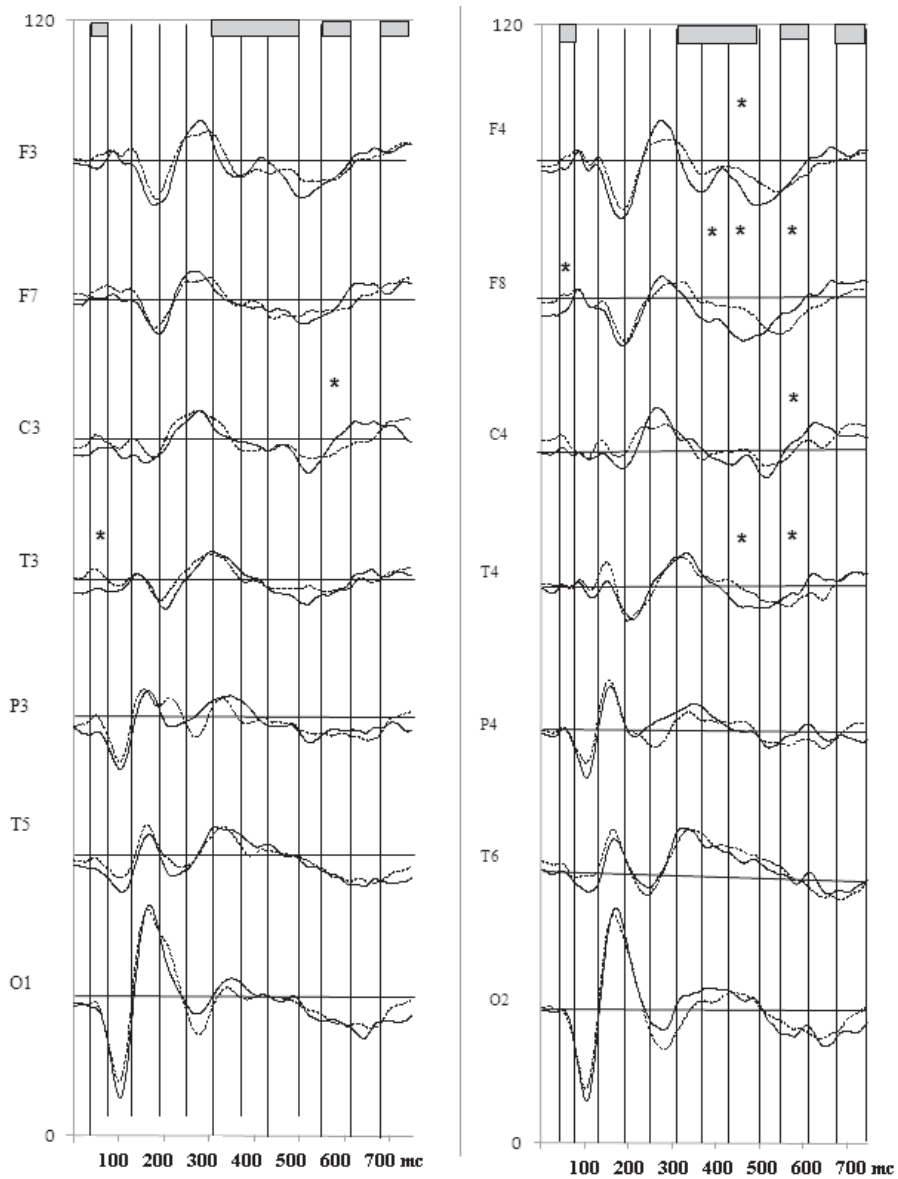


Рис.4. ССП разных областей коры на неопознанные (штрих-пунктир) и предшествующие опознанию (тонкая линия) фрагментарные изображения. Обозначения как на рисунке 2

этого компонента в 7–8 летнем возрасте не только при опознании фрагментарных изображений, но и в ситуации требующей дополнительного привлечения внимания [6]. При опознании фрагментарных изображений в 9–10 лет так же происходит усиление компонента Р300, как и в 7–8 летнем возрасте. Э.А. Костандов [4–5] рассматривает этот компонент как отражение эндогенных когнитивных процессов, связанных с привлечением внимания к значимым характеристикам стимула и принятием решения. Сходные данные получены Д.А.Фарбер и Т.Г.Бетелевой [3,10], которые показали, что с правильностью ответа у взрослых коррелирует поздний позитивный комплекс, связанный с заключительными этапами анализа информации.

У 9–10 летних детей, как и у взрослых испытуемых, на поздних стадиях анализа информации в лобных областях происходит усиление позднего позитивного комплекса на предшествующие опознанию изображения. В то время как у 7–8 летних детей поздний позитивный комплекс в ССП не выражен [14]. Этот факт, как и отмеченное в 7–8 лет более значимое усиление основного комплекса регионарных ССП, включая негативные компоненты N250–N350 не на опознанные стимулы, как это характерно для взрослых, а при предъявлении изображений на один уровень фрагментации отличающихся от опознаваемых, расценивалось нами как показатель несформированности поздних этапов обработки информации, связанных с функциями передне-ассоциативных структур – процессами принятия решений и подготовки к ответу [14]. Полученные данные свидетельствуют о том, что характер опознания неполных изображений к 9–10 летнему возрасту становится более зрелым и приближается к взрослому типу реагирования.

### **ВЫВОДЫ**

1. Анализ топографии и параметров ССП, регистрируемых при предъявлении неполных изображений разного уровня фрагментации позволил выявить характер участия различных корковых зон в процессе опознания в 9–10 летнем возрасте.
2. Установлена роль лобных областей коры на разных этапах восприятия фрагментарных изображений. В лобных областях достоверно больше при идентификации изображений выражен компонент N250 связанный с опознанием.
3. В 9–10 летнем возрасте изображения, на 1 уровень фрагментации отличающиеся от опознанных характеризуются усилением позднего позитивного комплекса, преимущественно в передних ассоциативных областях, не отмеченного в возрасте 7–8 лет.
4. Мозговые механизмы, определяющие опознание неполных изображений претерпевают прогрессивные изменения на протяжении младшего школьного возраста и к 9–10 годам приближаются к дефинитивному уровню.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бетелева Т.Г., Дубровинская Н.В., Фарбер Д.А. Сенсорные механизмы развивающегося мозга. Москва, Наука. 1977



2. Бетелева Т.Г., Синицын С.В., Фарбер Д.А. Возрастные особенности обработки зрительной информации в системе рабочей памяти // Физиология человека, 2009, Т. 35, №6
3. Бетелева Т.Г., Фарбер Д.А. Электрофизиологический анализ межполушарных различий механизмов зрительного опознания // Ж.В.Н.Д., т 34, вып 5, 1984, с. 841–847.
4. Костандов Э.А. Механизмы деятельности мозга человека. Ч. 1. Нейрофизиология человека. // Ред. Н.П. Бехтерева. – Л.: Наука, 1988, с.491–526
5. Костандов Э.А., Важнова Т.Н. Отражение процесса принятия решения в корковой вызванной электрической активности человека. // Журнал высшей нервной деятельности, 1979, Т. 26, № 6, с. 1123–1132
6. Петренко Н.Е. Механизмы опознания глобальной и локальной информации детьми младшего школьного возраста // Новые исследования, 2009, №1 (18), с. 14–26.
7. Петренко Н.Е. ССП при смене стратегии зрительного восприятия в ситуации опознания иерархического стимула // Физиология человека, 2008, Т. 34, №3, с. 23–29
8. Полонская Н.Н. Нейропсихологическая диагностика детей младшего школьного возраста. 2007, Academia, 192с.
9. Семенова Л.К., Васильева В.А., Цехмистренко Т.А. Структурные преобразования коры большого мозга человека в постнатальном онтогенезе. // Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. Л., Наука, 1990, с. 8–44.
10. Фарбер Д.А. Развитие зрительного восприятия в онтогенезе. Психофизиологический анализ // Мир психологии, 2003, № 2, С. 114
11. Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г. Региональная и полушарная специализация операций зрительного опознания. Возрастной аспект. // Физиология человека, 1999, т.25, № 1, с. 15–23.
12. Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г., Формирование системы зрительного восприятия в онтогенезе. // Физиология человека, 2005, т.31, т.5, с 26–36
13. Фарбер Д.А., Петренко Н.Е. Опознание фрагментарных изображений и механизмы памяти. // Физиология человека, 2008, №1, том. 34, с. 5–18
14. Фарбер Д.А., Петренко Н.Е. Особенности опознание фрагментарных изображений в 7–8 летнем возрасте. Анализ ССП // Физиология человека, 2009, Т. 35, №3, с 5–12
15. Sycowicz Yael M. Memory development and event-related brain potentials in children. *Biological Psychology* 54 (2000) 145–174
16. Doniger, G. M., Foxe, J. J., Murray, M. M., Higgins, B. A., Snodgrass, J. G., Schroeder, C. E., and Javitt, D. C. 2000. Activation timecourse of ventral visual stream object-recognition areas: High density electrical mapping of perceptual closure processes. *J. Cogn.Neurosci.* 12:615–621.
17. Foxe J. J., Simpson G. V. Flow of activation from V1 to frontal cortex in humans. A framework for defining «early» visual processing. // *Exp Brain Res*, 2002. v. 142, P.139–150

18. Ganis G., Schendan H., Kosslyn S. Neuroimaging evidence for object model verification theory: Role of prefrontal control in visual object categorization // NeuroImage 34 (2007) 384–398

19. Gathers, A. D.; Bhatt, R.1; Corbly, C. R.; Farley, A. B.; Joseph, J. E. Developmental shifts in cortical loci for face and object recognition// NeuroReport:Volume 15(10)19 July 2004pp 1549–1553

20. Gerlach, C., Aaside, C.T., Humphreys, G.W., Gade, A., Paulson, O.B., Law, I., Brain activity related to integrative processes in visual object recognition: bottom– up integration and the modulatory influence of stored knowledge. Neuropsychologia, 2002, 40, 1254– 1267

21. Greenham S. L., Stelmack R.M.. Event-Related Potentials and Picture–Word Naming: Effects of Attention and Semantic Relation for Children and Adults. // Developmental neuropsychology, 20(3), 2000, pp 619–638.

22. Guyette J. Developmental Trends in Object Recognition From Preschool to Adolescence:A Preliminary Investigation// Psi Chi Journal: Fall 1998,

23. Hillyard SA, Anllo-Vento L (1998) Even t-related brain potentials in the study of visual selective attention. Proc Natl Acad Sci USA 95:781–787.

24. J.G. Snodgrass, J. Corwin, Perceptual identification thresholds for 150 fragmented pictures from the Snodgrass and Vanderwart picture set, Percept. Motor Skills, 1988, V. 67, p.3–36

25. Kok A., Rooijackers J.A. Comparison of event-related potentials of young children and adults in a visual recognition and word reading task // Psychophysiol, 1985, v 22, p11.

26. Sehatpour P., Molholm S., Javitt D. C., Foxe J. J. Spatiotemporal dynamics of human object recognition processing: An integrated high-density electrical mapping and functional imaging study of “closure” processes./ NeuroImage 29 (2006) 605–618

27. Stolarova M., Keil A. and Moratti S. Modulation of the C1 Visual Event-related Component by Conditioned Stimuli: Evidence for Sensory Plasticity in Early Affective Perception.\\ Cerebral Cortex June 2006;16:876–887

28. Stuss, D. T., Picton, T. W., Cerri, A. M., Leech, E. E., & Stethem, L. (1992). Perceptual closure and object identification: Electrophysiological responses to incomplete pictures. Brain and Cognition, 19, 253–266.

29. Viggiano M.R., Kutas M. Overt and Covert Identification of Fragmented Objects Inferred From Performance and Electrophysiological Measures./ Journal of Experimental Psychology: General, 2000, Vol. 129, No. 1, 107–125.

*Работа поддержана грантом РФФИ – №07-04-00205а.*

## НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ СОЧИНЕНИИ МУЗЫКИ У ПОДРОСТКОВ

Л.А. Дикая<sup>1</sup>

Южный федеральный университет,  
Ростов-на-Дону, Россия

*Приведены результаты экспериментального исследования специфичных паттернов ЭЭГ – активности у учащихся старших классов музыкальных школ в процессе мысленного сочинения мелодий с различной эмоциональной окраской. Сопоставлены ЭЭГ-корреляты сочинения музыки и других видов музыкальной деятельности – восприятия, мысленного воспроизведения мелодий. Обсуждается связь нейрофизиологических механизмов музыкального творчества и других видов невербального творчества.*

**Ключевые слова:** творческая деятельность, сочинение музыки, спектральная мощность ЭЭГ.

*Results of an experimental research of specific patterns EEG-activity at the pupils of the senior classes of musical schools in the course of the mental composition of melodies with various emotional colouring are presented. EEG-correlates of music composing and other kinds of musical activity – perception, mental reproduction of melodies are compared. The correlation of neurophysiological mechanisms of musical creativity and other kinds of nonverbal creativity is discussed.*

**Key words:** creative activity, music composing, EEG spectral power.

Активное изучение мозговых механизмов творчества начинается на рубеже XX–XXI веков, когда объективные неинвазивные методы изучения мозговой активности с помощью профессиональных компьютерных программ обработки данных, стали доступны широкому кругу исследователей.

В современных работах описаны результаты исследования особенностей мозговой активности в ходе творческого процесса в отличие от нетворческого, при решении творческих задач в зависимости от пола испытуемых, избранной ими стратегии решения задачи, степени сложности задач, уровня мотивации к нахождению решения [3; 4; 5; 7; 8; 14]. При этом важно изучение мозговых механизмов истинного, внутренне мотивированного творческого процесса. Таким спонтанным творческим актом является сочинение музыки. Исследования нейрофизиологии музыкального творчества носят пока фрагментарный характер [2; 6; 8], в то время как научный интерес к этой сфере продолжает расти. Наименее изучены особенности электрической активности мозга непосредственно в процессе сочинения музыки.

Целью проведённого исследования стало изучение специфичных паттернов ЭЭГ-активности у подростков в процессе интериоризированной когнитивной

Контакты: <sup>1</sup> Л.А. Дикая: E-mail: dikaya@sfedu.ru

деятельности (мысленного сочинения музыки), и сопоставление этих паттернов ЭЭГ-активности, проявляющихся в реализации других видов музыкальной деятельности (восприятия, воспроизведения музыки).

### **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В исследовании приняли участие 17 испытуемых – учащихся старших классов музыкальных школ и училищ в возрасте 14–16 лет, имеющих опыт сочинения музыки.

Для изучения функциональной организации мозга испытуемых во время выполнения музыкальной деятельности регистрировали ЭЭГ в 21 отведениях, расположенных по стандартной системе 10–20, использован многоканальный компьютерный электроэнцефалограф ЭЭГА–21/26 «Энцефалан» версия «Элитная - М» 5.4-10-2.0 с частотой опроса 100 Гц, полосой пропускания от 0,5 до 35 Гц. Использована монополярная схема с ипсилатеральными ушными референтными электродами.

Регистрировалась фоновая ЭЭГ с закрытыми глазами, а также ЭЭГ в функциональных пробах (восприятие, воспроизведение и сочинение музыкального произведения). В первой экспериментальной функциональной пробе подросткам предлагалось в течение 1 минуты слушать отрывки классической музыки фиксированной мощности (20 дБ) с мажорной (фрагмент из оперетты Штрауса «Летучая мышь») и минорной (музыкальный отрывок из балета «Пер Гюнт» Э.Грига) эмоциональной окраской. Во второй экспериментальной пробе испытуемым предлагалось воспроизвести про себя услышанный музыкальный отрывок с мажорной и минорной эмоциональной окраской. В третьей пробе перед испытуемыми ставилась задача сочинить собственные мелодии с такой же эмоциональной окраской, как и ранее прослушанные, а после исследования воспроизвести сочиненную мелодию.

Анализировались отрезки ЭЭГ длительностью 10 секунд, не имеющие артефактов. Рассматривались значения уровней спектральной мощности потенциалов мозга в диапазонах частот: дельта 1 (0,5–2 Гц), дельта 2 (2–4 Гц), тета (4–8 Гц), альфа (8–13 Гц), бета 1 (13–24 Гц) и бета 2 (24–35 Гц), а также когерентные связи биопотенциалов коры мозга между отведениями по каждому диапазону.

Сравнительный анализ различий средних значений показателей спектральной мощности ЭЭГ у испытуемых в различных пробах проводился при помощи t-критерия Стьюдента. Обработка осуществлялась при помощи пакета компьютерных программ «STATISTICA 6.0».

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

В результате сравнительного анализа спектральной мощности ЭЭГ между фоновыми показателями и показателями каждой из функциональных проб (восприятия, воспроизведения и сочинения мелодий) выявлено, что для всех исследуемых видов музыкальной деятельности характерно повышение мощности дельта1- ритма во фронтальных зонах левого полушария (F7, F3), бета1- и бета2- ритма в префронтальной (Fp2, Fpz) и фронтальной зонах (F8) правого полушария и в окципитальных зонах коры левого полушария (O1).

Для процесса сочинения музыки, независимо от характера её эмоциональной окраски, характерно повышение мощности дельта1- ритма по отношению к фону в задней темпоральной зоне левого полушария (Т5), в области стриарной коры и средней височной извилины, где расположены слуховые ассоциативные зоны, связанные с механизмом восприятия ритма и переработки сложных музыкальных характеристик (гармонии, мелодии, ритма) [6].

Сочинение музыки с мажорной эмоциональной окраской (рис.1) сопровождается повышением активности тета- и бета1-ритма относительно фоновых показателей во фронтальных зонах левого полушария (F7, F3), а музыки с минорной эмоциональной окраской (рис.2) повышением активности тета-ритма во фронтальной (F4) и нижней темпоральной зоне (Т6) правого полушария (предклинье), что отражает активацию корково-подкорковых механизмов восприятия звуковых мотивационных раздражителей по типу слуховой подкорковой доминанты, формирующейся в результате мысленного сочинения музыки, активизацию процессов доступа и извлечения из памяти информации, связанной с предыдущим эмоциональным опытом, а также анализ эмоциональной значимости перерабатываемой информации в процессе сочинения музыки. Это подтверждается и данными ЭЭГ исследования эмоций, где передние области коры левого и правого полушарий связываются с валентной размерностью эмоций [9] а задние (особенно правого полушария) – с процессами эмоциональной активации [1].

В результате сравнительного анализа когерентных связей между фоновыми показателями и показателями функциональных проб «сочинение музыки» выявлено, что в процессе сочинения музыки, независимо от характера её эмоциональной окраски наблюдается увеличение значений когерентности между префронтальными (Frz–Fr2) и центральными (Cz–C4) зонами коры правого полушария в дельта1-, дельта2- и тета-диапазонах, а также между париетальными (P3–Pz) зонами правого полушария в дельта2- диапазоне.

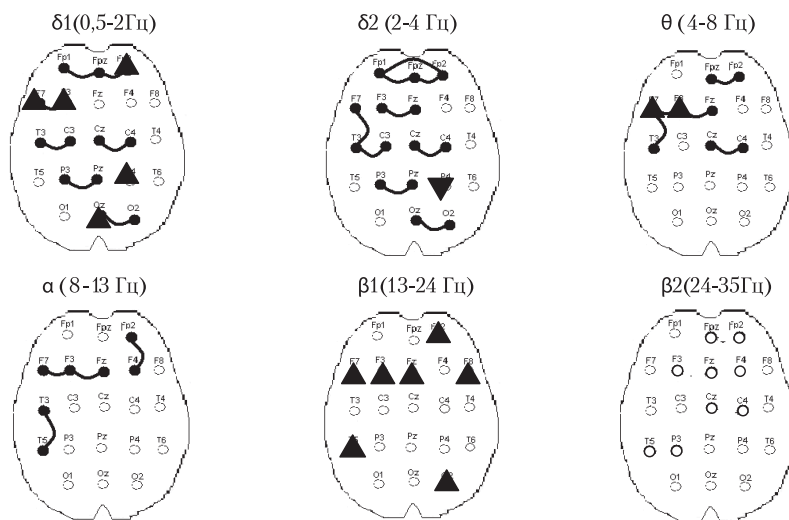
Следует также отметить, что при воспроизведении и сочинении мелодий с минорным эмоциональным оттенком обнаружено повышение мощности низкочастотных дельта 1 – колебаний в темпоральных зонах левого полушария (Т3, Т5), а также альфа-колебаний в фронтальных и темпоральных зонах правого полушария (F4, Т6) (рис.2).

Для процесса сочинения музыки с мажорной эмоциональной окраской характерно возникновение значимых когерентных связей в дельта1- и дельта 2 диапазонах между фронтальными, темпоральными и центральными зонами коры левого полушария (Fr1–Frz, F7–F3, Т3–С3); в тета-диапазоне – между фронтальными и темпоральными зонами (F7–F3, F3–Fz, F7–Т3) левого полушария и в альфа-диапазоне между фронтальными зонами обоих полушарий (F7–F3, F3–Fz, Fr2–F4,) и темпоральными зонами левого полушария (Т3–Т5). При этом число значимых когерентных связей в левом полушарии значительно больше, чем в правом, что отражает паттерн ЭЭГ- активации, характерный для переживания положительных эмоций, которые присутствуют в процессе создания мелодий с мажорной эмоциональной окраской (рис. 1).

В процессе сочинения музыки с минорной эмоциональной окраской выявлены значимые когерентные связи в дельта1, тета-, альфа- и бета 1- диапазонах во

фронтальных (F3–Fz), а в тета-, альфа- и бета1- диапазонах в темпорально-париетальных (T5–P3) зонах левого полушария, а также во всех исследованных частотных диапазонах в префронтальных (Fpz–Fp2) и во всех диапазонах, кроме бета 2, в центральных (Cz–C4) зонах правого полушария. Кроме того, зафиксировано появление высокой когерентности между отдалёнными участками фронтально-центральных и темпорально-окципитальных зон коры правого полушария в бета2-диапазоне (Fp2–Cz, T4–O2, Oz–O2) правого полушария (рис. 2).

Рассматривая результаты сравнения паттернов ЭЭГ-активации, полученные в фоновых и экспериментальных пробах, мы исходим из современных представлений о дельта-колебаниях не только как коррелятах сниженного функционального состояния (сон, патология), но и как сопутствующих компонентов активного состояния [1]. Дельта-ритм отражает деятельность фронто-лимбической системы мозга. При извлечении из памяти эмоциональных образов в процессе генерации эмоций наблюдается усиление мощности в дельта-диапазоне. Констатируется факт вовлечения нейронных сетей, осциллирующих на частоте дельта-активности, в процессы обнаружения аффективной значимости сигнала [1]. Усиление низкочастотной активности в теменно-височных-затылочных областях коры отражает механизмы восприятия ритма, а также переработку сложных музыкальных



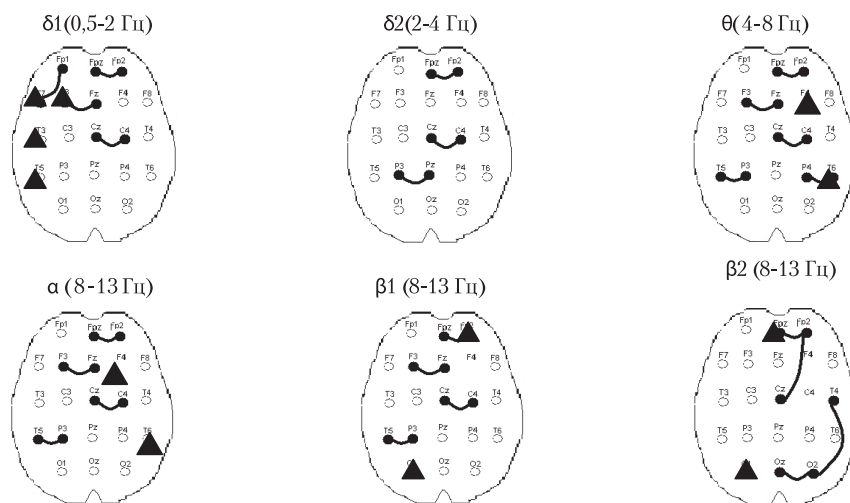
*Рис.1 Статистически достоверные различия спектральной мощности и когерентности ЭЭГ, полученные при сравнении функциональных проб «фон» – «сочинение мажорной музыки». Стрелка вверх на месте соответствующего отведения указывает на большее значение мощности по сравнению с фоном, стрелка вниз – на меньшее значение мощности. Достоверность различий  $p \leq 0,05$ . Оценка достоверности различий проводилась по  $t$ -критерию Стьюдента для зависимых выборок.*

характеристик (гармонии, мелодии, ритма) в этих слуховых ассоциативных зонах [6]. У профессиональных музыкантов и у людей, постоянно слушающих музыку, активность и объём височных отделов слуховой ассоциативной коры значительно больше, чем у других людей [8]. Согласно клиническим данным, повреждение височной и лобной доли левого полушария способно нарушить распознавание и воспроизведение ритмических структур, привести к утрате способности различать ритмический рисунок мелодии [11; 12].

Различные аспекты переработки музыкальной информации связаны с деятельностью многочисленных мозговых структур, одни из которых обеспечивают восприятие музыки (например, височные доли мозга функционально связаны с пониманием мелодии), а другие опосредуют развитие эмоциональных реакций (подкорковые структуры и лобные доли коры) [8].

В нашем исследовании повышение активности и значительной когерентности тета-ритма в теменно-затылочной области мы рассматриваем как отражение процесса активизации доступа и извлечения из памяти эмоциональной информации, процесс поиска новых, оригинальных решений. Как отмечает О.М. Разумникова, выполнение креативных заданий связано с повышением когерентности в темпорально-париетальных отделах коры в тета-1 диапазоне [7].

Активность альфа-ритма ассоциируется с текущим функциональным состоянием человека, на которое оказывает воздействие характер музыки (её мощность,



*Рис. 2. Статистически достоверные различия спектральной мощности и когерентности ЭЭГ, полученные при сравнении функциональных проб «фон» – «сочинение минорной музыки». Стрелка вверх на месте соответствующего отведения указывает на большее значение мощности по сравнению с фоном. Достоверность различий  $p \leq 0,05$ . Оценка достоверности различий проводилась по  $t$ -критерию Стьюдента для зависимых выборок.*



стиль). Так выявлено, что при восприятии классической музыки средней мощности (около 30–60 дБ) в альфа1-диапазоне частот наблюдается узко локализованное повышение спектральной мощности во фронтальных, темпоральных и окципитальных областях коры в правом полушарии и снижение значений спектральной мощности в дельта- и гамма-диапазонах частот преимущественно в левом [2]. В нашем исследовании наблюдались подобные паттерны ЭЭГ-активации в альфа – диапазоне. При сочинении музыки с минорной эмоциональной окраской возрастала мощность во фронтальных (F4) и нижних темпоральных (T6) зонах правого полушария.

Известно, что выраженность бета-ритма возрастает при умственном напряжении, эмоциональном возбуждении. В нашем исследовании повышение активности в бета1- и бета2-частотных диапазонах в префронтальной области правого полушария и окципитальной области левого полушария можно рассматривать как отражение активации творческого процесса при создании музыкального рисунка мелодии. Это подтверждается исследованиями, в которых выявлено, что правильную конструкцию языкового и музыкального синтаксиса (набора правил, определяющего надлежащее соединение элементов – нот и слов, соответственно) обеспечивает участок фронтальной коры, а другие участки отвечают за переработку связанных с ним компонентов языка и музыки [13]. Н.П. Бехтерева также указывает, что при решении творческих дивергентных заданий в правой лобной доле (ПБ 10, 11, 44, 45, 46, 47), а также в теменно-затылочных областях слева (ПБ 37, 7, 19) прослеживалось локальное повышение кровотока [4].

В исследовании О.М. Разумниковой значительное увеличение бета 2 ритма как коррелята успешного дивергентного мышления наблюдалось во фронтальных и теменных зонах (Pr1, T3 и T6) [7]. При этом наблюдается мозаичный характер организации нейронных ансамблей с диффузно-представленной синхронизацией в бета2-диапазоне, которая представляет собой коррелят «дифференцированного внимания», обеспечивающего широко распределённые по разным участкам коры процессы селекции информации, необходимые для решения проблем открытого типа – в нашем случае создания музыкального произведения [7; 14].

Отмечается, что правое полушарие, участвующее в симультанной обработке информации, обеспечивает восприятие целостной мелодии [15].

В исследовании эмоционального воздействия на мозг музыкальных аккордов отмечается, что ответная реакция при восприятии минорных аккордов по сравнению с мажорными проявлялась в повышенной активности миндалины, ретроспинальной коры, ствола мозга и мозжечка [10]. На важности ретроспинальной области в процессе обеспечения эмоций указывала и Н.П. Бехтерева [4].

## ВЫВОДЫ

1. В результате проведённого исследования изучена специфика частотно-пространственной организации ЭЭГ у подростков – композиторов при мысленном создании музыкальных произведений и выявлены её особенности в зависимости от характера эмоциональной окраски.



2. Эмоционально-ритмический характер мысленно создаваемого музыкального произведения отражается в активности низкочастотного дельта-ритма во фронтально-темпоральных зонах левого полушария.

3. Повышение активности и когерентности тета-ритма в париетально-окципитальной зоне в процессе сочинения музыки может рассматриваться как отражение активизации процессов доступа и извлечения из памяти эмоциональных образов, процесс поиска новых, оригинальных решений, связанных с прошлым эмоциональным опытом.

4. Повышение активности бета1- и бета 2-ритма во фронтальной зоне правого и окципитальной зоне левого полушарий может рассматриваться как коррелят «дифференцированного внимания», обеспечивающего широко распределённые по разным участкам коры процессы селекции информации и активацию творческого процесса создания музыкального рисунка мелодии в соответствии с правилами музыкального синтаксиса и в контексте возникающих эмоционально-переживаемых образов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ вызванной синхронизации и десинхронизации ЭЭГ при эмоциональной активации у человека: временные и топографические характеристики / Л.И. Афтанас, Н.В. Рева, А.А. Варламов, С.В. Павлов, В.П. Махиев // Журнал высшей нервной деятельности. 2003. Т.53, № 4. С.485–494.

2. Анализ когерентности ЭЭГ при прослушивании музыки / Р.А. Павлыгина, В.И. Давыдов, А.В. Сулимов, Ю.В. Любимова, Д.С. Сахаров // Журнал высшей нервной деятельности. 2003. Т.53, № 4. С.402–409.

3. Бехтерева Н.П., Медведев С.В., Данько С.Г. Методология исследования нейрофизиологических механизмов творчества: условия, перспективы и внутренние сложности // Физиология человека. 2000. Т. 26, № 5. С. 12–18.

4. Бехтерева Н.П. Магия творчества и психофизиология. Факты, соображения, гипотезы // Когнитивные исследования: Сборник научных трудов: Вып. 2 / под ред. В.Д. Соловьева, Т.В. Черниговской. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2008. С. 9–31.

5. Карлсон И. Креативность: личностный, нейробиологический и когнитивный аспекты // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2005. Т. 2. № 4. С. 122–131.

6. Панюшева Т.Д. Музыкальный мозг: обзор отечественных и зарубежных исследований // Асимметрия (резенцируемый научно-практический журнал). – Том 2. №3. Ноябрь, 2008.

7. Разумникова О.М. Мышление и функциональная асимметрия мозга. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2004. 272 с.

8. Уэйнбергер Н. Музыка и мозг / В мире науки, № 2, февраль 2005.

9. Davidson R. J. Affective style and affective disorders: perspectives from affective neuroscience // Cognit. Emot. 1998. V.12 P.307–330.

10. Emotion processing of major, minor, and dissonant chords: a functional magnetic resonance imaging study / Palsen K.J., Brattico E., Bailey C., Korvenoja A., Koivisto J. Gjedee A., Carlson S. Ann. N. // Y. Acad. Sci. 2005 Dec.;1060:450–3.

11. Malvov L. Amusia due to rhythm agnosia in musician with left hemisphere damage: a non-auditory supramodel defect. *Cortex* 1989; 16: 2: 331–338.

12. Midorikawa A., Kawamura M., Kezuka M. Musical alexia from rhythm notation: a discrepancy between pitch and rhythm // *Neurocase*. 2003. Vol. 9. № 3. P. 232–238.

13. Patel A.D. *Music, Language and the Brain* / Oxford: Oxford University Press. 2008. 520 p.

14. Petsche H. Approaches to verbal, visual and musical creativity by EEG coherence analysis // *Int. J. Psychophysiol.* 1996. Vol.24, N1–2. P. 145–159.

15. Semmes J. Hemispheric specialization. A possible clue to mechanism. *Neuropsychologia* 1968; № 6. P. 11–26.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Рособразования в рамках ФНТП «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2010 г.г.)», проект РОСТ-НИЧ-734.*

## ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РЕОРГАНИЗАЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПРИ ЗРИТЕЛЬНОМ ВОСПРИЯТИИ У ДЕТЕЙ 7–8 ЛЕТ И ВЗРОСЛЫХ

Н.В.Звягина<sup>1</sup>

Поморский государственный университет им. М.В.Ломоносова.  
Архангельск, Россия, biolzv@yandex.ru

*В работе представлены результаты исследований пространственной организации биоэлектрической активности различных отделов коры больших полушарий взрослых и детей 7–8 лет. Выявлены возрастные и половые особенности реорганизации статистических взаимосвязей показателей электроэнцефалограммы при реализации зрительного восприятия.*

**Ключевые слова:** *Возрастные особенности, зрительное восприятие, ЭЭГ, пространственная организация биоэлектрической активности мозга*

*The work presents the results of research on the spatial organization of bioelectric activity of different cortex areas during the process of visual perception in adults and 7–8 year old children. There were found out age and sex differences in the reorganization of statistical correlations of EEG indices when performing visual perception.*

**Key words:** *Age features, visual perception, EEG, the spatial organisation of bioelectric activity of a brain*

Вопросы становления нейрофизиологических механизмов системной деятельности мозга, исследование связей биоэлектрической активности (БЭА) мозга с когнитивной и мыслительной деятельностью человека на разных этапах онтогенеза представляют особый интерес. В последние годы были получены данные о неравномерном и гетерохронном созревании морфо-функциональной структуры различных отделов детского мозга, о формировании основных ритмов электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и о некоторых закономерностях пространственно-временных отношений колебаний ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования, сна и деятельности [12, 13, 16, 21, 22, 23, 27, 28]. Однако, до сих пор остаются неясными многие из закономерностей становления нейрофизиологических механизмов системной организации мозга при его функционально-специфической деятельности. В этом отношении особый интерес представляет зрительное восприятие, как активная, многозвеньевая, высшая психическая функция. Согласно современным представлениям, зрительное восприятие осуществляется как сложный системный акт, в который включены различные специализированные структуры головного мозга, взаимодействующие между собой [2, 3, 15, 20]. Реализация данной психофизиологической функции имеет возрастные особенности, которые находят свое отражение в биоэлектрической активности областей коры и пространственной структуре статистического взаимодействия показателей электроэнце-

Контакты: <sup>1</sup>Звягина Н.В.: E-mail: biolzv@yandex.ru

фалограммы [4, 7, 9, 11, 18, 19]. «Зрелый» характер взаимодействия мозговых структур в процессе деятельности отражается в пространственно-временной организации БЭА головного мозга взрослых. Особенно интересен, с точки зрения изучения организации зрительного восприятия, возраст 7–8 лет, так как, с одной стороны, на данном этапе нейрофизиологические механизмы, обеспечивающие формирование познавательной деятельности, претерпевают прогрессивные преобразования, а с другой стороны – в связи с началом систематического обучения увеличивается нагрузка на данную функцию [3, 13].

Целью исследования было выявление особенностей реорганизации пространственного взаимодействия разных отделов коры головного мозга детей 7–8 лет и взрослых в процессе зрительного восприятия.

Реализация данной цели предполагала изучение вклада различных ритмических составляющих ЭЭГ детей 7–8 лет и взрослых в состоянии спокойного бодрствования и в процессе зрительного восприятия, анализ пространственно-временной организации биоэлектрической активности коры головного мозга обследованных при зрительном восприятии и сравнение анализируемых ЭЭГ-показателей у представителей разных возрастных и половых групп.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Было обследовано 140 детей 7–8 лет и 56 взрослых в возрасте 21 года. Работа проводилась на базе общеобразовательной школы № 17 г. Архангельска и ПГУ имени М.В. Ломоносова.

Исследование проводилось в три этапа. На первом этапе осуществлялся анализ особенностей раннего развития детей 7–8 лет с использованием анкетного опроса родителей и изучения данных анамнеза по школьным медицинским картам. В итоге были отобраны дети, не имеющие патологии в развитии зрительной сенсорной системы и ЦНС. В дальнейшем у этих детей оценивался уровень развития зрительного восприятия [1].

Во втором этапе исследования принимали участие дети, развитие которых по анкете раннего развития и по итогам оценки уровня сформированности компонентов зрительного восприятия соответствовало возрастной норме. Регистрировали ЭЭГ на 24-канальном компьютерном электроэнцефалографе с полосой пропускания – 0.5–30 Гц. Применяли 20 монополярных отведений. 16 электродов располагали симметрично в соответствии с международной схемой «10–20» в префронтальных (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>), задних нижне-лобных (F<sub>7</sub>, F<sub>8</sub>), фронтальных (F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>), центральных (C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>), теменных (P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>), затылочных (O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>), темпоральных (T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>), задневисочных (T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>) областях полушарий. Для более детального анализа биоэлектрической активности височных отделов коры мозга были установлены четыре симметрично расположенных дополнительных электрода в передне-височных (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>) и темпоропарието-окципитальных (ТРО – по методу Т.Г. Бетелевой, 1983) областях обоих полушарий (ТРО<sub>1</sub>, ТРО<sub>2</sub>). В качестве референтного использовали объединенные электроды на мочках ушей. ЭЭГ регистрировали в состоянии спокойного бодрствования (при открытых и закрытых глазах) и в процессе выполнения функциональных нагрузок (ритмическая фотостимуляция и гипервентиляция). Функциональ-

ная зрелость коры головного мозга оценивалась с помощью структурного анализа электроэнцефалограммы по методике И.П. Лукашевич, Р.И. Мачинской и М.Н. Фишман (1999).

Сопоставление данных по уровню развития зрительного восприятия и ЭЭГ-данных, характеризующих функциональную зрелость коры, позволило выявить группу детей 7–8 лет (40 человек), показатели которых соответствовали возрастной норме. Эти дети, а также группа взрослых приняли участие в дальнейшем исследовании возрастных особенностей системной организации зрительного восприятия (третий этап исследования). Данные, полученные при исследовании ЭЭГ взрослых, использовались в качестве «зрелой» модели пространственно-временной организации БЭА головного мозга.

Для выявления особенностей системной организации головного мозга при зрительном восприятии в процессе непрерывной записи ЭЭГ участники исследования выполняли выбор изображений, схожих с эталоном. Анализ ЭЭГ проводился с использованием программ, разработанных сотрудниками Лаборатории нейрофизиологии ребенка Института эволюционной физиологии и биохимии имени И.М. Сеченова РАН [18, 19]. В результате анализа ЭЭГ изучаемых состояний определяли значения спектров мощности по основным частотным диапазонам с использованием быстрого преобразования Фурье, каждые 4 с («эпоха анализа»); оценивали вклад отделов коры головного мозга по интегральным показателям мощности БЭА полушарий, фронтальных и окципитальных областей; вычисляли матрицы (размерностью  $20 \times 20$ ) коэффициентов корреляции (КК) между ЭЭГ от всех отведений попарно. Для каждой эпохи анализа также вычисляли матрицы когерентности ЭЭГ (КОГ) в основных частотных диапазонах – тета ( $\theta$ ), альфа (поддиапазоны  $\alpha 1$ ,  $\alpha 2$ ,  $\alpha 3$ ), бета ( $\beta$ ) (размерностью  $20 \times 20$ ). Значения корреляционных и когерентных матриц многоканальной ЭЭГ усредняли, как в пределах изучаемых функциональных состояний индивидуально, так и по группе в целом, с вычислением средних значений и дисперсии КК и КОГ ЭЭГ. В дальнейшем формировались разностные матрицы КК и КОГ ЭЭГ, элементы которых отражали изменения пространственной организации ЭЭГ, выявляющиеся при зрительном восприятии по сравнению с фоновым состоянием. При всех операциях с коэффициентами корреляции и когерентности применяли z-преобразование Фишера.

Математический и статистический анализ результатов исследования проводился с применением набора компьютерных программ SPSS 11.5 для Windows. В статистическую обработку результатов входил анализ распределения признаков и их числовых характеристик (средних величин, ошибки средней, стандартных отклонений). Оценка достоверности различий проводилась с использованием параметрического t-критерия Стьюдента. Различия считались статистически значимыми при величине вероятности ошибочного принятия нулевой гипотезы о равенстве генеральных средних  $p < 0,05$ .

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

Анализ спектра мощности ЭЭГ в процессе деятельности выявил изменения волновых биоэлектрических процессов неокортекса по сравнению с фоновым

состоянием, как в группе детей, так и в группе взрослых. В ЭЭГ детей наблюдалось снижение спектра мощности альфа-1 и 2 поддиапазонов в постцентральных областях обоих полушарий, достоверное увеличение спектра мощности тета-ритма в специфических для данной деятельности областях (затылочные области, зоны ТРО, левая передне-височная область) и увеличение представленности бета-ритма в височных областях обоих полушарий.

В ЭЭГ взрослых выявлено достоверное снижение мощности всех поддиапазонов альфа-ритма в специфических для зрительного восприятия и анализа информации областях (затылочные, теменные, височные), достоверное снижение тета-активности в задне-нижне-лобной, височных областях правого полушария и достоверное увеличение спектра мощности тета-ритма в темпоро-парието-окципитальных и затылочных отведениях обоих полушарий головного мозга. При решении зрительных задач достоверно возрос спектр мощности бета-ритма в средневисочной, передневисочной и затылочной областях коры. Устойчивая десинхронизация и снижение спектра мощности основного ритма покоя является объективным показателем активации мозга при умственной деятельности. Увеличение спектра мощности в обозначенных областях по тета-ритму возникает при решении зрительно-пространственных задач, требующих детального изучения стимула; по бета-ритму – при выполнении заданий с элементами зрительно-пространственного гнозиса [8, 18, 19; 25; 24].

При анализе показателей ЭЭГ в процессе реализации зрительных задач детьми и взрослыми были выявлены возрастные и половые особенности по уровню вклада правого – левого полушарий и фронтальных – окципитальных областей коры в БЭА (таблица 1). У девочек и женщин при реализации зрительных задач выявлена тенденция к снижению разницы вклада в БЭА коры областей обеих гемисфер с возрастом. У представителей мужского пола в процессе зрительного восприятия с возрастом происходит перераспределение участия полушарий в пользу правой гемисферы и усиление вклада окципитальных отделов в формировании БЭА коры. Представленные данные согласуются с положением о совместном участии структур правого и левого полушарий в когнитивной деятельности у представителей женского пола и о более выраженной специализации полушарий у представителей мужского пола [5].

Анализ показателей КК ЭЭГ изучаемых состояний у детей 7–8 лет обнаружил специфику нейрофизиологического обеспечения зрительного восприятия (рис. 1). При выполнении зрительных задач формируются ипси- и контралатеральные статистические связи показателей ЭЭГ затылочных отделов с БЭА задневисочных структур правого и левого полушарий. Взаимодействие фронтальных отделов с передневисочными областями неокортекса характеризовались достоверным снижением связей.

При анализе пространственной организации статистических связей БЭА коры мозга детей в процессе зрительного восприятия выявлены некоторые половые особенности: у мальчиков, по сравнению с девочками: дистантные статистические взаимодействия функциональных структур коры менее выражены, ипси- и контралатеральные статистические связи между фронтальными и окципитальными

Таблица 1

*Вклад отделов коры больших полушарий в интегральный показатель мощности БЭА (%) в процессе зрительного восприятия у обследованных детей 7–8 лет и взрослых (по интегральным показателям основных диапазонов частот ЭЭГ)\**

Изучаемые состояния	Группы обследованных	Отделы коры больших полушарий			
		Левое полушарие	Правое полушарие	Фронтальные отделы	Окципитальные отделы
Фон	Девочки	50,2	49,8	49,1 <sup>(2)</sup>	50,9 <sup>(2)</sup>
	Мальчики	50,0	50,0	48,7 <sup>(2)</sup>	51,3 <sup>(2)</sup>
	Женщины	50,2	49,8	46,0 <sup>(2)</sup>	54,0 <sup>(2)</sup>
	Мужчины	49,9	50,1	45,5 <sup>(2)</sup>	54,5 <sup>(2)</sup>
Восприятие зрительных стимулов	Девочки	51,4	48,6	48,2	51,8
	Мальчики	53,5 <sup>(2,3)</sup>	46,5 <sup>(2,3)</sup>	47,3 <sup>(2,3)</sup>	52,7 <sup>(2,3)</sup>
	Женщины	51,2 <sup>(1)</sup>	48,8 <sup>(1)</sup>	48,9 <sup>(1)</sup>	51,1 <sup>(1)</sup>
	Мужчины	42,3 <sup>(1,2,3)</sup>	57,6 <sup>(1,2,3)</sup>	42,7 <sup>(1,2,3)</sup>	57,3 <sup>(1,2,3)</sup>

**Примечание:** \* Отличия достоверны (по Bonferroni) при  $p \leq 0,05$ :

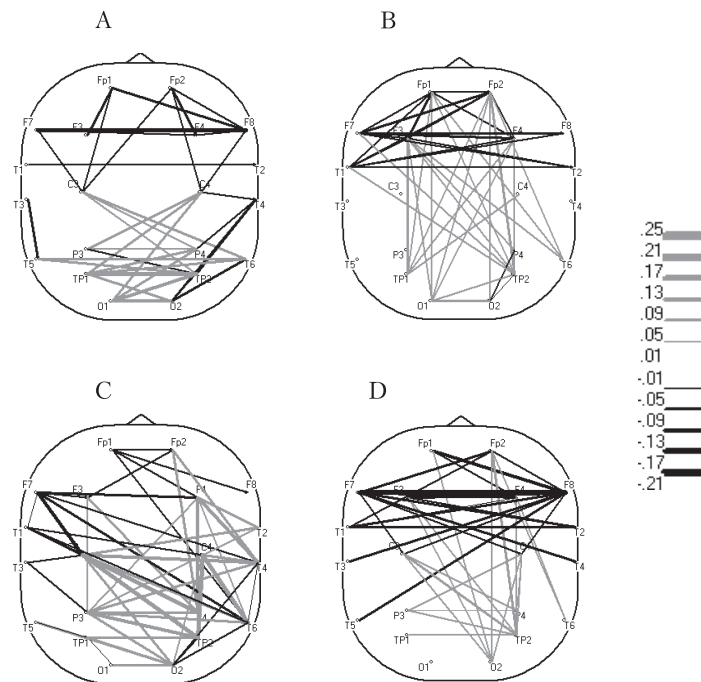
1 – по полу в данной возрастной группе;

2 – по возрасту в данной половой группе;

3 – по величине вклада отделов коры (правого-левого полушарий; фронтальных-окципитальных отделов).

областями неокортекса слабее, деятельность фронтальных, прецентральных и передневисочных областей коры менее согласована. Независимая деятельность фронтальных структур коры головного мозга и их меньшее участие в зрительной деятельности у мальчиков, вероятно, связано с меньшей, по сравнению с девочками, функциональной зрелостью лобных отделов неокортекса и незавершенным процессом миелинизации длинных нейронных отростков, связывающих удаленные участки коры [6, 14, 26]. Анализ возрастных особенностей статистического взаимодействия областей неокортекса при зрительном восприятии по сравнению с фоновым состоянием выявил, что формирование ипси- и контралатеральных статистических связей ЭЭГ во фронто-окципитальном направлении достигает своего максимума только у взрослых (рис.1). С возрастом наблюдается усиление «дистантно-диагональных» корреляционных связей, в особенности между ассоциативными областями коры больших полушарий головного мозга с участием височных отделов. «Диагональное» расположение активированных зон левого и правого полушарий оказывается одним из наиболее часто наблюдаемых ЭЭГ феноменов при мыслительной деятельности, что связывают с наличием в межполушарной деятельности неокортекса «когнитивной оси» [11]. Таким образом, обнаруженная специфическая организация статистических связей ЭЭГ взрослых, вероятно, отражает пространственную структуру обеспечения зрительного опознания зрелого мозга.





*Рис. 1. Изменения пространственной структуры межрегионального взаимодействия потенциалов коры больших полушарий головного мозга детей 7–8 лет и взрослых при зрительном восприятии по сравнению с фоновым состоянием.*

*Обозначения: А – мальчики 7–8 лет, В – девочки 7–8 лет, С – мужчины, D – женщины.*

*Справа: шкала градаций уровня изменений показателей КК.*

*Представлены достоверные изменения корреляционных связей ЭЭГ в процессе зрительного восприятия по сравнению с фоном при  $p = 0,005$ , серые линии – усиление взаимосвязей, черные – снижение.*

Исследование пространственно-временной структуры статистического взаимодействия биопотенциалов мозга при зрительном восприятии с помощью анализа КОГ ЭЭГ выявило различия у представителей разных возрастно-половых групп (рис. 2). Для ЭЭГ мальчиков, по сравнению с ЭЭГ девочек, характерны более выраженные очаги усиления функции КОГ в тета-диапазоне (максимальное значение функции КОГ = 0,28). В бета-диапазоне у мальчиков когерентные связи были распределены, в основном, между постцентрными областями. При анализе ЭЭГ девочек в процессе зрительного восприятия выявлено усиление синхронизации волновых процессов в бета-диапазоне практически всех областей неокортекса с большей выраженностью в левой гемисфере (максимальное значение функции КОГ = 0,14).



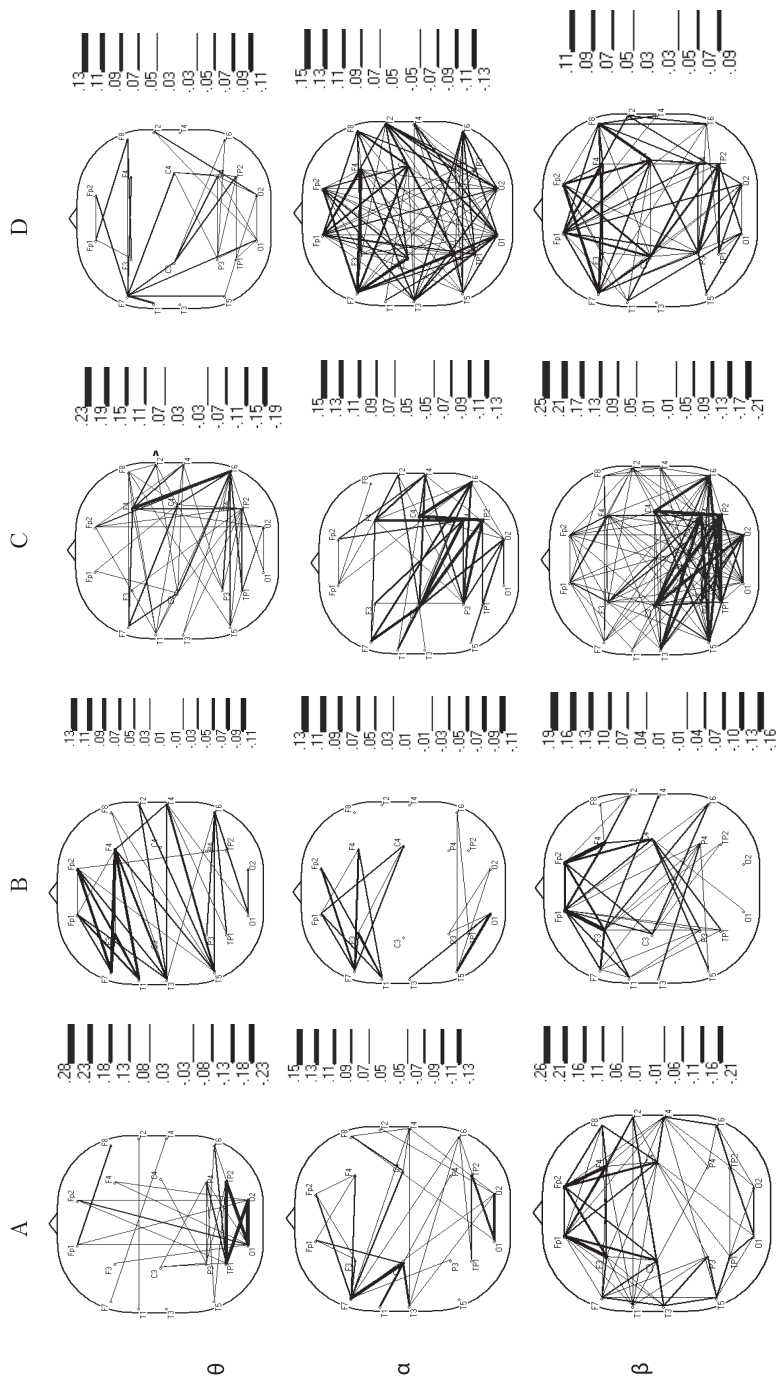


Рис. 2. Особенности изменений пространственной структуры когерентных связей колебаний биопотенциалов в различных частотных диапазонах ЭЭГ детей 7–8 лет и взрослых при зрительном восприятии по сравнению с фоновым состоянием.  
 Обозначения: А – мальчики 7–8 лет; В – девочки 7–8 лет; С – мужчины; D – женщины; D – справа от картограмм – шкалы градаций уровня изменений показателей КОГ ЭЭГ в процессе зрительного восприятия по сравнению с фоном, серые линии – усиление КОГ, черные – снижение.

Таким образом, на данном возрастном этапе при реализации зрительных задач фокус волновой активности коры локализуется в постцентральных и центральных областях у мальчиков по большей части в тета-диапазоне (отведения С<sub>3</sub>, Р<sub>3</sub>, Р<sub>4</sub>, О<sub>1</sub>, О<sub>2</sub>, Т<sub>5</sub>, Т<sub>6</sub>, ТРО<sub>1</sub>, ТРО<sub>2</sub>), у девочек – в бета-диапазоне (отведения С<sub>3</sub>, С<sub>4</sub>, Т<sub>3</sub>, Р<sub>3</sub>, Р<sub>4</sub>, Т<sub>5</sub>, Т<sub>6</sub>, ТРО<sub>1</sub>, ТРО<sub>2</sub>). По данным ряда авторов когнитивная деятельность, как форма активного бодрствования, вызывает повышение мощности и усиление синхронизации в бета-диапазоне [8, 18]. Считается, что усиление тета-синхронизации при когнитивной деятельности особенно в сагиттально-фронтальном направлении соответствует периодам наибольшей концентрации внимания и коррелирует со скоростью его выполнения [8, 17; 18, 19].

При анализе функции КОГ изучаемых состояний в группе взрослых также были выявлены некоторые особенности пространственной синхронизации БЭА в зависимости от пола. Для ЭЭГ мужчин, по сравнению с ЭЭГ женщин, характерны более выраженные очаги усиления волновой активности по всем диапазонам, однако максимальные значения функции КОГ зафиксированы в бета-диапазоне (КОГ=0,25). Наибольшее количество когерентных связей по всем диапазонам ЭЭГ мужчин наблюдалось в правом полушарии. У женщин выявлено формирование межполушарных когерентных связей в тета- и бета-диапазонах между центральными, височными и постцентральными областями неокортекса обоих полушарий (рис. 2).

Подводя итог, можно предположить существование двух «моделей» в обработке зрительной информации. КОГ в группе мальчиков 7–8 лет и мужчин характеризуется более контрастными значениями, что вызвано появлением более мощных очагов десинхронизации и синхронизации БЭА неокортекса по всем диапазонам ЭЭГ (значение КОГ от 0,28 до -0,23). С возрастом когерентные связи в данной половой группе становятся более разнообразными и дистантными, располагаясь как внутри- так и межполушарно. Реализация изучаемой функции у представителей мужского пола осуществляется за счет усиления синхронизации БЭА по всем основным диапазонам исследуемых областей со смещением в правую гемисферу мозга, что более выражено с возрастом. Большая локализация фокуса активности в правом полушарии, вероятно, связана с участием данной гемисферы в целостном восприятии предметов и явлений в пространстве [8].

Другая модель решения зрительных задач характерна для девочек 7–8 лет и женщин. По результатам анализа когерентности выявлена синхронизация по тета- и бета-диапазонам. С возрастом величина КОГ снижается, пространственная организация когерентных связей БЭА характеризуется симметричным распределением в постцентральных, специфических для данного вида деятельности, областях неокортекса. Симметричное расположение КОГ связей между областями коры указывает на совместную работу и равнозначный вклад структур правого и левого полушарий в перцептивную деятельность у представителей женского пола, что обеспечивает, вероятно, целостное восприятие предметов и явлений в пространстве, а также анализ множества деталей изображения и связей между ними [8].

## ВЫВОДЫ

1. При выполнении зрительных заданий детьми 7–8 лет и взрослыми происходят достоверные изменения по отношению к фоновому состоянию вклада основных ритмических составляющих электроэнцефалограммы: у детей наблюдалось увеличение спектра мощности тета-ритма в затылочных, темпоро-парието-окципитальных и передне-височных областях левого полушария; увеличение спектра мощности бета-ритма в височных областях неокортекса; у взрослых – увеличение спектра мощности тета-ритма в темпоро-парието-окципитальных и затылочных отделах обоих полушарий головного мозга, бета-ритма – в средневисочной, передневисочной и затылочной областях коры.

2. Выполнение детьми 7–8 лет заданий на зрительное восприятие сопровождалось перестройками пространственной структуры дистантных взаимосвязей ЭЭГ (по данным корреляционного анализа), которые, в отличие от взрослых, характеризовались слабыми и генерализованными статистическими связями, распределенными симметрично между фронтальными, центральными и постцентрными областями полушарий.

3. Пространственно-временная организация биоэлектрической активности мозга в процессе зрительного восприятия значимо отличается у лиц разного пола: у мальчиков и мужчин наблюдается усиление когерентности между показателями биоэлектрической активности областей коры больших полушарий по всем основным диапазонам со смещением в правую гемисферу мозга, что более выражено с возрастом; для ЭЭГ девочек и женщин характерно увеличение когерентности по тета и бета-диапазонам между функциональными областями полушарий головного мозга без выраженной асимметрии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких М. М. Методика оценки уровня развития зрительного восприятия детей 5,0–7,5 лет: Руководство по тестированию и обработке результатов / М. М. Безруких, Л. В. Морозова. – М.: Новая школа. – 1996. – 48 с.
2. Бетелева Т. Г. Сенсорные механизмы развивающегося мозга / Т. Г. Бетелева, Н. В. Дубровинская, Д. А. Фарбер. – М.: Наука, 1977. – 175 с.
3. Бетелева Т. Г. Нейрофизиологические механизмы зрительного восприятия (онтогенетические исследования) / Т. Г. Бетелева. – М.: Наука. – 1983. – 175 с.
4. Бехтерева Н. П. Нейрофизиологические основы мышления / Н. П. Бехтерева, Ю. П. Гоголицын, Ю. Д. Кропотов, С. В. Медведев. – Л.: Наука, 1985. – 272 с.
5. Голберг Э. Управляющий мозг: лобные доли, лидерство и цивилизация / Э. Голберг. – М.: Смысл, 2003. – 335 с.
6. Дубровинская Н. В. Системная организация психофизиологических функций в онтогенезе / Н. В. Дубровинская, Д. А. Фарбер, Т. Г. Бетелева // Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков. – М., 1981. – с. 24–25.
7. Иваницкий Г. А. Взаимодействие лобной и левой теменно-височной коры при вербальном мышлении / Г. А. Иваницкий, А. Р. Николаев, А. М. Иваницкий // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 1. – С. 5–11.

8. Князева М.Г. Системная организация интегративных процессов при умственной деятельности ребенка // Структурно-функциональная организация развивающегося мозга; под ред. Д.А. Фарбер, Л.К. Семенов, В.В. Алферовой и др. – Л.: Наука, 1990. – С.134–167.
9. Ливанов М.Н. Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность головного мозга: Избран. труды / М.Н. Ливанов. – М.: Наука, 1989. – 400 с.
10. Лукашевич И.П. Автоматизированная диагностическая система «ЭЭГ эксперт» / И.П. Лукашевич, Р.И. Мачинская, М.Н. Фишман // Медицинская Техника. – 1999. – № 6. – С. 29–34.
11. Свидерская Н.Е. Синхронная электрическая активность мозга и психические процессы / Н.Е. Свидерская. – М.: Наука, 1987. – 156 с.
12. Фарбер Д.А. Электроэнцефалограмма детей и подростков / Д.А. Фарбер, В.В. Алферова. – М.: Педагогика, 1972. – 214 с.
13. Фарбер Д.А. Функциональная организация развивающегося мозга / Д.А. Фарбер, Н.В. Дубровинская // Физиология человека. – 1991. – Т. 17. – № 5. – С. 25–32.
14. Фарбер Д.А. Региональная и полушарная специализация операций зрительного опознания. Возрастной аспект / Д.А. Фарбер, Т.Г. Бетелева // Физиология человека. – 1999. – Т. 25, № 1. – С. 15–26.
15. Фарбер Д.А. Формирование системы зрительного восприятия в онтогенезе / Д.А. Фарбер, Т.Г. Бетелева // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. – № 5. – С.26–36.
16. Хризман Т.П. Развитие функций детского мозга / Т.П. Хризман. – Л.: Наука, 1978. – 127 с.
17. Цехмистренко Т.А. Структурные преобразования ассоциативных зон коры больших полушарий как морфологическая основа формирования когнитивных функций мозга человека от рождения до 20 лет / Т.А. Цехмистренко, В.А. Васильева // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 5. – С. 41–48.
18. Цицерошин М.Н. Системное взаимодействие кортикальных полей при реализации вербально-мнестической деятельности / М.Н. Цицерошин, А.А. Погосян, Е.И. Гальперина и др. // Физиология человека. – 2000. – Т. 26, № 6. – С. 21–31.
19. Шеповальников А.Н. О роли различных зон коры и их связей в формировании пространственной упорядоченности поля биопотенциалов мозга в постнатальном онтогенезе / А.Н. Шеповальников, М.Н. Цицерошин, А.А. Погосян // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, № 2. – С. 12–34.
20. Federmeier K. Picture the difference: electrophysiological investigations of picture processing in two cerebral hemispheres / K. Federmeier, M. Kutas // *Neuropsychologia* 2002 V. 40 P. 730.
21. Gasser T. Development of the EEG of school-age children and adolescents. II. Topography / T. Gasser, C. Jennen-Steinmeitz, L. Sroka et al. // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. – 1988a. – V. 69. – P. 100–109.
22. Gasser T. Development of the EEG of school-age children and adolescents. I. Analysis of band power / T. Gasser, R. Verleger, P. Bather et al. // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. – 1988b. – V. 69. – P. 91–99.

23. Koeda T. The EEG in acallosal children. Coherence values in the resting state: left hemisphere compensatory mechanism? / T. Koeda, M. Knyazeva, C. Njiokiktjien et al. // *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* – 1995. – V. 95. – P. 397–407.
24. Koeda T. The EEG in acallosal children. Coherence values in the resting state: left hemisphere compensatory mechanism? / T. Koeda, M. Knyazeva, C. Njiokiktjien et al. // *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* – 1995. – V. 95. – P. 397–407.
25. Papanicolaou A.C. Task-related EEG asymmetries; a comparison of alpha-blocking and beta-enhancement / A.C. Papanicolaou, D.W. Loring, G. Deutsch et al. // *Intern. J. Neuroscience.* – 1986. – V. 30. – P. 81–85.
26. Thatcher R. EEG coherence and intelligence in children / R. Thatcher, R. Walker // *EEG and Clin. Neurophysiol.* – 1986. – V. 64. – P. 123–143.
27. Thatcher R.W. Maturation of the human frontal lobes; physiological evidence for staging / R.W. Thatcher // *Developmental Neurophysiology.* – 1991. – V. 7. – № 3. – P. 397.
28. Thatcher R.W. Cyclic cortical reorganization during early childhood / R. W. Thatcher // *Brain Cogn.* – 1992. – V. 20. – P. 24–50.

*Работа поддержана грантом АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» № 2.2.3.3/4704.*

## ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА У ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

Е.А.Луцкекина<sup>1</sup>, Е.Д. Подрезная, В.Б.Стрелец  
Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,  
Москва, Россия

В работе представлен сравнительный анализ спектральной мощности альфа-, бета- и гамма - ритмов у детей 5–7 лет в норме и при раннем детском аутизме в состоянии покоя и при когнитивной нагрузке (счет). Показано, что, когнитивная нагрузка наиболее существенно увеличивает спектральную мощность альфа3-диапазона. У здоровых детей при когнитивной нагрузке по сравнению с фоном спектральная мощность быстрых ритмов существенно увеличивается в левом полушарии. У больных ранним детским аутизмом обнаружено преимущественно правостороннее преобладание спектральной мощности альфа диапазона как в фоне, так и при когнитивной нагрузке. При раннем детском аутизме спектральная мощность гамма ритма в фоне имеет более высокие значения, чем в норме, и не изменяется при когнитивной нагрузке.

**Ключевые слова:** когнитивные тесты, ранний детский аутизм, спектральная мощность ЭЭГ.

*The work represents the results of a comparative study of a spectral power in alpha, beta and gamma EEG bands in healthy and autistic boys. The mean age was 6 years 4 months. It was demonstrated that cognitive task in healthy boys leads to enhancement of a spectral power particularly in alpha3 band. Healthy boys showed an increasing in spectral power of the fast rhythms in the left hemisphere during cognitive task. Autistic children revealed right-sided dominance of spectral power (alpha band) both in rest state and during cognitive task. Spectral power of gamma band shows more high scores in autistic boys than in normal ones. Cognitive task situation do not change spectral power of the fast oscillations in autistic children.*

**Key words:** cognitive tasks, autistic disorders in childhood, EEG spectral power.

В настоящее время увеличивается количество детей с дизонтогенезом шизофренического спектра, в частности с синдромом раннего детского аутизма (РДА). Несмотря на преобладание в структуре РДА явлений дизонтогенеза, к ним часто присоединяются позитивные психопатологические симптомы, что может препятствовать восстановлению функций по мере взросления. В связи с этим возникает особая необходимость исследования факторов и механизмов данного вида психической патологии. В литературе достаточно широко освещена проблема нарушения когнитивных процессов у взрослых [6, 8, 9] и детей [3] больных шизофренией. Нарушение когнитивных функций у детей с РДА исследовано не столь подробно, однако на основании литературных данных можно судить о сходстве

Контакты: <sup>1</sup> Луцкекина Е.А.: E-mail:Luschekins@mtu-net.ru

механизмов этих двух видов патологии [13]. Нарушения развития аутистического ряда охватывают как сенсорные [14], так и моторные [10, 11] функции, однако, основные проблемы адаптации больных аутизмом связаны с особенностями переработки информации, ее анализом и интеграцией в единое целое. Нарушения в интеграции получаемой информации могут быть обусловлены утратой связей между специализированными локальными нейронными сетями и излишними связями внутри изолированных нейронных ансамблей. При аутизме отдельные блоки переработанной информации оказываются несвязанными между собой [13].

Исследования особенностей ЭЭГ при шизофрении позволили установить, что процесс связывания информации в единое целое отражается на ЭЭГ в виде синхронизированных высокочастотных ритмов – гамма-колебаний частотой 30–60, а по некоторым данным 20–90 Гц [6, 9]. Возможно, изменение именно этой высокочастотной активности у аутистов по сравнению с нормой отражает нарушение процесса связывания частей в целое.

Возрастные изменения ЭЭГ в норме сводятся к уменьшению спектральной плотности (амплитуды и индекса) дельта и тета ритмов и к увеличению спектральной мощности альфа- и бета-колебаний. Для детей с РДА характерны более высокие значения спектральной плотности в бета-2 полосе частот и более низкие в альфа-полосе частот по сравнению с возрастной нормой. Наблюдается определенное сходство возрастных изменений у этих больных с нормой, но сроки этих изменений нарушены [2]. Задача нашей работы состояла в выявлении отдельных звеньев нарушений нейрофизиологических механизмов когнитивных расстройств у детей, больных РДА.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие 2 группы мальчиков в возрасте от 5 лет 5 месяцев до 7 лет 2 месяцев с преобладанием правосторонних признаков: группа контроля (16 здоровых детей) и группа детей с диагнозом ранний детский аутизм (23 человека) – F. 85. по МКБ-10. Испытуемые находились на этапе предварительного обследования и еще не получали медикаментозного лечения. Родители всех детей дали согласие на участие их детей в обследовании.

ЭЭГ регистрация проводилась от 16 электродов по стандартной схеме «10–20%» и объединенных ушных электродов с помощью электрофизиологического компьютерного комплекса CONAN 4.5 (4). Регистрировали ритмы в диапазоне 0,3–70 Гц с частотой опроса 256 Гц и длительностью одного анализируемого отрезка записи, равной 60 с.

Фоновую ЭЭГ регистрировали в состоянии покоя с закрытыми глазами. Когнитивная нагрузка «счет» молча с закрытыми глазами состояла в сложении или вычитании чисел в пределах 30 для здоровых детей и в пределах 10 для больных РДА. Для обработки и анализа ЭЭГ использовали программы системы CONAN 4.5. Для расчета спектральных показателей использовали также специальные программы обработки (6). Исследовали спектральную мощность (СМ) альфа (7,5–13 Гц), бета (14–45 Гц) и гамма (45–60 Гц) диапазонов путем усреднения и



сравнения результатов по группам испытуемых. Достоверность различий оценивалась с помощью однофакторного дисперсионного анализа ANOVA, по t-критерию Стьюдента и/или непараметрическому критерию « $\chi^2$ ».

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Значения спектральной мощности в альфа 1(7,6–9,0 Гц), альфа 2(9,1–10,5 Гц), и альфа 3(10,6–13,0 Гц) поддиапазонах у здоровых испытуемых максимальны в затылочных отделах и градуально уменьшаются по направлению к лобным, обнаруживая обычный альфа-градиент (Табл.).

Таблица

*Сравнение спектральной мощности альфа и гамма ритма (мкВ<sup>2</sup>/Гц) в норме и у детей с РДА; усредненные значения*

отведе- ния	фон (аср.)		счет (аср.)		фон ( $\gamma$ )		счет ( $\gamma$ )	
	норма	РДА	норма	РДА	норма	РДА	норма	РДА
Fr1	4,79	7,798	7,828	7,423	0,154	1,042	1,000	1,013
Fr2	4,98	6,648	7,041	6,488	0,160	0,745	0,702	0,823
С3	8,30	6,936	9,964	5,813	0,160	1,823	0,779	0,893
С4	8,84	9,551	12,88	8,557	0,170	1,120	0,676	0,716
Т3	5,67	10,84	10,50	11,06	0,127	0,951	0,921	1,045
Т4	8,13	10,45	10,52	11,26	0,142	0,631	0,698	0,579
О1	19,28	11,78	26,33	12,92	0,160	0,681	1,012	0,742
О2	21,24	21,81	29,13	26,85	0,142	0,790	0,528	1,022

Увеличение СМ в диапазоне альфа ритма обнаруживаются при когнитивной нагрузке (счет) по сравнению с фоном во всех отведениях. Когнитивная нагрузка наиболее существенным образом меняет показатели мощности в сторону увеличения в альфа 3 диапазоне (соотв. значения: 26,09 мкВ<sup>2</sup>/Гц – фон и 43,27 мкВ<sup>2</sup>/Гц – счет;  $p < 0,05$ ). Показатели СМ гамма колебаний в фоне выявляют некоторое преобладание в левом затылочном, правом лобном и в центральных отделах и меньшую выраженность в височных и правом затылочном отделах (Табл.).

При когнитивной нагрузке значения СМ гамма ритма в норме существенно возрастают во всех отведениях. Наиболее выраженные изменения отмечаются в левой лобной и левой затылочной областях.

Распределение мощности бета ритма по зонам коры как в фоне, так и при когнитивной нагрузке в целом повторяет основные характеристики распределения альфа колебаний. На усредненных картах мощности прослеживается хорошо выраженный градиент «лоб-затылок» для бета 1 и бета 2 диапазонов, не исчезающий при выполнении теста «счет». Распределение бета 3 диапазона при когнитив-



ной нагрузке изменяется: исчезает лобно-затылочный градиент и увеличиваются показатели СМ в лобном и височном отведениях левого полушария.

Карты спектрально-мощностных характеристик альфа ритма у детей больных РДА показывают существенное разнообразие распределения показателей по отделам. Обнаружено асимметричное распределение альфа ритма в затылочных с преобладанием справа. Когнитивная нагрузка у больных не вызывает существенных перераспределений мощности ни в одном из исследованных диапазонов альфа ритма. Если в норме значения мощности достоверно возрастают от фона к нагрузке по всем отведениям, то подобного не наблюдается в группе РДА: разность показателей фон-счет статистически недостоверна.

СМ гамма диапазона у больных РДА в фоне показывает более высокие значения, чем в норме. При этом по суммарным показателям СМ не обнаруживается значимых изменений характеристик фон-счет как по локализации, так и по значениям мощности.

Данные о спектральной мощности альфа ритма, полученные нами при исследовании здоровых детей контрольной группы в возрасте 5,5–7 лет, подтверждают представление об альфа ритме как «когнитивном» диапазоне. Значения спектральной мощности в альфа 1, альфа 2, и альфа 3 поддиапазонах максимальны в затылочных отделах и градуально уменьшаются по направлению к лобным, обнаруживая сохранный альфа-градиент, и свойственную данному возрасту правостороннюю латерализацию [1,5,7]. У детей того же возраста, больных РДА наблюдается более выраженное правостороннее преобладание альфа ритма, что может служить основанием для предположения о задержке созревания основного ритма. Таким образом, более выраженное асимметричное распределение альфа ритма в затылочных отделах с преобладанием справа, обнаруженное нами у больных РДА 5,5–7 лет, характерное для здоровых детей младшей возрастной группы (3–5 лет), свидетельствует о задержке функционального развития коры, сопряженной с диагнозом РДА. В то же время правостороннее преобладание альфа ритма описано для взрослых больных шизофренией с негативными симптомами [6]. Есть мнение, что нетипичная ЭЭГ-латерализация ритмов у аутистов может указывать на сниженную возможность нервных сетей правого полушария генерировать ритмы ЭЭГ [15].

Анализируя полученные нами данные относительно вкладов поддиапазонов альфа ритма в общую картину созревания электрической активности мозга, можно констатировать, что наибольший вклад вносят колебания альфа 3, что не вполне согласуется с представлениями о созревании сначала медленных компонентов альфа колебаний, а с возрастом – заменой их быстрыми [2]. Вместе с тем показанная в нашем исследовании включенность в работу всех поддиапазонов альфа ритма, включая преимущественно альфа 3 диапазон, согласуется с представлениями того же автора о том, что для каждой узкой спектральной полосы данного диапазона отмечается свой курс развития. Следует отметить, что если в норме значения мощности альфа ритма достоверно возрастают при когнитивной нагрузке по сравнению с фоном, то подобного не наблюдается в группе детей с РДА.

Принимая во внимание существенную роль высокочастотных гамма колебаний в когнитивных процессах и относительно слабую изученность этих ритмов, мы попытались охарактеризовать изменения гамма колебаний в диапазоне 41–59 Гц при спокойном бодрствовании и при выполнении теста «счет» в норме и при РДА. У здоровых детей спектральная мощность гамма ритма максимальна в левом затылочном, правом лобном и в центральных отделах и менее выражена в височных и правом затылочном отделах. Это свидетельствует о сложных взаимодействиях различных корковых зон не только при выполнении нагрузки, но и в состоянии покоя. Аналогичная картина описана для взрослых здоровых испытуемых [6]. Тот факт, что когнитивная нагрузка у здоровых детей избирательно увеличивает показатели СМ в левой лобной и левой затылочной областях, свидетельствует о топографических перестройках вовлеченности различных зон в выполнение когнитивного задания.

Наши данные об избирательном увеличении при когнитивной нагрузке спектральной мощности высокочастотных ритмов левого полушария, полученные для здоровых испытуемых, говорят о том, что данные ритмы вовлечены в осуществление вербально контролируемой мыслительной деятельности и в социально значимые действия. В отличие от нормы у больных РДА гамма диапазон по суммарным показателям СМ не обнаруживает значимых изменений характеристик при когнитивной нагрузке по сравнению с фоном как по локализации, так и по значениям мощности.

Таким образом, согласно нашим данным, при раннем детском аутизме как в фоне, так и при когнитивной нагрузке, наблюдаются существенные отличия от нормы в организации альфа ритма, и, в особенности, в участии быстрых колебаний бета и гамма диапазонов. Эти данные согласуются с описанным в литературе увеличением спонтанной высокочастотной активности при аутизме, коррелирующим со степенью задержки развития по клиническим и психологическим показателям [12]. Возможно, что полученные нами данные о повышении фоновой активности и снижении реактивности высокочастотных ритмов при аутизме раскрывают один из физиологических механизмов нарушения интегративной деятельности мозга при данном заболевании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Благосклонова Н.К., Новикова Л.А. Детская клиническая электроэнцефалография, М. «Медицина», 1994, 204 с.
2. Горбачевская Н.Л. Особенности формирования ЭЭГ у детей в норме и при разных типах общих (первазивных) расстройств развития. Автореф. дисс. докт. биол. наук, М., 2000, 43с.
3. Каплан А.Я., Борисов С.В., Желиговский В.А. Классификация ЭЭГ подростков по спектральным и сегментным характеристикам в норме и при расстройствах шизофренического спектра. Ж. высш. нервн. деят., 2005, Т.55, №4, с. 478–486.
4. Кулаичев А.П. Компьютерная электрофизиология. М., Издательство МГУ, 2002, 379 с.

5. Мачинская Р.И., Соколова Л.С., Крупская Е.В. Формирование функциональной организации коры больших полушарий в покое у детей младшего школьного возраста с различной степенью зрелости регуляторных систем мозга. Физиология человека, 2007, Т.33, №2, с. 5–15.

6. Стрелец В.Б., Гарах Ж.В., Новотоцкий-Власов В.Ю., Магомедов Р.А. Соотношение между мощностью и синхронизацией ритмов ЭЭГ в норме и при когнитивной патологии. Ж. высш. нервн. деят., 2005, Т.55, №4, с. 496–504.

7. Фарбер Д.А. Принципы системной структурно-функциональной организации мозга и основные этапы ее формирования. «Структурно-функциональная организация развивающегося мозга», Ленинград, «Наука», 1990, с. 168–177.

8. Gruzelier J. H. Theory, methods and new directions in psychophysiology of the schizophrenic process and schizotypy. Int. J. Psychophysiol. 2003. V. 48. P. 221–245.

9. Lee, K., Williams L., Breakspear M., Gordon E. Synchronous Gamma activity: a review and contribution to an integrative neuroscience model of schizophrenia. Brain Res. Rev. 2003, V.41. P. 57–78.

10. Lepisto T., Kujala T., Vanhala R., Alku P., Huottilainen M., Naatanen R. The discrimination of and orienting to speech and nonspeech sound in children with autism. Brain Res. 2005, 20, 1066(1–2): 147–57

11. Martineau J., Schmitz C., Assaiant C., Blanc R., Barthelemy C. Impairment of a cortical event-related desynchronisation during a bimanual load-lifting task in children with autistic disorder., Neurosci/ Letters, 2004, 367, p. 298–303.

12. Orekhova E.V., Stroganova T.A., Prokofyev A.O., Nygren G., Gillberg C., Elam M., Sensory gating in young children with autism: Relation to age, IQ and EEG gamma oscillations. Neurosci. Lett. 2008: 434. 218–223.

13. Rippon G, Brock J., Brawn C., Boucher J. Disordered connectivity in the autistic brain: Challenges for the «new psychophysiology, Int. J. of Psychophysiology, 2007, 63, 164–172.

14. Seri S., Pisani F., Thai J.N., Cerquiglini A. Pre-attentive auditory sensory processing in autistic spectrum disorder. Are electromagnetic measurements telling us a coherent story? Int. J. Psychophysiol., 2007, 63, 159–163.

15. Stroganova T., Orekhova E., Tcetlin M., Posikera N., Nygren G., Gillberg C., Elam M. EEG evidences of aberrant brain functioning in young children with autism. Int. J. of Psychophysiol., 2008, 69, 203–204.

*Работа поддержана грантом РФНФ №080600356а.*

## ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ВОЗРАСТА НА НАРУШЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ БОЛЬНЫХ С ЛОКАЛЬНЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ МОЗГА РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА

Л.П.Лассан

Кафедра клинической психологии РГПУ им. А.И.Герцена,  
Санкт-Петербург

*Проанализированы результаты нейропсихологического исследования 808 детей и подростков 7 – 18 лет, из них 689 – больные с локальными поражениями головного мозга (опухолями, арахноидальными кистами, сосудистой патологией, врожденной гидроцефалией), 119 – здоровые. Все больные и здоровые были разделены на четыре возрастные группы: младший школьный возраст 7–9 лет, предпубертатный возраст 10–12 лет, пубертатный возраст 13–15 лет, старший школьный возраст 16–18 лет. Выявлены нарушения когнитивных функций и их зависимость от характера патологического процесса головного мозга и возраста.*

**Ключевые слова:** когнитивные функции, дети, арахноидальная киста, опухоль головного мозга, сосудистая патология, гидроцефалия, возраст.

*The results of neuropsychological examination of 808 children and adolescents from 7 to 18 years old ( 689 with focal lesions – tumors, cysts, vascular pathology, hydrocephalus; 119 – healthy children) were analyzed. All healthy and sick children were divided in four age groups: junior school age (from 7 to 9 years old), prepubertal age (from 10 to 12 years old), pubertal age (from 13 to 15 years old ) and senior school age (from 16 to 18 years old). We distinguished are disturbance of cognitive function and there relations to character of pathological process and age.*

**Key words:** cognitive function, children, arachnoids cyst, tumors of a brain, vascular pathology, hydrocephalus, age.

Известно, что характер и выраженность нарушений психических функций, а также и возможность их регресса, значительно варьируют не только в зависимости от объема и очага поражения, но и от возраста ребенка. В ряде работ показано, что существуют определенные закономерности созревания в онтогенезе морфологических структур мозга и, соответственно, развития психических функций (Симерницкая Э.Г., 1985; Фарбер Д.А. и др., 1990, 1991, 1998; Семенович А.В., Цыганок А.А., 1995; Безруких М.М. и др., 2002; Семенович А.В., 2005; Микадзе Ю.В., 2008).

Вместе с тем до настоящего времени не изучены особенности нарушений когнитивных функций при одной и той же патологии головного мозга в разные возрастные периоды детства, а также не исследованы закономерности возрастной динамики этих нарушений при патологических процессах головного мозга различного генеза.

Можно предположить, что чем старше возраст больного и, соответственно, чем более зрелый статус морфофункциональных систем, обеспечивающих психическую деятельность, тем меньше по сравнению со здоровыми сверстниками выражен дефицит когнитивных функций. Целью анализа явилась проверка этой гипотезы.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной работе проанализированы результаты нейропсихологического исследования 689 больных в возрасте от 7 до 18 лет с нейрохирургической патологией, среди них 380 (55,2 %) мальчиков и 309 (44,2 %) девочек (фактор пола не являлся критерием отбора). По характеру патологического процесса все больные разделены на группы: 142 (20,6%) человека с арахноидальными кистами головного мозга, 352 (51,1%) – с опухолями головного мозга, 117 (17,0%) – с патологией сосудов головного мозга (преимущественно, 108 больных, с артериовенозными мальформациями), 78 (11,3%) – с врожденной гидроцефалией. Во всех случаях диагнозы были верифицированы в ходе хирургического лечения, а также результатами компьютерной, магнито-резонансной и эмиссионно-позитронной томографией головного мозга.

Изучение возрастной динамики нарушений когнитивных функций предполагает сопоставление результатов с соответствующими нормальными показателями той же возрастной категории здоровых детей. Поэтому для возможности сравнения полученных данных с нормой была исследована тем же набором нейропсихологических методик контрольная группа 119 объективно здоровых (не имеющих хронических заболеваний) испытуемых, которые являлись учениками 1–10 классов общеобразовательных школ (критерием отбора служило отсутствие проблем в обучении и поведении).

Работа основывается на представлениях А.Р.Лурия о синдромном анализе нарушений и его структурно-функциональной модели трех блоков мозга, каждый из которых обеспечивает определенную составляющую психической деятельности в системе ее мозговой организации.

За методологическую основу взяты представления отечественной психологии о системном строении психических функций человека, их динамической и системной локализации, прижизненном формировании их структуры и мозговой организации.

Нейропсихологическое исследование включало изучение состояния памяти, внимания, гнозиса, двигательных функций, речевых функций, школьных навыков (чтения, письма, счета). Использовались широко применяемые общепринятые патопсихологические методики для исследования памяти и внимания, а также комплекс методик нейропсихологического исследования, разработанный А.Р. Лурия и его последователями.

1. Исследование памяти включало: запоминание 10 слов (не связанных по смыслу) за три предъявления в слуховой модальности, анализировалось непосредственное и отсроченное воспроизведение; запоминание 10 слов (не связанных по смыслу) в зрительной модальности; запоминание 9 зрительных стимулов (фигур) в течение 30 сек..

2. Исследование внимания проводилось с помощью таблиц Шульте. Последовательно предъявлялись четыре таблицы с числами, оценивалось время в секундах, затрачиваемое испытуемым на поиск чисел от 1 до 25 в каждой таблице.

3. Исследование гностических функций включало следующие методы: пробы на предметный гнозис (узнавание реалистических изображений, перечеркнутых, наложенных и незавершенных изображений); исследование зрительно-пространственного гнозиса – самостоятельный рисунок (стол, куб), копирование рисунка (стол, куб); тактильный гнозис – чувство Ферстера (дермолексия).

4. При исследовании двигательных функций применялись следующие пробы: на реципрокную координацию, на динамический праксис (кулак-ребро-ладонь и графическая проба), на пространственную организацию движений (пробы Хэда).

5. При исследовании речи использовались следующие пробы: оценка спонтанной речи в диалоге и при описании картинок; повторение сложных слов и словосочетаний; называние предметных изображений; задания на понимание логико-грамматических конструкций.

6. При исследовании школьных навыков применялись: письмо под диктовку, чтение короткого рассказа, выполнение устно простых счетных операций.

Выраженность выявляемых нарушений оценивалась по балльной системе: 0 баллов ставилось при отсутствии нарушений; 1 балл – при легких нарушениях и возможности самостоятельной коррекции ошибок; 2 балла – при средней степени выраженности дефекта, возможности коррекции и выполнении задания при подсказках экспериментатора; 3 балла – при наличии выраженного дефекта.

Для анализа были взяты 17 показателей когнитивных функций, из них 6 – памяти и внимания: объем краткосрочной слухоречевой памяти (КПсл1), объем воспроизведения после трехкратного повторения (успешность заучивания КПсл3), объем отсроченного воспроизведения (ДПсл), объем краткосрочной зрительной вербальной памяти (КПзр), объем краткосрочной зрительной пространственной памяти (КПо), и объем внимания (ОВ).

Математический и статистический анализ результатов исследования, проводился с применением пакета прикладных программ SPSS. Анализ влияния возраста и характера патологического процесса на показатели психической деятельности проводился с использованием корреляционного (по Пирсону и Спирмену) и регрессионного анализа, а также дисперсионного анализа в каждой нозологической группе и в группе здоровых в соответствии с возрастом. Парные сравнения проводились с использованием контрастов.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Корреляционный анализ выявил сильную зависимость показателей психических функций от возраста как в норме, так и при патологии головного мозга, при этом число значимых связей больше в группе больных. При патологии значимо коррелируют с возрастом больного как показатели памяти и внимания, так и выраженность нарушений гнозиса, праксиса, речевых функций. В норме также зависят от возраста показатели памяти и объема внимания, но значимо не коррелируют.

лируют с возрастом в интервале 7–17 лет тактильный гнозис, зрительный пространственный гнозис, динамический праксис, реципрокная координация.

Таблица 1

*Корреляции между психологическими показателями и возрастом и возрастными группами*

Показатели	Больные, n=689				Здоровые, n=119			
	Возраст (с разбивкой по году)		Возрастные группы		Возраст (с разбивкой по году)		Возрастные группы	
	г	р	г	р	г	р	г	р
КПсл1	,362(**)	,000	,364(**)	,000	,199(*)	,030	,163	,077
КПсл3	,250(**)	,000	,249(**)	,000	,245(**)	,007	,216(*)	,018
ДПсл	,137(**)	,000	,154(**)	,000	,256(**)	,005	,240(**)	,008
КПзр	,264(**)	,000	,270(**)	,000	,181(*)	,048	,175	,057
КПо	,134(**)	,000	,150(**)	,000	,377(**)	,000	,355(**)	,000
ОВ	-,559(**)	,000	-,548(**)	,000	-,778(**)	,000	-,738(**)	,000
Письмо	-,240(**)	,000	-,248(**)	,000	-,281(**)	,002	-,287(**)	,002
Чтение	-,242(**)	,000	-,246(**)	,000	-,331(**)	,000	-,287(**)	,002
Счет	-,089(*)	,020	-,113(**)	,003	-,142	,122	-,121	,190
Понимание речи	-,073	,057	-,066	,081	-,220(*)	,016	-,237(**)	,009
Повторная речь	-,298(**)	,000	-,290(**)	,000	-,153	,097	-,124	,180
Называние предметов	-,156(**)	,000	-,166(**)	,000	–	–	–	–
Зрител. предметный гнозис	-,189(**)	,000	-,205(**)	,000	-,309(**)	,001	-,299(**)	,001
Тактильный гнозис	-,179(**)	,000	-,187(**)	,000	-,063	,495	-,060	,514
Динамический праксис	-,189(**)	,000	-,201(**)	,000	,065	,486	,095	,303
Реципрокная координация	-,326(**)	,000	-,332(**)	,000	-,002	,981	,058	,532
Зрител.простран. гнозис	-,145(**)	,000	-,165(**)	,000	,144	,119	,133	,149

Для дальнейшего анализа все больные и здоровые были разделены на четыре возрастные группы: первая 7–9, вторая 10–12, третья 13–15, четвертая 16–18 лет. При корреляционном анализе получено подтверждение тому, что такое разделение на возрастные группы в целом не изменило распределение взаимосвязей и уровень их значимости (табл.1), что сделало возможным и правомерным последующий анализ возрастной динамики путем сравнения результатов между возрастными группами.



Таблица 2

*Распределение детей и подростков по группам соответственно диагнозу и возрасту*

Вид патологии	Возрастные группы				Всего
	7–9 лет	10–12 лет	13–15 лет	16–18 лет	
Кисты	20	47	45	30	142
Опухоли	72	90	124	66	352
Сосудистая патология	15	43	33	26	117
Гидроцефалия	11	24	30	13	78
Здоровые	28	31	33	27	119
Всего	146	235	265	162	808

Для определения направленности и особенностей возрастных изменений психических функций у больных и здоровых в рамках однофакторного дисперсионного анализа с использованием контрастов были проведены парные сравнения между первой и второй, второй и третьей, третьей и четвертой возрастными группами при каждом виде патологии и в норме. При этом анализе использовали не абсолютное значение объема внимания, а его логарифм, чтобы сделать симметричным распределение значений. Нарушения корковых функций в большинстве случаев были выражены слабо или, особенно у здоровых, отсутствовали (1 или 0 баллов). Поэтому 11 показателей объединены в четыре группы: чтение, письмо, счет – навыки; понимание речи, повторная речь, называние предметов – речь; зрительный предметный гнозис, зрительный пространственный гнозис, тактильный гнозис – восприятие (гнозис); динамический праксис, реципрокная координация – двигательная сфера (праксис). При дальнейшем анализе возрастных изменений сравнения проводили между этими объединенными группами показателей.

При всех трех сравнениях возрастных групп отмечена прогрессивная тенденция в изменениях показателей в виде увеличения показателей памяти и объема внимания, а также уменьшения выраженности нарушений восприятия, двигательной сферы, речевых функций. Наибольшее число значимых изменений (19) обнаружено между первой и второй возрастной группой и, особенно, между второй и третьей (23). При сравнении старших групп (13–15 и 16–18 лет) значения средних в большинстве случаев были равными, изменения только 5 показателей оказались значимыми, при этом три из них принадлежали группе больных с кистами; при опухолях головного мозга и гидроцефалии значимого увеличения показателей когнитивных функций в старших возрастных группах не выявлено.

У здоровых объем внимания значимо увеличивается при всех трех сравнениях, т.е. в норме объем внимания с возрастом увеличивается. Такие же высокосignачимые изменения обнаружены во всех группах с патологией между 7–9 и 10–12, между 10–12 и 13–15 годами, но между группами 13–15 и 16–18 лет изменения объема внимания в группах больных незначительны.



Таблица 3

*Значимости сравнения средних между возрастными группами в норме  
и патологии*

показатели	группы	1-2		2-3		3-4	
КПсл1	кисты	+	,480	+	<b>,003*</b>	=	,163
	опухоли	+	<b>,002*</b>	+	<b>,002*</b>	+	,431
	сосуды	+	,098	+	,307	+	,076
	гидроцефалия	+	<b>,024*</b>	+	,055	=	,601
	здоровые	+	<b>,037*</b>	=	,572	=	,498
КПсл3	кисты	-	,351	+	<b>,007*</b>	+	<b>,020*</b>
	опухоли	+	<b>,001*</b>	+	,060	=	,497
	сосуды	+	<b>,042*</b>	=	,706	=	,866
	гидроцефалия	+	,165	+	,083	=	,669
	здоровые	+	,379	+	<b>,028*</b>	=	,223
ДПсл	кисты	-	,144	+	,054	=	,501
	опухоли	+	<b>,007*</b>	=	,690	=	,708
	сосуды	+	,816	+	,300	=	,658
	гидроцефалия	+	,350	+	,717	=	,948
	здоровые	+	,125	+	,633	=	,357
КПзр	кисты	=	,963	+	,133	+	,092
	опухоли	+	<b>,001*</b>	+	<b>,000*</b>	=	,214
	сосуды	+	<b>,047*</b>	+	,149	=	,771
	гидроцефалия	+	<b>,008*</b>	=	,430	=	,538
	здоровые	+	,514	+	,095	=	,216
КПо	кисты	-	<b>,004*</b>	+	<b>,001*</b>	=	,667
	опухоли	-	,204	+	<b>,013*</b>	=	,583
	сосуды	+	,617	=	,709	=	,723
	гидроцефалия	+	,480	+	<b>,050*</b>	=	,523
	здоровые	+	,352	+	<b>,006*</b>	=	,891
ln_OB	кисты	+	<b>,017*</b>	+	<b>,000*</b>	=	,681
	опухоли	+	<b>,000*</b>	+	<b>,000*</b>	=	,205
	сосуды	+	<b>,000*</b>	+	<b>,001*</b>	=	,183
	гидроцефалия	+	<b>,000*</b>	+	<b>,003*</b>	+	,150
	здоровые	+	<b>,000*</b>	+	<b>,001*</b>	+	<b>,002*</b>
навыки	кисты	-	,254	+	,103	+	,246
	опухоли	+	<b>,015*</b>	+	,187	=	,741
	сосуды	+	,630	+	,623	+	,171
	гидроцефалия	+	,189	+	<b>,033*</b>	+	,541
	здоровые	+	<b>,011*</b>	=	,306		
речь	кисты	-	,375	+	,180	+	<b>,043*</b>
	опухоли	+	<b>,002*</b>	+	,248	-	,995
	сосуды	+	,394	=	,375	+	,080
	гидроцефалия	+	,330	+	<b>,029*</b>	=	,788
	здоровые	+	,058	+	<b>,001*</b>	=	,683
гнозис	кисты	-	,332	+	<b>,001*</b>	+	,098
	опухоли	-	,601	+	<b>,017*</b>	=	,647
	сосуды	=	,833	=	,999	+	<b>,038*</b>
	гидроцефалия	=	,923	+	<b>,006*</b>	+	,550
	здоровые	-	,053+	+	<b>,010*</b>	+	,261
праксис	кисты	-	,560	+	,061+	+	<b>,003*</b>
	опухоли	+	<b>,016*</b>	+	<b>,008*</b>	=	,774
	сосуды	+	,731	+	,168	+	,297
	гидроцефалия	+	,378	+	<b>,009*</b>	+	,343
	здоровые	+	,368	=	,516	=	,222

В норме отмечено значимое увеличение объема краткосрочной слухоречевой памяти во второй возрастной группе по сравнению с первой, значимое улучшение запоминания после трехкратного повторения и зрительной пространственной памяти обнаружено в третьей возрастной группе по сравнению со второй.

При общей тенденции к прогрессивному изменению психических функций возрастная динамика в группах больных не одинакова при разных видах патологии головного мозга.

Наиболее часто значимые различия между группами больных разного возраста отмечены при опухолях головного мозга, причем только между первой и второй, второй и третьей возрастными группами, т.е. до 15 лет наблюдается прямая зависимость показателей памяти, объема внимания, сформированности корковых функций от возраста больного.

Аналогичная картина обнаружена и при врожденной гидроцефалии: значимо лучше внимание и краткосрочная вербальная память в зрительной и слуховой модальности во второй возрастной группе, в третьей – объем внимания и зрительная пространственная память, а также меньше нарушения корковых функций; в четвертой по сравнению с третьей возрастной группой – отсутствие значимых изменений.

В группах больных с арахноидальными кистами выявлен другой характер возрастных изменений. При этой патологии при сравнении второй возрастной группы (начальные этапы полового созревания) с первой отмечена тенденция к регрессивным отклонениям показателей памяти (на значимом уровне – зрительной пространственной) и увеличению выраженности нарушений корковых функций. Затем при последующих возрастных сравнениях появляются однонаправленные прогрессивные изменения психических функций, и только при этой патологии имеют место значимые изменения средних между третьей и четвертой группами.

Среди четырех типов церебральной патологии в наименьшей степени возрастные изменения выражены при патологии сосудов головного мозга. При той же тенденции к однонаправленным прогрессивным изменениям когнитивных функций с возрастом на значимом уровне различаются запоминание и краткосрочная зрительная память между второй и первой возрастной группой, а также в четвертой возрастной группе значимо меньше, чем в третьей, выражены нарушения восприятия.

Проведен анализ нарушений психических функций в возрастных группах при четырех видах церебральной патологии относительно нормы.

При сравнении t-тестом средних показателей здоровых и больных с церебральной патологией получены высокозначимые различия во всех возрастных группах (рис. 1 а-г.), результаты представлены на диаграммах.

Тенденция к уменьшению выраженности нарушений когнитивных функций с увеличением возраста испытуемых отмечена и в норме, и при церебральной патологии.

Высокозначимые отличия от нормы характерны для всех показателей во всех возрастных группах при каждом виде патологии. Вместе с тем, эта тенденция

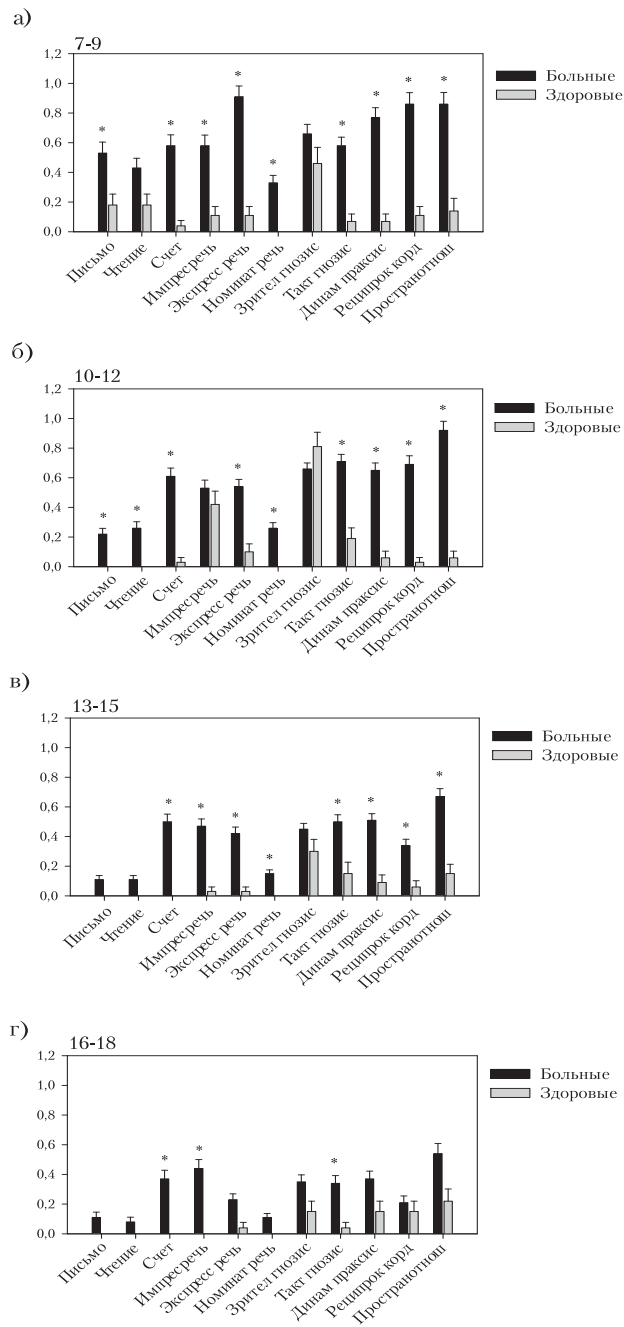


Рис. 1 а)-г). Сравнение средних значений нарушений когнитивных функций в четырех возрастных группах

в наибольшей степени проявляется при опухолях головного мозга и гидроцефалии, несколько слабее – при арахноидальных кистах и патологии сосудов головного мозга.

Визуальный анализ графиков разностей между средними значениями в группах пациентов относительно нормы по возрастным группам обнаружил тенденцию к сближению данных больных и здоровых с возрастом, больше выраженную в динамике корковых функций, особенно восприятия и двигательной сферы. Такая динамика больше проявляется при арахноидальных кистах, меньше – при опухолях. На рис.2 а) и б) приведены графики разностей между средними значениями в группах пациентов с арахноидальными кистами и врожденной гидроцефалией относительно нормы по возрастным группам.

Для подтверждения этой закономерности проведен регрессионный анализ для исходных данных второй-четвертой возрастных групп при патологиях и в норме. При сравнении углов наклона регрессионных прямых обнаружены значимые различия показателей слухоречевой памяти при арахноидальных кистах и в норме (КПсл1  $p=0.0158$ , КПсл3  $p=0.0243$ ), на уровне тенденции – при патологии сосудов (КПсл1  $p=0.087$ ); уменьшение нарушений двигательной сферы выявлено при всех четырех видах патологии ( $p=0.0003$ ,  $p=0.0042$ ,  $p=0.0374$ , и  $p=0.0010$ , соответственно); в выраженности нарушений восприятия отмечена тенденция к сближению данных больных с кистами и нормой и гидроцефалией и нормой ( $p=0.089$ ,  $p=0.069$ , соответственно).

Таким образом, при патологии головного мозга, так же как и в норме, проявляется сильная зависимость показателей психических функций от возраста.

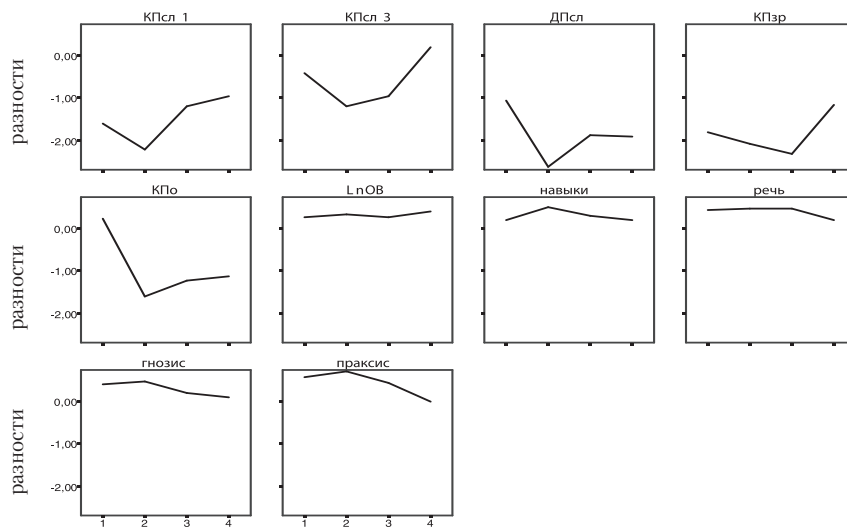
Выявлена прогрессивная тенденция возрастной динамики в виде увеличения показателей памяти и объема внимания, а также уменьшения выраженности нарушений восприятия, двигательной сферы, речевых функций. Эта закономерность на значимом уровне выражена в возрастных группах при всех видах патологии и у здоровых до 15 лет, в старшем возрасте отмечена у больных с арахноидальными кистами.

При общей тенденции к прогрессивному изменению психических функций возрастная динамика зависит от характера патологии головного мозга. Среди четырех типов церебральной патологии возрастные изменения когнитивных функций выражены меньше при патологии сосудов головного мозга, больше – при опухолях и врожденной гидроцефалии. В группах больных с арахноидальными кистами в возрасте начала полового созревания отмечена тенденция к регрессивным отклонениям показателей памяти и увеличению выраженности нарушений корковых функций. Однонаправленные прогрессивные изменения психических функций появляются при последующих возрастных сравнениях, и только при этой патологии имеют место значимые изменения отдельных психических функций в старшей возрастной группе.

Среди четырех нозологических групп более выраженные нарушения психических функций при врожденной гидроцефалии во всех возрастных группах.

Число значимых различий между группами с разной патологией изменяется с возрастом больных: в младших возрастных группах (7–9 и 10–12 лет) в два раза больше, чем в старших.

а) *кисты*



б) *гидроцефалия*

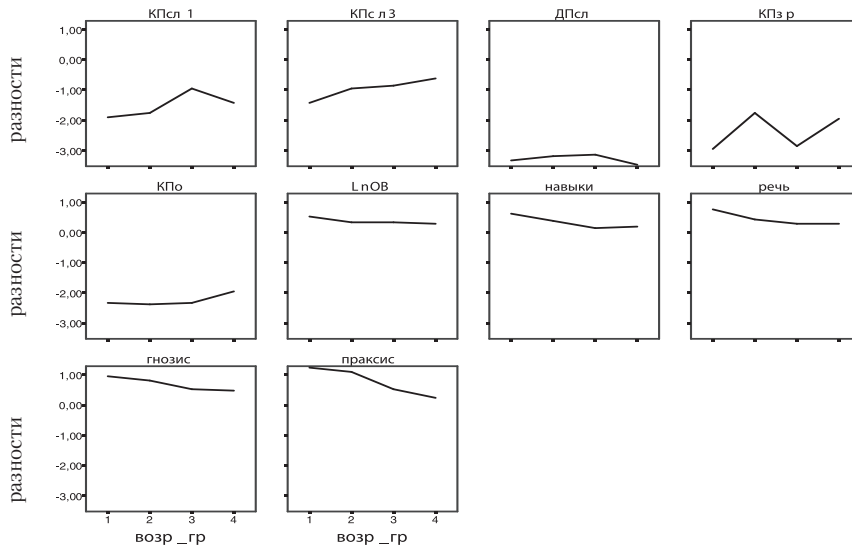


Рис. 1 а)-з). Сравнение средних значений нарушений когнитивных функций в четырех возрастных группах

Во всех возрастных группах при каждом виде патологии высокочисленные отличия от нормы характерны для всех показателей. Эта тенденция в наибольшей степени проявляется при опухолях головного мозга и гидроцефалии, несколько слабее – при арахноидальных кистах и патологии сосудов головного мозга.

Обнаружена тенденция к сближению данных больных и здоровых с возрастом больше выраженная в динамике корковых функций, особенно восприятия и двигательной сферы. Такой характер возрастных изменений больше проявляется при арахноидальных кистах, меньше – при опухолях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология. – М.: Академия, 2002. 416с.
2. Микадзе Ю.В. Нейропсихология детского возраста: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2008. 288с.
3. Семенович А.В. Введение в нейропсихологию детского возраста. – М., Генезис, 2005. 319с.
4. Семенович А.В., Цыганок А.А. Нейропсихологический подход к типологии онтогенеза. // Нейропсихология сегодня. / Под ред. Е.Д.Хомской. – М., 1995. С. 170–183.
5. Симерницкая Э.Г. Мозг человека и психические процессы в онтогенезе. – М., Изд-во МГУ, 1985. 190с.
6. Фарбер Д.А. Принципы системной структурно-функциональной организации мозга и этапы ее формирования// Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. – Л.: Наука, 1990. С. 168–177.
7. Фарбер Д.А., Дубровинская Н.В. Функциональная организация развивающегося мозга (возрастные особенности и некоторые закономерности). – Физиология человека, 1991. – Т.17. – №5. – С. 17–27.
8. Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г., Дубровинская Н.В., Мачинская Р.И. Нейрофизиологические основы динамической локализации функций в онтогенезе// I Международная конференция памяти А.Р.Лурия. Сборник докладов/Под ред. Е.Д.Хомской, Т.В.Ахутиной. – М.: Российское педагогическое общество, 1998. – С.208–215.

## АНАЛИЗ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОГО, АКУШЕРСКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО И СОЦИАЛЬНОГО АНАМНЕЗОВ ДОШКОЛЬНИКОВ С РЕЧЕВЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Е.Ю.Резцова<sup>1</sup>, А.М.Черных

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Россия

*Проведена количественная и качественная оценка генеалогического, акушерско-биологического и социального анамнезов дошкольников с речевыми нарушениями. Доказано, что у детей с речевыми расстройствами по сравнению с их здоровыми сверстниками достоверно чаще отмечаются выраженная отягощенная наследственность по речевой патологии, высокая отягощенность биологического и социального анамнезов. Полученные данные позволят разработать алгоритм прогноза возникновения речевой патологии в раннем возрасте.*

**Ключевые слова:** дошкольники, нарушения речи, факторы риска.

*There was held quantitative and qualitative assessment of genealogical, obstetric-biological and social anamneses of preschool children with specific language impairment. It was proved that children with speech pathologies in comparison with their healthy peers are likely to demonstrate hereditary burdened speech pathology, high-level burdened biological and social family history significantly more often. The obtained data give an opportunity to develop an algorithm of how to predict speech pathology at an early age.*

**Keywords:** preschool children, specific language impairments, risk factors.

Психологами и педагогами общеобразовательных школ и дошкольных учреждений отмечается значительный рост числа обращений за логопедической помощью. Расстройства речевого развития является одной из наиболее распространенных проблем психофизического развития детей дошкольного возраста. По итогам Всероссийской диспансеризации 2002 года от 30,7% до 92,6% детей имеют дефекты речи. Кроме того, свыше 100 тыс. детей, имеющих легкие нарушения звукопроизношения или письменной речи, посещают почти 5 тыс. логопедических пунктов при общеобразовательных учреждениях [4].

Анализ научной литературы по проблемам речевой патологии, ее этиологии и социальной адаптации детей-логопатов свидетельствует о том, что положение данного контингента в современной России вызывает обоснованную тревогу у общественности. Дефекты речи являются достаточно частым отклонением в состоянии здоровья детей в возрасте 5–7 лет, их распространенность по данным литературы, составляет 15–30% среди дошкольников. Эти цифры не просто настораживают, они говорят о проблеме, требующей немедленного и эффективного решения.

Контакты: <sup>1</sup> Резцова В.Ю.: E-mail:

Выявление факторов, влияющих на здоровье и благополучие детского населения, является первым этапом оценки состояния их здоровья. Это достигается путем качественной и количественной оценки генеалогического, акушерско-биологического и социального анамнезов.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось методом естественного гигиенического эксперимента на базе 12-ти дошкольных образовательных учреждений (ДОУ) г. Курска.

Основными объектами исследования являлись дети 5–6 лет с патологией речевого развития, обучающиеся в коррекционных логопедических группах, и их родители. Контрольную группу составили дети, посещающие общеобразовательные группы ДОУ, и их родители. Группы наблюдения подобраны по принципу «копия-пара» по половозрастному составу.

Необходимый объем выборочной совокупности ( $n$ ) для случайной бесповторной выборки определялся по формуле 1:

$$n = \frac{t^2 \times \sigma^2 \times N}{\Delta^2 \times N + \sigma^2} \quad (1)$$

где  $t$  – коэффициент доверия (критерий достоверности) (равен 2);

$\Delta$  – предельная ошибка выборки (0,05, что обеспечивает достоверность результатов в 95 случаях из 100 с предельной ошибкой  $\pm 5\%$ );

$\sigma^2$  – дисперсия (равна 0,25);

$N$  – объем генеральной совокупности.

Для обеспечения качественной и количественной репрезентативности выборочной совокупности по формуле 1 для случайного бесповторного отбора определен ее

размер, составивший 359 детей  $\left( \frac{0,25 \times 2^2 \times 3466}{0,05 \times 3466 + 0,25 \times 2^2} \right)$

Из табл. 1 видно, что в группе детей с нарушениями речи преобладали мальчики: в возрасте 5-ти лет их было на 3,8% больше, чем девочек, в возрасте 6-ти лет – на 10,2%, что не противоречит литературным данным [2, 3, 7].

Исследование анамнеза осуществлялось путем выкопировки данных из учетных форм: ф. № 112/у «История развития ребенка», ф. № 026/у «Медицинская карта ребенка», а также с помощью специально разработанной на кафедре общей гигиены КГМУ анкеты (опросника) для родителей по изучению факторов, влияющих на речевое развитие ребенка. С помощью вышеуказанной анкеты исследовались данные генеалогического и акушерско-биологического анамнезов, микро-социальные условия жизни детей, материально-бытовые условия и психологический климат в семье, наличие психотравмирующих ситуаций.

Анализ генеалогического анамнеза проводился в 2-х основных направлениях: количественная отягощенность генеалогического анамнеза и качественная оценка с выявлением семейной отягощенности по речевой патологии. Для оценки количественной отягощенности генеалогического анамнеза использовался индекс накопления хронических заболеваний в семье пробанда



Таблица 1

## Распределение детей сравниваемых групп по возрасту и полу

Возраст, годы	Число обследованных детей				Всего	
	Мальчики		Девочки			
	основной группы	контрольной группы	основной группы	контрольной группы	основной группы	контрольной группы
5 лет	n = 94 51,9%	n = 40 51,9%	n = 87 48,1%	n = 37 48,1%	181	77
6 лет	n = 98 55,1%	n = 42 50,6%	n = 80 44,9%	n = 41 49,4%	178	83

(условно И.О.), равный числу заболеваний, регистрируемых в родословной ребенка, приходящихся на одного родственника пробанда [5], определяемый по формуле 2:

$$\text{И.О.} = \frac{\text{суммарное количество заболеваний у кровных родственников пробанда}}{\text{общее число кровных родственников пробанда (о которых есть сведения), исключая пробанда}} \quad (2)$$

где И.О. – индекс отягощенности генеалогического анамнеза.

При индексе отягощенности генеалогического анамнеза:

- от 0 до 0,2 – низкая отягощенность;
- от 0,3 до 0,5 – умеренная отягощенность;
- от 0,6 до 0,8 – выраженная отягощенность;
- от 0,9 и выше – высокая отягощенность.

Биологический анамнез оценивался в зависимости от наличия факторов риска в различные периоды жизни ребенка. Направленность риска выявлялась с помощью поисковой таблицы для определения риска патологии у детей [8] и определялась следующими группами:

- 1 – группа риска по частым ОРВИ и социальной дезадаптации;
- 2 – группа риска по патологии ЦНС;
- 3 – группа риска по анемии, рахиту, дистрофиям;
- 4 – группа риска по развитию гнойно-септических заболеваний;
- 5 – группа риска по врожденным порокам развития;
- 6 – группа риска по аллергическим заболеваниям;
- 7 – группа риска из социально-неблагополучных семей;
- 8 – риск по синдрому внезапной смерти;
- 9 – риск по синдрому увеличенной вилочковой железы;
- 10 – риск по развитию тяжелого дисбактериоза;
- 11 – риск по развитию тяжелого инфекционного токсикоза;
- 12 – риск по развитию стоматологических заболеваний и кариеса.

Изучение образа и условий жизни проводилось путем оценки социального анамнеза с учетом его отягощенности по следующим параметрам:

1. Полнота семьи.
2. Возраст родителей.
3. Образование и профессия родителей.
4. Психологический микроклимат в семье в отношении к ребенку.
5. Наличие или отсутствие в семье вредных привычек и асоциальных форм поведения.
6. Жилищно-бытовые условия.
7. Материальная обеспеченность семьи.
8. Санитарно-гигиенические условия воспитания ребенка.

При наличии одного и более факторов риска в 1–2 параметрах – низкая отягощенность социального анамнеза, в 3–4 параметрах – умеренная отягощенность социального анамнеза, в 5–6 параметрах – выраженная отягощенность социального анамнеза. При наличии одного и более факторов риска в каждом из 7–8 перечисленных параметров – высокая отягощенность социального анамнеза.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами было определено, что выраженная отягощенность генеалогического анамнеза отмечалась в 49,6% случаев у детей коррекционной группы, что в 11 раз больше данного показателя в общеобразовательной группе (4,4%,  $p \leq 0,001$ ). Умеренную отягощенность имели 48,5% детей с патологией речи, что в 2,5 раза больше, чем в основной группе (20,0%,  $p \leq 0,001$ ).

Также необходимо отметить, что низкая отягощенность генеалогического анамнеза отмечалась лишь в 0,3% случаев у детей с речевыми нарушениями и у большинства детей с нормальным речевым развитием (75,6%,  $p \leq 0,001$ ). Высокая отягощенность выявлена в 1,7% случаев у детей основной группы, в контрольной группе данная степень отягощенности не отмечалась (рис. 1).

Отягощенная наследственность выявлена у каждого третьего ребенка коррекционной группы – 35,9% случаев, при этом патология у матери встречалась в 4 раза чаще, чем у отца (60,5% и 15,5% соответственно,  $p \leq 0,001$ ).

Достоверно чаще ( $p \leq 0,001$ ) аналогичные нарушения определялись и у других детей в семье, и у ближайших родственников (13,9% и 10,1% соответственно,  $p \leq 0,001$ ) (рис. 2).

Проведенные исследования показывают высокую достоверность различий ( $p \leq 0,01$ ) в величине индекса накопления хронических заболеваний в семье пробаанда у детей с патологией речевого развития по сравнению с детьми группы сравнения, не имеющими таких нарушений.

Значительное влияние на состояние здоровья и функционального состояния оказывает акушерско-биологический анамнез, включающий сведения об экстрагенитальной патологии матери, течении беременности, интранатальном, раннем неонатальном, позднем неонатальном и постнатальном периодах.

При оценке акушерско-биологического анамнеза было выявлено, что 13,4% детей коррекционной группы имели высокую отягощенность биологического анамнеза, 47,9% – выраженную, 19,5% – умеренную, 19,2% – низкую.

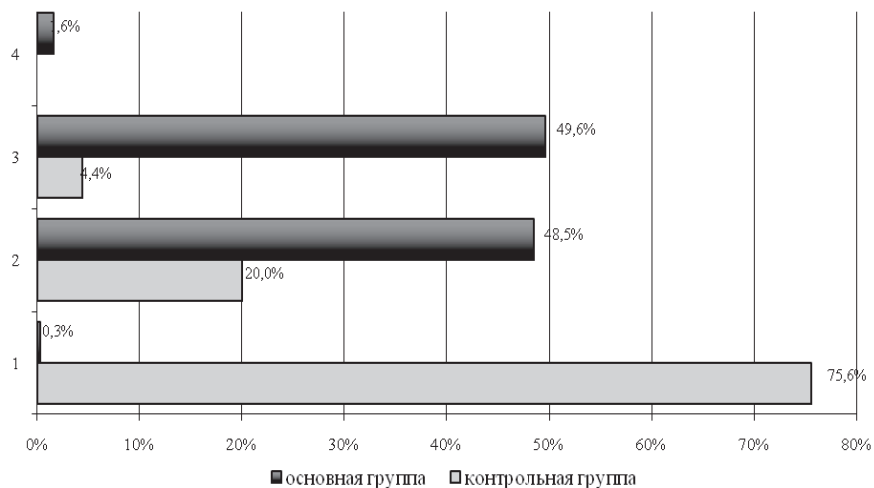


Рис. 1. Распространенность степеней отягощенности генеалогического анамнеза у детей коррекционной и общеобразовательной групп  
 Степени отягощенности генеалогического анамнеза:  
 1 – низкая 2 – умеренная 3 – выраженная 4 – высокая

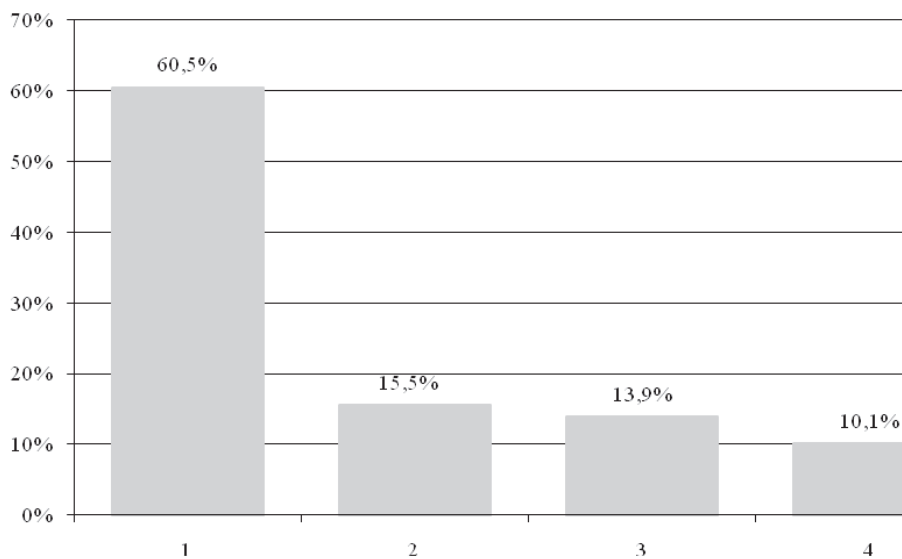


Рис. 2. Частота наследственной предрасположенности у родственников детей с речевой патологией: 1 – мать 2 – отец 3 – другие дети 4 – ближайшие родственники

У детей группы сравнения эти показатели отличались от показателей детей с речевой патологией. Так, в общеобразовательной группе низкая отягощенность биологического анамнеза отмечалась в 2 раза чаще, чем в коррекционной группе (39,4% и 19,2% соответственно,  $p \leq 0,01$ ); умеренная – в 3 раза чаще (57,5% и 19,5% соответственно,  $p \leq 0,01$ ); выраженная – в 15 раз реже (3,1% и 47,9% соответственно,  $p \leq 0,01$ ); высокая отягощенность не встречалась вообще (0 и 13,4% соответственно,  $p \leq 0,01$ ) (рис. 3).

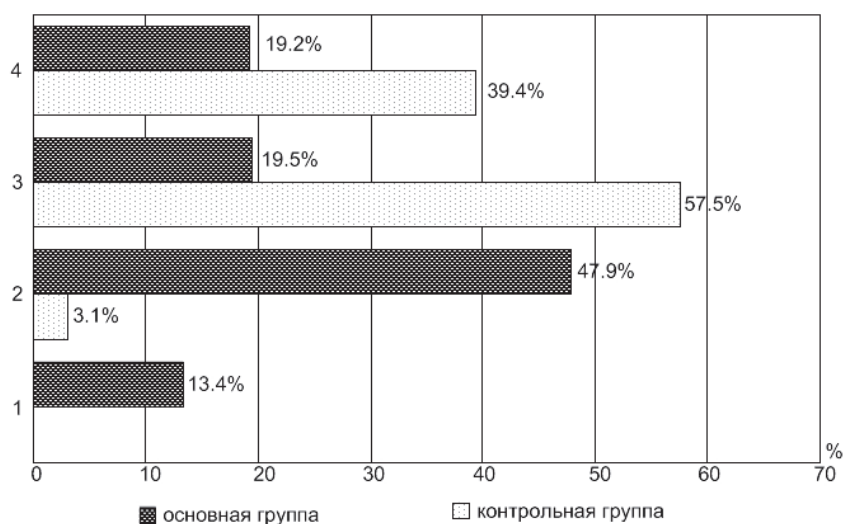
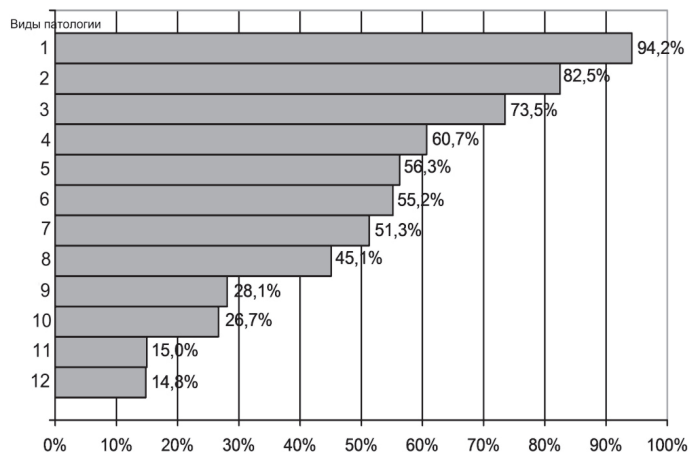


Рис. 3. Распространенность степеней отягощенности биологического анамнеза у детей коррекционной и общеобразовательной групп  
 Степени отягощенности биологического анамнеза:  
 1 – высокая 2 – выраженная 3 – умеренная 4 – низкая

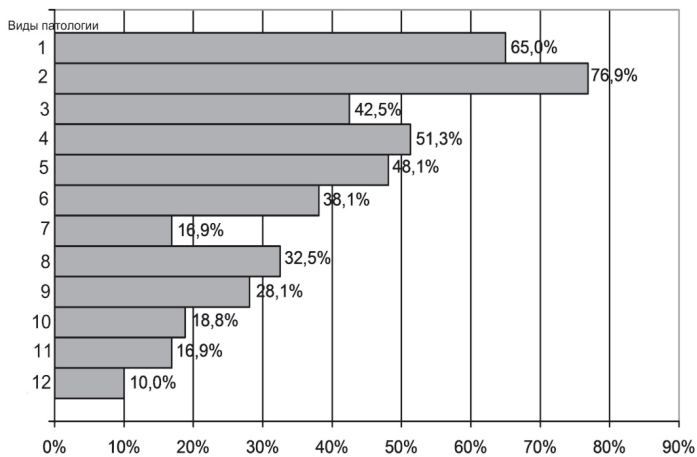
Анализируя биологический анамнез, нами была определена направленность риска развития той или иной патологии в зависимости от совокупности негативных факторов различных периодов онтогенеза.

Выявлено, что 94,2% детей коррекционной группы имели риск по патологии нервной системы, 82,5% – по частым ОРВИ и социальной дезадаптации, 73,5% – по развитию стоматологических заболеваний, 60,7% – по аллергическим заболеваниям, 56,3% – по анемии, рахиту, дистрофиям, 55,2% – по развитию гнойно-септических заболеваний, 51,3% детей являлись группой риска из социально-неблагополучных семей, 45,1% – по синдрому внезапной смерти, 28,1% – по синдрому увеличения вилочковой железы, 26,7% детей имели риск по развитию тяжелого инфекционного токсикоза, 15,0% – по развитию тяжелого дисбактериоза, 14,8% – по врожденным порокам развития (рис. 4а).

Как видно на рис. 4б, в отличие от коррекционной группы, первое место у детей общеобразовательной группы занимает предрасположенность к развитию



**а**



**б**

- 1 – по патологии нервной системы**
- 2 – по частым ОРВИ и социальной дезадаптации**
- 3 – по развитию стоматологических заболеваний**
- 4 – по аллергическим заболеваниям**
- 5 – по анемии, рахиту, дистрофиям**
- 6 – по развитию гнойно-септических заболеваний**
- 7 – группа риска из социально-неблагополучных семей**
- 8 – по синдрому внезапной смерти**
- 9 – по синдрому увеличения вилочковой железы**
- 10 – по развитию тяжелого инфекционного токсикоза**
- 11 – по развитию тяжелого дисбактериоза**
- 12 – по врожденным порокам развития**

*Рис. 4. Частота встречаемости (%) групп риска по различным видам патологии у детей с речевыми расстройствами (а) и у детей общеобразовательной группы (б).*

частых ОРВИ и социальной дезадаптации – 76,3%; 65,0% детей входят в группу риска по патологии нервной системы; 51,3% – по аллергическим заболеваниям; 48,1% – по анемии, рахиту, дистрофиям; 42,5% – по развитию стоматологических заболеваний; 38,1% – по развитию гнойно-септических заболеваний; 32,5% детей являются группой риска по синдрому внезапной смерти; 28,1% – по синдрому увеличения вилочковой железы; 18,8% детей имели риск по развитию тяжелого инфекционного токсикоза; 16,9% – составляют группу риска из социально-неблагополучных семей; 16,9% детей имеют риск по развитию тяжелого дисбактериоза; 10,0% – по врожденным порокам развития.

При этом отмечены достоверные различия между коррекционной и общеобразовательной группами по количеству детей с риском патологии нервной системы (94,2% и 65,0% соответственно,  $p \leq 0,01$ ), с риском предрасположенности к частым ОРВИ и социальной дезадаптации (82,5% и 76,9% соответственно,  $p \leq 0,01$ ) и с риском по развитию стоматологических заболеваний (73,5% и 42,5% соответственно,  $p \leq 0,01$ ).

Также нами было отмечено, что дети с речевыми нарушениями имели риск к большему количеству заболеваний, чем дети без речевой патологии. Доказано, что в коррекционной группе, по сравнению с общеобразовательной, дети чаще имели риск по 7–9 группам заболеваний (47,9% и 3,1% соответственно,  $p \leq 0,01$ ) и по 10–12 группам заболеваний (13,4% и 0 соответственно,  $p \leq 0,01$ ). В свою очередь, дети общеобразовательной группы чаще имели риск по 4–6 группам заболеваний (57,5% и 19,5% соответственно,  $p \leq 0,01$ ) и по 1–3 группам заболеваний (65,0% и 19,2% соответственно,  $p \leq 0,01$ ).

Кроме того, при оценке блока «медико-биологические факторы» анкеты для родителей по изучению факторов, влияющих на речевое развитие ребенка, было выявлено, что:

1) у родителей, воспитывающих детей с речевой патологией, по сравнению с контрольной группой, достоверно чаще встречались такие факторы риска антенатального периода как вредные привычки у родителей (курение) (46,7% и 29,3% соответственно,  $p \leq 0,01$ ) и экстрагенитальная патология у матери (хронические воспаления) (48,5% и 20,0% соответственно,  $p \leq 0,01$ );

2) у матерей, воспитывающих детей с нарушениями речи, достоверно чаще выявлялись факторы отягощенного акушерского анамнеза:

- обвитие плода пуповиной (59,6% и 14,4% соответственно,  $p \leq 0,01$ )
- угроза прерывания беременности (55,4% и 20,6% соответственно,  $p \leq 0,01$ )
- патология плаценты (46,8% и 24,4% соответственно,  $p \leq 0,01$ )
- кровотечение (40,9% и 17,5% соответственно,  $p \leq 0,01$ )
- кесарево сечение (39,3% и 21,3% соответственно,  $p \leq 0,01$ ).

3) из факторов риска интранатального периода у детей коррекционной группы по сравнению с общеобразовательной достоверно чаще отмечались:

- асфиксия (71,9% и 15,0% соответственно,  $p \leq 0,01$ );
- оценка по шкале Апгар менее 7 баллов (47,1% и 7,5% соответственно,  $p \leq 0,01$ );
- родовая травма (29,5% и 2,5% соответственно,  $p \leq 0,01$ );

– кефалогематома (20,1% и 5,0% соответственно,  $p \leq 0,01$ ).

4) дети с речевой патологией были переведены на раннее искусственное вскармливание в 64,9% случаев, что достоверно больше ( $p \leq 0,01$ ), чем в группе контроля (29,4%);

5) в период раннего детства у детей с нарушениями речи диагностировались моторно-двигательные нарушения (96,7% и 25,6% соответственно,  $p \leq 0,01$ ), минимальная мозговая дисфункция (92,2% и 35,0% соответственно,  $p \leq 0,01$ ), лечение антибиотиками (86,6% и 36,3% соответственно,  $p \leq 0,01$ ), простудные заболевания более 4–6 раз в год (78,8% и 43,1% соответственно,  $p \leq 0,01$ ), оперативные вмешательства с применением наркоза (50,1% и 13,1% соответственно,  $p \leq 0,01$ ) и травмы головы (40,1% и 10,0% соответственно,  $p \leq 0,01$ );

6) также достоверно чаще среди детей коррекционной группы встречались леворукость или неполное правшество, сохраняемое до 5–6-летнего возраста (38,2% и 4,4% соответственно,  $p \leq 0,01$ ).

При оценке блока «социальные факторы» анкеты для родителей по изучению факторов, влияющих на речевое развитие ребенка, было выявлено, что 40,6% детей общеобразовательной группы и 84,1% детей с патологией речи имеют отягощенный социальный анамнез (табл. 2).

Эти данные схожи с полученными при оценке социального анамнеза с выделением групп риска [8]. При изучении образа и условий жизни путем оценки социального анамнеза учитывались такие параметры как полнота семьи, образовательный уровень родителей, жилищно-бытовые условия, материальная обеспеченность семьи и санитарно-гигиенические условия воспитания ребенка.

В результате исследования социального анамнеза выявлено, что у 60,0% детей общеобразовательной группы социальный анамнез не отягощен, что достоверно больше ( $p \leq 0,01$ ) чем в коррекционной группе – 20,1%. Умеренная, выраженная и высокая степени отягощенности социального анамнеза отмечались в 79,9% случаев среди детей с нарушениями речевого развития, что достоверно чаще ( $p \leq 0,01$ ) чем среди детей, не имеющих речевых расстройств (40,0%).

Также было выявлено, что:

1) в неполных семьях воспитывались 51,8% детей с расстройствами речи и 26,3% детей, не имеющих речевых нарушений ( $p \leq 0,01$ );

2) в 24,0% случаев дети коррекционной группы воспитывались в двух домах (у матери или отца, у матери или бабушки), тогда как у детей общеобразовательной группы этот показатель оказался достоверно ниже – 8,9% ( $p \leq 0,01$ );

3) матери детей основной группы, в отличие от контрольной, достоверно чаще не имели высшего образования (50,7% и 8,9% соответственно,  $p \leq 0,01$ );

4) 74,7% семей, воспитывающих детей с нарушением речевого развития, имели низкий материальный достаток, у 45,4% семей оказались неудовлетворительными жилищно-бытовые условия, а в семьях детей контрольной группы эти показатели достоверно отличались ( $p \leq 0,01$ ): неудовлетворительный жилищно-бытовые условия отмечались в 8,8% случаев, низкая материальная обеспеченность – в 29,4% случаев ( $p \leq 0,01$ ).

Таблица 2

*Сравнительная характеристика параметров социального анамнеза  
в семьях детей сравниваемых групп*

	контрольная группа	частота встречаемости, %	основная группа	частота встречаемости, %
семейное положение:				
неполная семья	42	26,3	186	51,8
отделение от матери в раннем возрасте	1	0,6	4	1,1
изменение структуры семьи	19	11,9	78	21,7
воспитание в двух домах	14	8,9	36	24,0
лишение родительских прав	1	0,6	6	1,7
низкий образовательный уровень родителей	32	8,9	182	50,7
воспитание в среде с ограниченным или дефектным окружением	1	0,6	27	7,5
смена языковой среды, билингвизм	2	1,3	16	4,5
отсутствие эмоционально положительного окружения, сверхшумное окружение	6	3,8	39	10,9
недостаток речевой мотивации со стороны взрослых	36	22,5	74	26,2
неудовлетворительные жилищно-бытовые условия	14	8,8	163	45,4
неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия ухода за ребенком	12	7,5	115	32,0
низкая материальная обеспеченность семьи	47	29,4	208	74,7

### ВЫВОДЫ

Качественная и количественная оценка генеалогического, акушерско-биологического и социального анамнезов детей сравниваемых групп выявила факторы, влияющие на здоровье и благополучие детского населения в целом и на речевое развитие в частности. Таким образом, зная об отрицательном влиянии данных факторов на речевое развитие дошкольников, возникает необходимость проведения коррекционных медико-психологических мероприятий уже на ранних этапах формирования речевой функции с целью профилактики речевой патологии у детей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веневцев С.И. Оздоровление и коррекция психофизического развития детей с нарушением интеллекта средствами адаптивной физической культуры / С.И. Веневцев, А.А. Дмитриев. – М.: Советский спорт, 2004. – 104 с.



2. Волкова Л.С. Логопедия: Учебник для студ. дефект. фак. пед. вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. / Л.С. Волкова. – М.: Владос, 2004. – 704 с.
3. Волкова О.С. Состояние здоровья детей с речевыми нарушениями: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.09: защищена 09.06.08 / О.С. Волкова; Смоленск. гос. мед. акад. – Смоленск, 2003. – 181 с.
4. Государственный доклад о состоянии здоровья детей в Российской Федерации (по итогам Всероссийской диспансеризации 2002 года). – М.: 2003. – 57 с.
5. Доскин В.А., Макарова Э.С. Диспансеризация, лечение и реабилитация детей раннего и дошкольного возраста. М., Изд-во: Владос, 2008. – 492 с.
6. Мастюкова Е.М. Основы Генетики. Клинико-генетические основы коррекционной педагогики и специальной психологии / Е.М. Мастюкова, А.Г. Москвина. – М., 2001.
7. Поваляева М.А. Справочник логопеда / М.А. Поваляева. – М.: Феникс, 2003. – 448 с.
8. Рзянкина В.Г., Андриюшкина Е.Н. Здоровье детей в образовательных учреждениях: Организация и контроль. – 2-е изд. М., Изд-во: Феникс, 2007. – 376 с.
9. Шарапова О.В. Всероссийская диспансеризация: основные тенденции в состоянии здоровья детей / О.В. Шарапова, А.Д. Царегородцев, Б.А. Кобринский // Рос. вестн. перинатологии и педиатрии. – 2004. – №1. – С. 56–60.

## ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ 1 КУРСА К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ МЕТОДОМ КРАДИОИНТЕРВАЛОГРАФИИ

Л.В. Капилевич<sup>1</sup>, А.В. Кабачкова

Томский государственный университет, факультет физической культуры,  
Томск, Россия

Разрабатывались критерии оценки и прогноза эффективности учебно-тренировочного процесса студентов по показателям кардиоинтервалографии. На основе дискриминантного анализа результатов исследования создана статистическая модель, представленная набором линейных дискриминантных функций. Зная результаты двигательных тестов и значения показателей кардиоинтервалографии, вычисляются классификационные функции ( $y_1$  и  $y_2$ ). Сравнивая значения функций, мы принимаем решение об отнесении объекта к 1-ой (студенты с удовлетворительной адаптацией) или 2-ой группе (наблюдаются признаки напряжения механизмов адаптации).

**Ключевые слова:** *вариабельность сердечного ритма, физиологический мониторинг, адаптация, функциональное состояние организма.*

*The study developed the criteria to assess and forecast the efficiency of the training course in students according to the results of cardiointervalography (CIG). The statistical model, presented by a set of linear discriminators, was made on the grounds of discriminant analysis of the research results. Knowing the results of motor tests and CIG indices we calculate the classification functions ( $y_1$  and  $y_2$ ). Comparing the function values we decide whether to refer the object to the first (students with satisfactory adaptation indices) or to the second group (there are signs of tension in adaptation mechanisms).*

**Key words:** *heart rate variability, physiological monitoring, adaptation, functional status.*

Адаптация к комплексу новых факторов, специфичных для вузов, представляет собой сложный многоуровневый социально-психофизиологический процесс (рис. 1) и сопровождается значительным напряжением компенсаторно-приспособительных систем организма студентов [3]. Наряду с высоким адаптационным потенциалом к комплексу факторов социального и природного окружения существует высокий риск нарушения здоровья [2]. Как заинтересованная сторона, вуз должен выступать инициатором и организатором целенаправленной и эффективной работы по сохранению, реабилитации и приумножению здоровья студенческого контингента. Особое значение отводится занятиям по физической культуре. При планировании режима двигательной нагрузки в основном уделяют внимание только состоянию здоровья, и не учитывают уровень функционального состояния организма.

Контакты: <sup>1</sup> Капилевич Л.В.:E-mail: kapil@yandex.ru

«Цена» приспособительных реакций организма к физическим нагрузкам может выступать как одна из лимитирующих характеристик функционального состояния, и в значительной мере будет зависеть от специфики направленности тренировочного процесса [3]. Необходимость использования достижений науки в спорте неоднократно отмечалась специалистами физической культуры. Слабая технологическая вооруженность и недостаточная эффективность практики физического воспитания наряду с резким снижением уровня здоровья и продолжительности жизни населения России, с одной стороны, приоритет здоровья в программах социального развития физической культуры – с другой, стимулируют научный поиск, и возникает необходимость пересмотра прежних концепций физического воспитания.

Внедрение образовательных технологий в систему физического воспитания Томского государственного университета позволило освободить спортивную деятельность от стандартизации учебного процесса и привело к вариативности оздоровительных занятий на основе применения индивидуальных методик [8]. Применение дифференцировки и индивидуализации учебно-тренировочного процесса с учетом физкультурно-спортивных интересов, состояния здоровья, уровня физической подготовленности и функционального состояния организма позволит повысить эффективность нагрузок на занятиях физической культурой. Для оптимизации содержания двигательной нагрузки необходимо использовать знания об особенностях индивидуального морфофункционального и психологического статуса обучающегося. Такой индивидуальный подход в процессе физического воспитания позволит достичь высокой всесторонней работоспособности.

Целью исследования является разработка критериев оценки и прогноза эффективности учебно-тренировочного процесса студентов специализации «футбол» по показателям кардиоинтервалографии.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Были обследованы 100 студентов I и II курса Томского Государственного Университета, занимающихся на кафедре физического воспитания и спорта. Возраст юношей составил 16–19 лет. Все обследуемые входят в основную медицинскую группу. По характеру тренировочного процесса составили студенты, занимающиеся на специализации «футбол», тренировочный процесс которых направлен на формирование скоростной (анаэробной) выносливости, скоростно-силовых физических качеств и ловкости. Исследование проводилось в три этапа: I этап – начало учебного года 1 курс (сентябрь-октябрь); II этап – конец учебного года 1 курс (март-апрель); III этап – начало учебного года 2 курс (сентябрь-октябрь). Для изучения состояния механизмов регуляции сердечного ритма использовался метод кардиоинтервалографии. Исследовалась общая вариабельность сердечного ритма с помощью методики Р. М. Баевского.

Для разработки алгоритмов донозологического мониторинга применяется оценка различных физиологических показателей и их взаимосвязь. В ходе работы был использован дискриминантный анализ (Discriminant Function Analysis). Данный метод относится к системе методов классификации «с учителем». Цель

анализа состоит в том, чтобы на основе измерения различных характеристик (признаков, параметров) объекта классифицировать его, то есть отнести к одной из нескольких групп (классов) некоторым оптимальным способом. Под оптимальным способом понимается либо минимум математического ожидания потерь, либо минимум вероятности ложной классификации. Результатом дискриминантного анализа является статистическая модель, представленная набором линейных дискриминантных функций, определяющих границы принятия решения в пользу той или иной группы (класса). Количество линейных дискриминантных функций равно количеству групп. Линейная дискриминантная функция представляет собой линейную комбинацию переменных (показателей), включенных в модель:

$$Y = a \cdot X + b, \quad \text{где}$$

$Y$  – значение линейной дискриминантной функции;

$X$  – определяющая переменная;

$a$  – коэффициент при определяющей переменной;

$b$  – независимая константа.



Рис. 1. Активация адаптационных механизмов

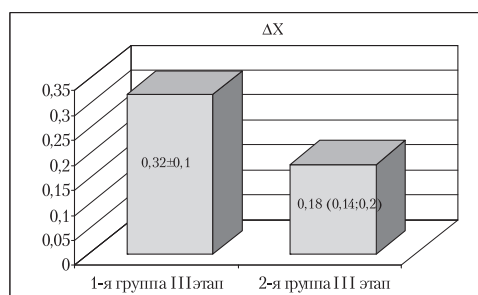
Так как массив экспериментальных данных накапливается, то эти коэффициенты постоянно уточняются.

Для определения значимых факторов, были исследованы следующие показатели: возраст, антропометрические данные (уровень гармонического и физического развития), данные кардиоинтервалографии (исходный уровень функционирования, напряжение систем регуляции, функциональные возможности сердца и систем регуляции сердечного ритма), результаты тестов общей физической

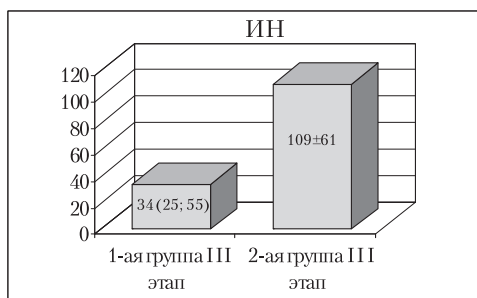
подготовки. По данным кардиоинтервалографии юноши были разделены на две группы: 1 – в данную группу были включены студенты с удовлетворительной адаптацией ( $n=50$ ); 2 – студенты с признаками напряжения механизмов адаптации ( $n=50$ ).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

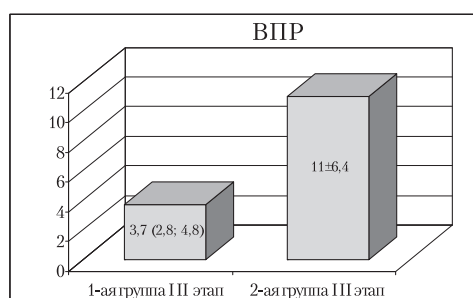
При сравнении показателей сердечного ритма фоновой пробы в 1-ой и 2-ой группах наблюдались следующие изменения:  $\Delta X$  (вариационный размах) достоверно увеличивается во 2-ой группе (рис. 2, А). Это свидетельствует об увеличении активности функционирования парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. ИН (индекс напряжения) достоверно снижается в 1-ой группе наблюдения, а во 2-ой группе достоверно увеличивается. Это говорит о том, что в 1-ой группе наблюдается снижение централизации управлением ритма сердца (рис. 2, Б). ВПР (вегетативный показатель ритма) достоверно ниже в 1-ой группе наблюдения. Это говорит о преобладании парасимпатической нервной регуляции (рис. 2, В).



А



Б



В

Рис. 2. Характеристика сердечного ритма фоновой пробы

**Примечание:** результаты представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения, если закон распределения этих данных нормальный, и в виде медианы, 25-ого и 75-ого процентиля, если закон распределения данных не известен. Статистически значимое различие ( $p<0.05$ ) между группами по всем показателям.

На рис. 3 отражены показатели, которые достоверно изменялись ( $p < 0.05$ ) в течение всего периода наблюдения в 1-ой группе наблюдения. Результаты, полученные на I этапе наблюдения (сентябрь-октябрь), были условно взяты за 100%. Показатели фоновый пробы 2 и 3 этапов наблюдения представлены относительно 100%-ого уровня. Как видно в целом наблюдается увеличение парасимпатических влияний на ритм сердца при неизменном уровне функционирования симпатического отдела и умеренной активности гуморальной регуляции. Реализующий путь управления ритмом сердца – нервный канал регуляции, не наблюдается централизации управления и активности адренергических механизмов. При сравнении результатов наблюдений на втором и третьем этапах отмечается также снижение активности гуморальной регуляции.

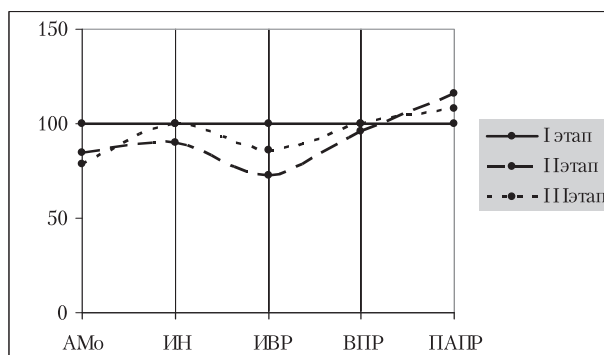


Рис. 3. Характеристика сердечного ритма в динамике 1-ой группы наблюдения

На рис. 4 отражены показатели, которые достоверно ( $p < 0.05$ ) изменялись в течение всего периода наблюдения во 2-ой группе наблюдения. Здесь в целом наблюдается увеличение симпатических влияний на ритм сердца. При сравнении результатов наблюдений на втором и третьем этапах отмечается большее увеличение влияния симпатической нервной системы.

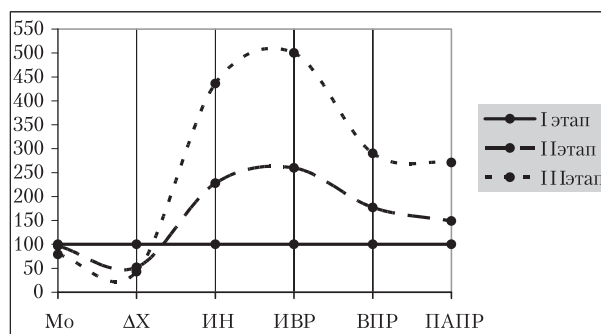


Рис. 4. Характеристика сердечного ритма в динамике 2-ой группы наблюдения

Для классификации был использован пошаговый метод с включением (Forward stepwise) для построения модели. С помощью этого метода на каждом шаге оценивается вклад в функцию дискриминации не включенных в модель переменных. Переменная, дающая наибольший вклад, включается в модель, далее происходит переход к следующему шагу.

Были выполнены следующие этапы: первичный отбор признаков для построения модели; набор обучающей выборки (группы юношей у которых регистрируются отобранные признаки); отбор информативных признаков (табл. 1). При дискриминантном анализе мы формируем канонические переменные, которые характеризуют комплекс взаимосвязанных показателей. С точки зрения теории функциональных систем анализ взаимосвязей в биологической системе направлен на определение структуры доминирующей в данных условиях функциональной системы. Таким путем мы подходим к пониманию механизма управления функциями и мониторинге его нарушений при переходе от здоровья к болезни.

В ходе проведенного анализа были выделены следующие информативные («значимые») переменные: данные кардиоинтервалографии (АМо, Мо, LF/HF) и результаты тестов физической подготовленности (тест на выносливость, быстроту и силу). Таким образом, сократилось число переменных, описывающих зависимость.

Таблица 1

*Информативные переменные, выделенные в ходе дискриминантного анализа*

Показатель	Wilks' Lambda	Toler.	p-level
результаты теста на выносливость	0,844446	0,944743	0,002279
АМо	0,864262	0,698603	0,000170
результаты теста на быстроту	0,821796	0,916914	0,047890
Мо	0,843115	0,685878	0,002720
результаты теста на силовую подготовку	0,820029	0,909169	0,060952
LF/HF	0,810587	0,981707	0,222990
<i>Wilks' Lambda*: 0,79980</i>			

**Примечание:** *Wilks' Lambda* – полученные значения;  
*Toler. (Tolerance, Толерантность)* – значения толерантности переменных, которые были включены в модель;  
*p-level* – значения уровня *p*;  
*Wilks' Lambda\** – критическое значение.

Мо – это диапазон значений наиболее часто встречающихся кардиоинтервалов. Мо является отражением активности функционирования гуморального канала регуляции [1, 2, 4]. АМо – это число кардиоинтервалов, соответствующих

значению (диапазону)  $M_0$  (в % от общего количества кардиоинтервалов). Этот показатель отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца. В основном эффект обусловлен влиянием симпатического отдела вегетативной нервной системы.  $A_{M_0}$  характеризует нервный канал регуляции [1, 2, 4]. По данным спектрального анализа сердечного ритма вычисляется индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) [1]. Мощность медленных волн первого порядка (вазомоторных волн или LF-компонент) характеризует состояние системы регуляции сосудистого тонуса. Вазомоторные волны еще определяют как маркер симпатической модуляции [7]. Мощность дыхательных волн (HF-компонент) характеризует активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (эфферентная активность блуждающих нервов) [7]. Дыхательные волны являются маркером модуляции блуждающего нерва [6].

Для каждого показателя были вычислены коэффициенты, что позволило записать классификационные функции. Так как мы проводим разделение на 2 группы, статистическая модель представляет собой систему двух уравнений:

$$\begin{cases} y_1 = 22,979 \cdot x_1 + 0,591 \cdot x_2 - 0,179 \cdot x_3 + 98,047 \cdot x_4 + 0,353 \cdot x_5 + 0,701 \cdot x_6 - 176,481, \\ y_2 = 23,829 \cdot x_1 + 0,499 \cdot x_2 - 0,084 \cdot x_3 + 92,983 \cdot x_4 + 0,496 \cdot x_5 + 1,018 \cdot x_6 - 182,646 \end{cases}$$

где  $y_1$  – классификационная функция, описывающая 1-ую группу;

$y_2$  – классификационная функция, описывающая 2-ую группу;

$x_1$  – результаты теста на выносливость;  $x_2$  – значения  $A_{M_0}$ ;  $x_3$  – результаты теста на скорость;  $x_4$  – значения  $M_0$ ;  $x_5$  – результаты теста на силовую подготовку;  $x_6$  – значение LF/HF.

Следовательно, зная результаты двигательных тестов и значения показателей кардиоинтервалографии, мы можем вычислить  $y_1$  и  $y_2$ . Сравнив значения функций, мы принимаем решение об отнесении объекта к 1-ой или 2-ой группе:

$y_1 > y_2$ , объект относится к 1-ой группе, которая характеризуется удовлетворительной адаптацией;

$y_2 > y_1$ , объект относится ко 2-ой группе, где наблюдаются признаки напряжения механизмов адаптации.

Полученная статистическая модель может быть использована для проведения мониторинга функционального состояния организма. Используя информативные показатели, выделенные в ходе дискриминантного анализа, мы проводим классификацию на 2 группы по уровню адаптации. Такое разделение дает возможность корректировать учебно-тренировочный процесс с учетом функционального состояния организма и уровнем развития двигательных качеств. Особое внимание стоит уделять при планировании двигательной нагрузки студентам, которые были отнесены во 2-ую группу. У юношей с удовлетворительной адаптацией, отмечается более выраженный сдвиг вегетативного гомеостаза, как в покое, так и в ортостазе в сторону преобладания парасимпатических влияний, что проявляется в снижении индекса напряжения, моды, частоты сердечных сокращений. Уровень физической подготовленности у студентов с удовлетворительной адаптацией выше по следующим двигательным качествам: скоростно-силовые



качества и удар на точность. Для оценки и прогноза эффективности физической тренировки студентов значимыми являются следующие параметры: характеристики сердечного ритма (АМо, Мо, LF, HF) и результаты тестов физической подготовленности (тест на выносливость, быстроту и силу).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р. М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 108–126.
2. Баевский Р. М. Проблема оценки и прогнозирования функционального организма и ее развитие в космической медицине / Р. М. Баевский // Успехи физиологических наук. – 2006. – Т. 37. – № 3. – С. 42–57.
3. Казин Э. М. Особенности психофизиологической адаптации студентов факультета физической культуры, специализирующихся в разных видах спорта, к условиям обучения в вузе / Э. М. Казин, Л. А. Варич // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. – № 1. – С. 77–81.
4. Капилевич Л. В. Методы функционально-диагностических исследований / Л. В. Капилевич. – Томск, 2005. – Гл. 1, § 1.3: Кардиоинтервалография. – С. 36–45.
5. Краткая характеристика и методика развития основных физических качеств: методические рекомендации для студентов гуманитарных вузов / Сост.: И. В. Лосева, Г. Ю. Голубев, И. А. Герасимова, А. В. Пудов. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2002. – 28 с.
6. Мамий В. И. Спектральный анализ и интерпретация спектральных составляющих колебаний ритма сердца / В. И. Мамий // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 2. – С. 52–60.
7. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода / В. М. Михайлов. – Иваново, 2000. – 200 с.
8. Шилько В. Г. Личностно-ориентированный подход в физическом воспитании студентов / В. Г. Шилько // Вестник ТГУ. – 2004. – №283. – С. 205–210.

## КОРРЕКЦИЯ ДЕЗАДАПТАЦИИ У СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА

Л.К.Бусловская<sup>1</sup>, Ю.П.Рыжкова  
Белгородский государственный университет,  
Белгород, Россия

*Изучали функциональные возможности организма, особенности адаптации студентов первокурсников. Охарактеризовали дезадаптивные состояния с учетом уровней физического здоровья. Провели комплексную коррекцию, после которой увеличилось количество студентов с удовлетворительной адаптацией, улучшилось психоэмоциональное состояние, успеваемость. У студентов с низким уровнем физического здоровья установили преобладание реакций повышенной активации в сравнении со спокойной активацией до коррекции.*

**Ключевые слова:** здоровье студентов, адаптация, дезадаптивные состояния, комплексная коррекция.

*The functional possibilities of the organism, the adaptive peculiarities of the first-year students were studied. The desadaptive conditions of the university students taking into account the levels of the students' body health were characterized. The complex correctional was done, after which the quantity of the students with the satisfaction adaptation increased, their psycho-emotional condition, advancement improved. The predominance of the higher activation reactions comparing to the calm activation before correction was established to the students with low level of the body health.*

**Key words:** health students, adaptation, desadaptive conditions, complex correctional.

Работа выполнена в рамках одного из приоритетных национальных проектов образования «Здоровьесбережение» реализуемого в Белгородском государственном университете.

Состояние здоровья учащейся молодежи, пути его сохранения и укрепления – актуальная проблема, требующая комплексного подхода. Адаптация студентов первокурсников к условиям Вуза представляет собой сложный социально-психологический процесс, который сопровождается значительным напряжением компенсаторно-приспособительных систем организма.

Изучение адаптивных возможностей организма в качестве интегрального критерия здоровья наиболее предпочтительно, так как адаптация отражает взаимосвязь организма со средой и определяет риск развития заболеваний и уровень здоровья. Значительный вклад в разработку проблем связанных с адаптацией студентов к условиям обучения внесли академик Н.А. Агаджанян; Г.В. Валева и др.; Э.С. Геворкян и др.; С.Л. Джергения и др.; Л.Д. Маркина и др.; Г.А. Севрюкова и др. [1,2,7,10,11,13,18,20]. По данным Н.А. Агаджаняна за годы обучения в

Контакты: <sup>1</sup> Бусловская Л.К.:E-mail: buslovskaya@bsu.edu.ru

Вузе число здоровых студентов сокращается в среднем на 25,9%, а хронически больных – увеличивается на 20% [1,2].

Как известно, период острой адаптации студентов приходится в основном на первый и второй курсы обучения, когда вероятность появления дезадаптивных состояний особенно велика. Дезадаптивные состояния изучали Т.И. Подкопаева; В.В. Маркин; Д.А. Андреев и др. [4,17,19]. Однако до сих пор многие вопросы требуют дополнительного изучения. К их числу необходимо отнести, прежде всего, зависимость типов адаптационных реакций организма студентов от уровней их соматического здоровья. По данным Л.Х. Гаркави адаптационные реакции организма – это антистрессорные реакции, которые отражают силу воздействия и степень реакции организма, а система неспецифических адаптационных реакций описывает все интегральные состояния организма, от здоровья до болезни [8]. Поэтому теория неспецифических адаптационных реакций может использоваться в качестве системного подхода к оценке состояния здоровья студентов в условиях их адаптации к обучению.

Недостаточно изученными остаются вопросы профилактики и коррекции дезадаптивных состояний у студентов. Поиск эффективных способов коррекции, применимых в условиях Вуза остается актуальной проблемой и требует дополнительного анализа.

Цель: охарактеризовать дезадаптивные состояния у студентов-первокурсников и оценить эффективность их комплексной коррекции.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Экспериментальная часть работы выполнена на педагогическом факультете Белгородского государственного университета в 2005–2008 гг. Объект исследования – студенты первых-третьих курсов, всего 724 человека.

Исследования проводили в течение учебных семестров и в периоды экзаменационных сессий.

Оценку состояния здоровья студентов делали в центре семейной медицины БелГУ. В клинической лаборатории центра проводили забор крови и определение гематологических показателей крови. Идентификацию типов адаптационных реакций проводили по сигнальным показателям лейкограммы в мазках периферической крови. По соотношению лимфоцитов к сегментоядерным нейтрофилам (ЛФ/НС) выделяли адаптационные реакции организма [8,9].

Морфофункциональное состояние оценивали антропометрическими методами: соматоскопия, соматометрия, физиометрия. Экспресс-оценку уровня физического (соматического) здоровья (ИПА), проводили по методике Г.Л. Апанасенко [6,7].

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы оценивали по частоте сердечных сокращений и уровню артериального давления, рассчитывали систолический объем крови (СОК) по формуле Старра, минутный объем крови; дыхательной системы – по частоте дыхания, жизненной емкости легких [10,11]. Компенсаторно-приспособительные механизмы оценивали по величине адаптационного потенциала по методу Баевского, вегетативный статус – по вегетатив-

ному индексу Кердо, межсистемные взаимоотношения в кардиореспираторной системе – по индексу Хильдебранта [10,11].

Определение психофизиологических особенностей включало оценку силы нервных процессов с помощью теппинг-теста [15]; умственную работоспособность – по таблицам Анфимова; суточные биоритмы – по методике Д. Хорна – О. Эстерберга в модификации А.А. Путилова [16]; текущее функциональное состояние – по методу САН [14]; типы темперамента – по тесту Г. Айзенка [3]; уровень тревожности – по методу Ч.Д. Спилбергера, Ю.Л. Ханина [16]. В качестве показателя эффективности учебной деятельности использовали средний балл успеваемости студентов, рассчитанный по основным предметам в учебных семестрах и в экзаменационные сессии.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Способность студентов адаптироваться к новым условиям жизни, и, прежде всего, к основному виду деятельности, учебным нагрузкам отражает уровень тревожности, который бывает низким, умеренным, высоким. Среди студентов первых-третьих курсов в учебном семестре подавляющее большинство имело умеренную тревожность. На рис. 1. представлена высокая тревожность у студентов разных курсов. Количество студентов с высокими уровнями тревожности оказалось наибольшим у первокурсников (в среднем около 32,4%, на старших курсах их меньше, так на втором – 22,3%, на третьем – 6%.)

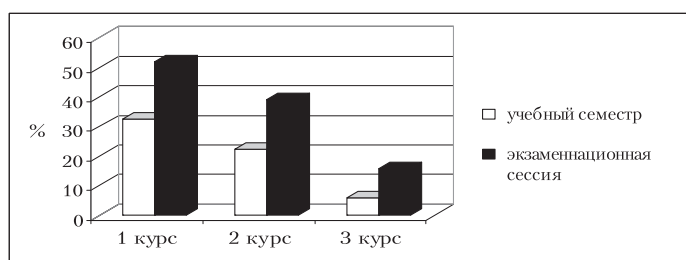


Рис. 1. Динамика высокого уровня личностной тревожности у студентов разных курсов, %

В экзаменационную сессию количество студентов первокурсников с высоким уровнем тревожности увеличилось в среднем на 19,6%. У студентов второго и третьего курсов в этот период в среднем до 67,8% имели умеренную тревожность.

На основе параметров гемодинамики были рассчитаны индекс Кердо, который характеризует вегетативный статус организма и индекс Хильдебранта, характеризующий межсистемные взаимоотношения в кардиореспираторной системе.

Анализ ВИК у студентов первокурсников в учебном семестре показал, что больше половины студентов симпатотоники. В период экзаменационной сессии количество симпатотоников увеличилось в среднем на 13,4%, при этом наблюдалось достоверное повышение средних значений индекса Кердо ( $p < 0,05$ ). Средние

величины индекса Хильдебранта в изученный период были в верхних границах нормы.

На рис 2 представлена динамика АП студентов первокурсников. Необходимо отметить, что в среднем до 43,3% студентов первокурсников в учебных семестрах имели напряжение адаптационного потенциала. В период экзаменационных сессий количество студентов с напряжением механизмов адаптации в исследуемых группах увеличивалось в среднем до 58%, и функциональные возможности, таким образом, обеспечивались за счет резервов организма.

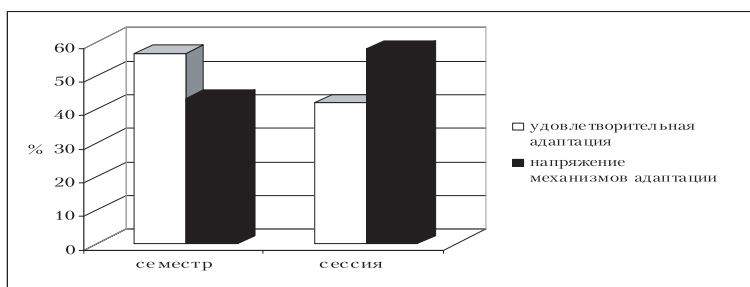


Рис. 2. Динамика адаптационного потенциала студентов первокурсников, %

Для характеристики типов адаптационных реакций использовали соотношение между числом лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов ЛФ/НС [8,9]. Наиболее характерной адаптационной реакцией организма студентов первокурсников в начале обучения оказалась реакция повышенной активации (в среднем до 50%). По данным Л.Х. Гаркави и др. для этой реакции характерна быстрая мобилизация ресурсов организма и повышение его устойчивости [8,9].

Для выявления студентов с напряжением механизмов адаптации (дезадаптации) среди первокурсников были проведены дополнительные исследования по изучению состояния здоровья, психофизиологических особенностей, уровня тревожности, адаптационного потенциала организма и др. На основе анализа всей имеющейся информации были сформированы группы студентов, у которых было обнаружено значительное напряжение процессов адаптации (выявили достоверные отличия параметров гемодинамики, потенциала системы кровообращения, вегетативного гомеостаза и др.) и группа контроля.

Количество студентов первокурсников с дезадаптацией в среднем составило 22% от всех поступивших на первый курс, что согласуется с данными Р.Г. Гильмутдинова, который в своих исследованиях выявил до 30% студентов, испытывающих серьезные затруднения в процессе адаптации к учебной деятельности [12].

Студентов с дезадаптацией разделили на группы с учетом интегрального показателя физического здоровья по Г.Л. Апанасенко [6,7]. Методика основана на выяснении зависимости между общей выносливостью, объемом физиологических резервов организма и проявлением экономизации функций кардиореспира-

торной системы, что в целом и является интегральным показателем. Для расчетов использовали показатели физического развития, состояния дыхательной и сердечно-сосудистой системы в покое, после функциональной нагрузки и в восстановительном периоде.

Таблица 1

*Характеристика группы дезадаптации с учетом интегрального показателя соматического здоровья*

№ группы	Курс	Возраст, лет	Количество студентов, %	Уровень физического здоровья
1	Первый	17–18	52	Низкий
2			30	Ниже среднего
3			18	Средний

В группе дезадаптации 52% имели низкий уровень, 30 – ниже среднего, 18 – средний уровень соматического здоровья.

Самый низкий адаптационный потенциал имели студенты с низким уровнем физического здоровья. Для большинства из них характерны меланхолический темперамент со слабыми процессами возбуждения и торможения, высокая тревожность и низкий адаптационный потенциал организма.

У студентов группы дезадаптации в предсессионный период, в течение месяца, провели комплексные коррекционные мероприятия, которые включали прием БАД «Янтарная кислота» в пищевых дозах, разрешенных Институтом питания Минздрава России, групповые психологические тренинги, индивидуальные занятия рациональной психотерапией, оздоровительную гимнастику, аутотренинги, обучение приемам психофизиологической саморегуляции, занятия лечебной физкультурой.

После коррекционной работы изменился вегетативный статус студентов группы дезадаптации в сторону увеличения количества ваготоников данные на рис. 3. У студентов с низким уровнем физического здоровья – на 8,3%, с уровнем здоровья ниже среднего – на 11,4%, со средним уровнем физического здоровья – на 10%.

В исследованиях Э.С. Геворкяна и др. [10,11] показано что, наиболее оптимальным типом реагирования является парасимпатический, поскольку симпатический таит в себе опасность перенапряжения и срыва адаптации.

После коррекции была выявлена положительная динамика индекса Хильдебранта. В группе 1 с низким уровнем физического здоровья увеличилось число студентов с нормальными межсистемными взаимоотношениями в кардиореспираторной системе – на 8,7%, с уровнем физического здоровья ниже среднего – на 9%, со средним уровнем физического здоровья – на 25%.

Изучение адаптационного потенциала у студентов группы дезадаптации показало, что коррекция способствовала повышению адаптивных возможностей орга-

низма. Об этом свидетельствует увеличение числа студентов с удовлетворительной адаптацией (рис. 4). В группе с низким уровнем физического здоровья после коррекции количество студентов с удовлетворительной адаптацией увеличилось от 0 до 16,7%, со средним – на 75%.

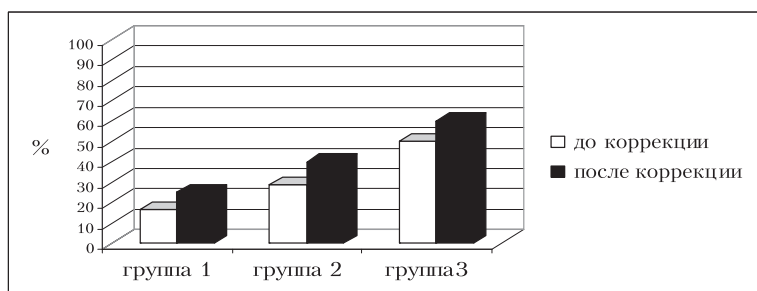


Рис. 3. Динамика количества студентов группы дезадаптации с ваготонией (по индексу Кердо), %

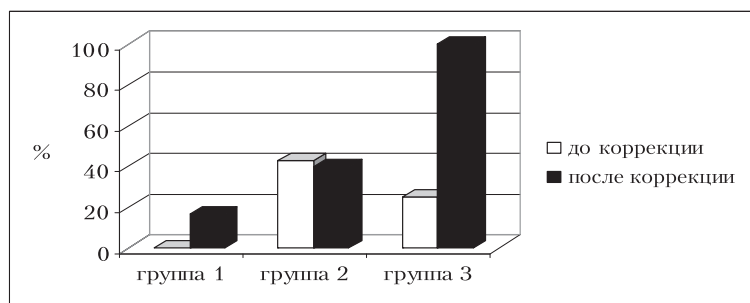


Рис. 4. Количество студентов группы дезадаптации с удовлетворительной адаптацией до и после коррекции, %

После коррекции улучшилось психоэмоциональное состояние студентов (рис. 5), так в группе №1 возросло количество студентов с умеренной тревожностью и достигло 50%, в группе №2 увеличилось – на 31,4% и составило 60%, в группе №3 в среднем практически у всех студентов тревожность оказалась умеренной.

Таким образом, коррекционная работа оказала наиболее благоприятное воздействие на студентов со средним уровнем физического здоровья.

После комплексной коррекционной работы у студентов группы дезадаптации произошло изменение типов адаптационных реакций (рис. 6).

У первокурсников с низким уровнем физического здоровья было выявлено преобладание реакций повышенной активации и появление реакций тренировки, с уровнем здоровья ниже среднего преобладание реакций повышенной актива-

ции, со средним уровнем физического здоровья – реакций спокойной активации, что свидетельствует о мобилизации организма и повышении его адаптационных возможностей.

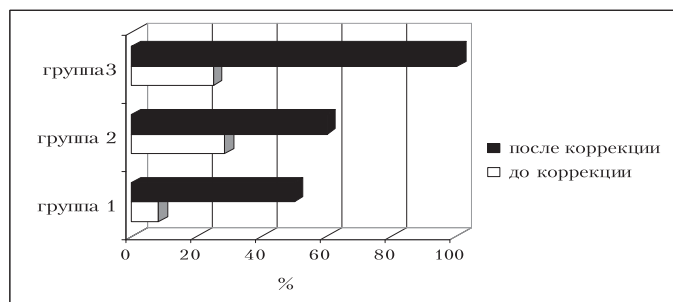


Рис. 5. Динамика количества студентов группы дезадаптации с умеренным уровнем личностной тревожности (по Ч.Д. Спилбергу), %

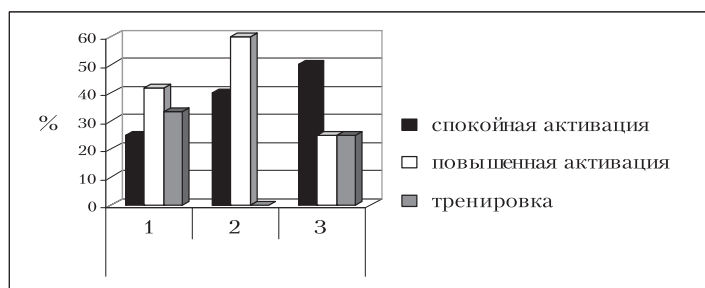


Рис. 6. Типы адаптационных реакций у студентов группы дезадаптации после коррекции, %

По данным Л.Х. Гаркави реакция активации, как спокойной, так и повышенной наиболее значительно повышают неспецифическую резистентность организма, и является самой благоприятной реакцией на раздражители средней силы [8,9].

Реакция спокойной активации свидетельствует о недостаточной мобилизации резервных возможностей организма. При реакции тренировки активность защитных систем организма не повышается, а чувствительность к раздражителям снижается, и они становятся для организма подпороговыми. При реакции повышенной активации резистентность организма растет быстро и значительно за счет срочной активации защитных систем.

Анализ успеваемости показал, что после коррекции средний балл повысился у студентов с низким уровнем соматического здоровья – на 11,1%, ниже среднего – на 16,7%, средним – на 17,6%, по сравнению с учебным семестром.



Таким образом, комплексная коррекционная работы повысила адаптационный потенциал организма студентов. Увеличилось количество студентов с умеренной тревожностью, ваготонией и удовлетворительной адаптацией, улучшилась успеваемость. После комплексной коррекционной работы у студентов группы дизадаптации произошло перераспределение типов адаптационных реакций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, Н.А. Изучение образа жизни, состояния здоровья и успеваемости студентов при интенсификации образовательного процесса / Н.А. Агаджанян, Т.Ш. Миннибаев, А.Е. Северин, Н.В. Ермакова, Л.Ю. Кузнецова, А.А. Силаев // Гигиена и санитария. – 2005. – №3. – С.48–52.
2. Агаджанян, Н.А. Состояние кардиореспираторной системы и психологического статуса подростков суворовского училища в период адаптации к новым социально-средовым условиям / Н.А. Агаджанян, Ю.И. Федоров, В.П. Шеховцов, И.И. Макарова // Экология человека. – 2004. – №4. – С.16–19.
3. Анастаси, А. Психологическое тестирование / А. Анастаси, С. Урбина. – СПб.: Питер, 2001. – 688 с.
4. Андреев, Д.А. Коррекция дизадаптивных состояний студенток ВУЗа средствами лечебной физической культуры: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Д.А. Андреев. – Томск, 2007. – 20 с.
5. Апанасенко, Г.Л. О возможности количественной оценки здоровья человека / Г.Л. Апанасенко // Гигиена и санитария. – 1985. – № 6. – С.55–58.
6. Апанасенко, Г.Л. Соматическое здоровье и максимальная аэробная способность индивида / Г.Л. Апанасенко, Р.Г. Науменко // Теория и практика физ. культуры. – 1988. – № 4. – С.29–31.
7. Валеева, Г.В. Проблемы оздоровительной работы со студентами педагогического ВУЗа / Г.В. Валеева, В.С. Мишарина // Вестник ОГУ Приложение «Здоровьесберегающие технологии в образовании». – 2005. – №11. – С.107–110.
8. Гаркави, Л.Х. Активационная терапия. Антистрессорные реакции активации и тренировки и их использование для оздоровления, профилактики и лечения / Л.Х. Гаркави. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 2006. – 256 с.
9. Гаркави, Л.Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, М.А. Уколова. – Ростов н/Д., 1990. – 223 с.
10. Геворкян, Э.С. Влияние умственных и психоэмоциональных нагрузок на кардиогемодинамические показатели абитуриентов [Текст] / Э.С. Геворкян, Э.В. Даян, С.М. Минасян, Ц.И. Адамян // Гигиена и санитария. – 2004. – №3. – С.67–71.
11. Геворкян, Э.С. Функциональное состояние студентов при умственной нагрузке / Э.С. Геворкян, С.М. Минасян, Н.Н. Ксаджикян, А.В. Даян // Гигиена и санитария. – 2005. – №5. – С.55–57.
12. Гильмутдинов, Р.Г. Роль системы здравоохранения ВУЗа в коррекции адаптации студентов к обучению на примере работы лаборатории психопрофилактики ОГУ / Р.Г. Гильмутдинов // Вестник ОГУ Приложение «Здоровьесберегающие технологии в образовании». – 2005. – №11. – С.10–13.

13. Джергения, С.Л. Состояние здоровья и адаптация к обучению в ВУЗе студентов стоматуниверситета / С.Л. Джергения, Ю.Л. Пацевич, В.С. Лебедев // Экология человека – 2002. – №3. – С.26–28.

14. Доскин, В.А. Тест дифференцированной самооценки функционального состояния / В.А. Доскин, Н.А. Лаврентьева, М.Н. Мирошников // Вопр. Психол. – 1973. – №6. – С. 32–36.

15. Ильин, В.П. Дифференциальная психодиагностика / В.П. Ильин. – СПб, 2001. – 454 с.

16. Косованова, Л.В. Скрининг-диагностика здоровья школьников и студентов. Организация оздоровительной работы в общеобразовательных учреждениях / Л.В. Косованова, М.М. Мельников, Р.И. Айзман. – Новосибирск: Изд-во Сиб. унив., 2003. – 240 с.

17. Маркин, В.В. Индивидуальный подход к коррекции дезадаптационных состояний студентов адаптогенами растительного происхождения: автореф. дис. ... канд. мед. наук / В.В. Маркин. – Владивосток: Изд-во Владивосток. гос. мед. унив., 2004. – 23 с.

18. Маркина, Л.Д. Современные подходы к оценке и коррекции уровня индивидуального здоровья студентов / Л.Д. Маркина, В.В. Маркин // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2003. – № 2. – С. 39–42.

19. Подкопаева, Т.И. Дезадаптивные состояния и их инструментальная коррекция у студентов мед. колледжа: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Т.И. Подкопаева. – Томск: Изд-во Сибир. гос. мед. унив., 2001. – 19 с.

20. Севрюкова, Г.А. Адаптивные изменения функционального состояния и работоспособность студентов в процессе обучения / Г.А. Севрюкова // Гигиена и санитария. – 2005. – №1. – С.72–74.

## ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЦИРКАДНОГО РИТМА ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА У ДЕТЕЙ 8–13 ЛЕТ

Т.С.Пронина<sup>1</sup>, В.П.Рыбаков  
Институт Возрастной физиологии РАО,  
Москва, Россия

*Исследовали циркадный ритм температуры кожи плеча у детей трех возрастных групп (8–9, 10–11 и 12–13 лет) на протяжении 48 часов с интервалом тестирования 10 минут. Показано, что во всех возрастах среднесуточная температура (месор) выше у девочек, чем у мальчиков, а амплитуда ритма выше у мальчиков. Обнаружено, что в возрасте 10–11 лет происходят временные перестройки энергетического обмена. В разные периоды суток уровень температуры выше в периоды пребывания в школе и дома, чем в ночной период, тогда как амплитуда колебаний выше в период сна.*

**Ключевые слова:** детский возраст, циркадный ритм, температура кожи.

*The circadian rhythm of shoulder skin temperature in children of three age-groups (of 8–9, 10–11 and 12–13 years old) was investigated during 48 hours with a 10 minutes interval. It is shown, that in all ages the average daily temperature (mesor) is higher in girls, than in boys, but the circadian rhythm amplitude is higher in boys. It is revealed, that at the age of 10–11 temporary shifts of energy metabolism take place. At different day periods the temperature is higher when at school and at home than at night, whereas the amplitude is higher during the sleep state.*

**Keywords:** childhood, circadian rhythm, skin temperature.

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 определяет состояние организма [1, 3, 14, 19, 22].

Центральным звеном, ответственным за терморегуляцию, является гипоталамус. Регуляция температуры кожи осуществляется через гормоны гипоталамуса путем сжатия поверхности кровеносных сосудов, расположенных на поверхности кожи (снижение), либо путем увеличения потоотделения и расширения сосудов (повышение). Гипоталамическим центром терморегуляции является преоптическая область, нейроны которой контролируют все виды терморегуляторных реакций [2, 7, 9, 18, 20].

В настоящее время показано, что температура тела каждого человека в течение суток колеблется в небольших пределах и зависит от пола и возраста людей. Исследование в онтогенезе человека, как правило, проводилось с большими возрастными интервалами: инфантильный, зрелый и старческий возраст [13, 15, 21,].

Контакты: <sup>1</sup>Пронина Т.С., E-mail: pronina.ts@mail.ru

В то же время, необходимость хронобиологического исследования у детей и подростков в естественных условиях (без отрыва от обычного дневного режима, обучения в школе, домашних занятий, отдыха и сна) весьма значима, так как растущий организм наиболее чувствителен к экзогенным факторам [6].

Известно, что основными показателями, характеризующими циркадианный ритм, является средний уровень (мезор), амплитуда колебаний и фаза (акрофаза).

Мезор «отражает» так называемую центральную линию, вокруг которой происходят колебания физиологической функции на протяжении суток. Амплитуда является наиболее пластичным показателем и одной из первых изменяется при воздействии различных факторов [3, 12, 19]. Величина суточной амплитуды (ее изменение) может служить показателем адаптационного процесса и, по мнению С.И. Степановой [8], может служить характеристикой «биологического статуса организма», его адаптационным критерием.

Суточные ритмы занимают ведущее место среди биологических ритмов человека. Современные авторы вполне обоснованно называют их совокупность и согласованность – временной организацией, подчеркивая, что они играют особую роль при взаимодействии организма с окружающей средой. В последнее время биоритмологический подход, рассматривается как ведущий при диагностике, лечении и прогнозе ряда заболеваний, а также при характеристике состояния здоровья [2, 7, 9, 13, 17, 23].

Задачей настоящей работы явилось: 1) определение возрастных и половых особенностей суточного ритма температуры у детей трех возрастных групп (8–9, 10–11 и 12–13 лет) по показателям среднесуточного уровня и амплитуды колебаний, и 2) выявление особенностей хронобиологических показателей температуры кожи в различные периоды суточной активности организма: в период пребывания в школе, в период нахождения дома и в период сна.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для измерения температуры у детей был использован метод «Термохрон iButton» [5], который 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. Мониторинг температуры проводили в весенний период у 32 учащихся 3-х, 5-х и 6-х классов школы одной из школ г. Москвы (каждая возрастная группа была представлена 16 девочками и 16 мальчиками) в условиях пребывания в школе и дома. Считывание полученных результатов с термометра-таблетки осуществляли через компьютер с применением специальной программы для «Термохрона». У каждого испытуемого на протяжении тестируемого времени было зарегистрировано не менее 290 измерений. Мониторинг дал возможность построить индивидуальные графики, рассчитать средний уровень, амплитуду суточных колебаний (разница максимальных и минимальных значений).

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

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием пакета компьютерных программ Statistica. Достоверность различия средних групповых данных определяли по критериям Стьюдента.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Циркадная динамика температуры кожи у детей 8–9, 10–11 и 12–13 лет характеризуется значительными индивидуальными различиями (рисунок 1). В то же время, у большинства детей суточный ритм обладает и общими закономерностями. Так, при утреннем просыпании температура сразу резко возрастает (можно даже точно отметить время просыпания). В школьный период (до 11–13 часов) происходит постепенное увеличение температуры. После окончания уроков температура снижается, а к 17–18 часам наблюдается второе, менее выраженное, увеличение температуры. После засыпания температура снижается, а в два-четыре часа ночи отмечается ее резкое падение до 30–29 градусов.

Акрофаза циркадного ритма температуры у большинства обследованных детей (более 80%) находится в интервале 12–13 часов, то-есть, приходится на вторую половину периода пребывания детей в школе, когда умственная нагрузка на организм ребенка наибольшая.

Мезор циркадианного ритма температуры (ЦРТ) у девочек каждой возрастной группы достоверно выше, чем у мальчиков ( $p < 0,001$ ). Однако его динамика оказывается сходной у детей обоего пола и является максимальной в возрасте 10–11 лет (рисунок 2).

В отличие от мезора, амплитуда ЦРТ достоверно ( $p < 0,01$ ) выше у мальчиков всех возрастных групп (рисунок 2). Этот хронопоказатель так же изменяется с возрастом и имеет половые особенности. У мальчиков возрастная динамика амплитуды аналогична динамике мезора: повышение к 10–11 годам и снижение у 12–13-летних детей. У девочек амплитуда ЦРТ с возрастом меняется по другому: наблюдается тенденция к снижению к 10–11 годам, а далее (к 12–13 годам), этот показатель не меняется.

Согласно гипотезе Губина Г.Д. и соавторов [1], величина циркадных амплитуд температуры увеличивается с возрастом, достигая максимума в зрелом возрасте в соответствии с функциональными энергетическими потребностями организма, а затем, к старческому периоду, амплитуда снижается.

Литературные данные указывают, что хорошо выраженные суточные колебания (большая амплитуда) являются признаком способности быстрой адаптации к изменяющимся внешним условиям. Так, адаптация к ночным работам значительно легче у людей с высокоамплитудным ритмом, чем у их же коллег с низкоамплитудным суточным ритмом [8, 23].

Н.И.Моисеева [4], исследовавшая ритмы вегетативной системы у людей после дальних перелетов, сделала следующий вывод, что хорошо выраженные и строго

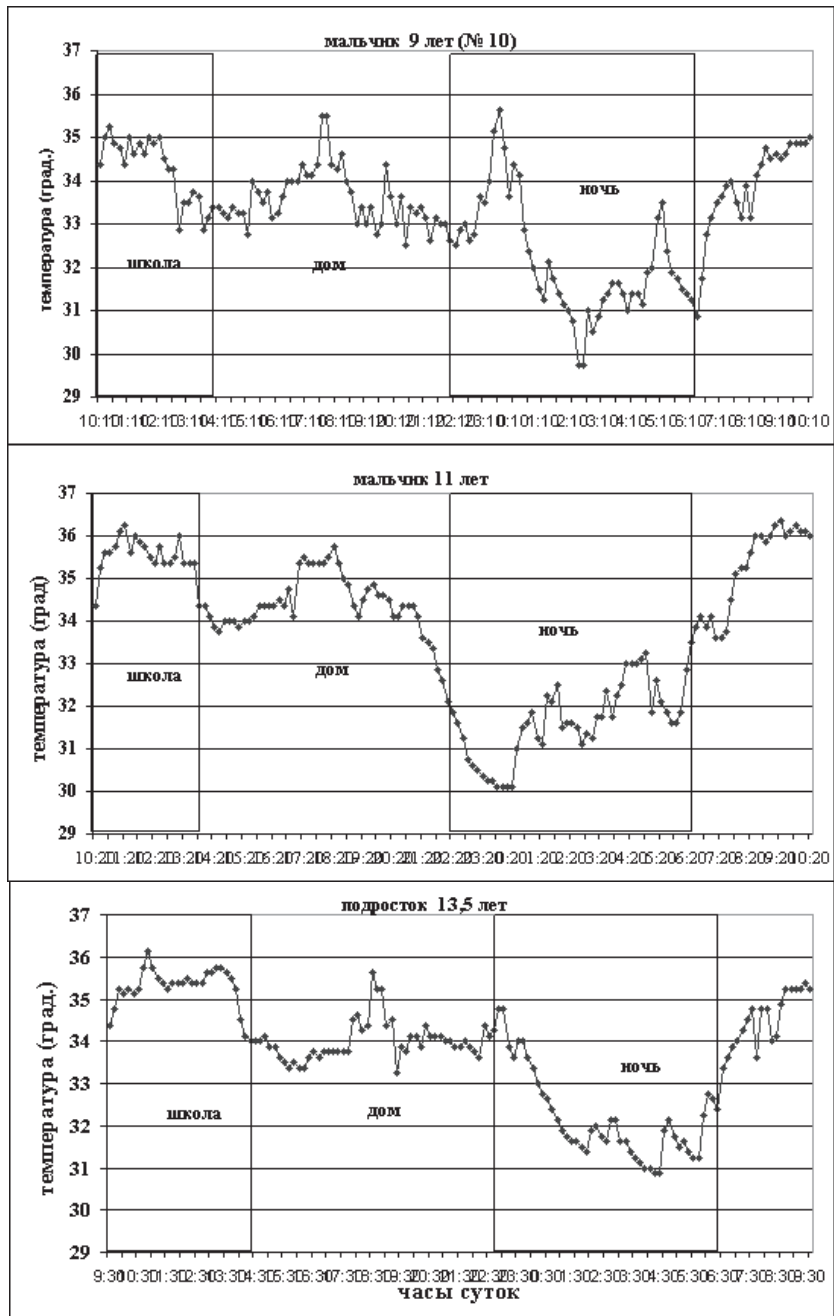


Рис. 1. Образцы суточной динамики температуры кожи у трех мальчиков разного возраст

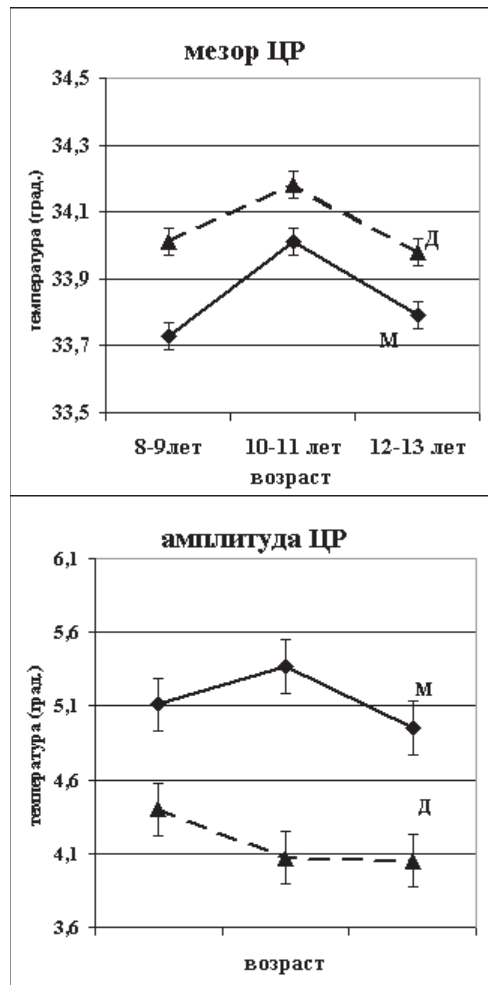


Рис. 2. Возрастная динамика мезора и амплитуды циркадианного ритма температуры у детей

повторяющиеся суточные колебания являются признаком способности быстрой адаптации к новому часовому поясу.

Основываясь на результатах многих литературных работ по изучению величины амплитуды суточных ритмов, как критерия адаптоспособности человека, можно констатировать, что большая величина циркадианной амплитуды у мальчиков всех возрастов свидетельствует о лучшей приспособляемости их терморегуляции к внешним влияниям, чем у их ровесниц девочек. Однако, у девочек среднесуточная температура выше, что связано, по-видимому, с гормональным статусом девочек. С хронобиологических позиций, адаптация, связанная с увели-

чением амплитуды ритма, указывает на преобладание качественных механизмов (у мальчиков). Адаптация, связанная с повышением мезора, свидетельствует о процессах, связанных с количественными изменениями на всем протяжении ритма (у девочек).

Хронобиологический анализ средних значений температуры и амплитуды колебаний в различные периоды суточной активности детей выявил сложную динамику, связанную как с возрастом, так и с полом учащихся (рис. 3).

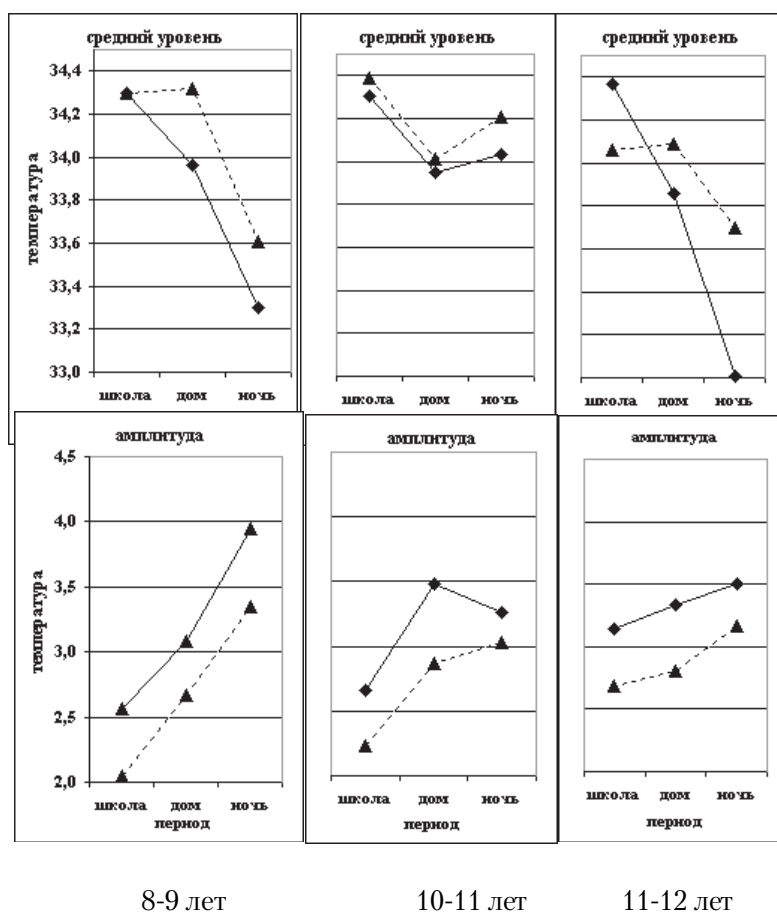


Рис. 3. Динамика среднего уровня и амплитуды колебаний температуры в разные периоды суток у трех возрастных групп детей.  
(сплошная линия – мальчики, пунктирная линия – девочки)

Среднепериодический уровень температуры у мальчиков и девочек 8–9 и 12–13 лет достоверно ( $p < 0,01$ ) уменьшается от времени пребывания в школе (максимальное значение) к периоду нахождения детей дома и в ночное время



(минимальное значение). У детей 10–11 лет динамика средней температуры иная: в домашних условиях и ночью во время сна этот показатель не отличается.

Амплитуда колебаний температуры у детей обоего пола 8–9, 12–13 и девочек 10–11 лет достоверно увеличивается от наименьших величин в школьный период до максимальных – ночью ( $p < 0,01$ ). Только у мальчиков 10–11 лет амплитуда периодических колебаний увеличивается ко времени пребывания дома, и не меняется в ночной период.

Сопоставление среднепериодических значений температуры и амплитуда ее колебаний в разные периоды суток дает возможность охарактеризовать каждую фазу суточной активности учащихся. Так, во время пребывания в школе имеет место наибольшая температура тела, но наименьшая амплитуда, что указывает на напряжение функций у детей в этот период. Во время нахождения дома амплитуда колебаний температуры увеличивается (кроме мальчиков 10–11 лет), а средние значения показателя несколько снижаются. Ночью наблюдаются еще более значимые изменения: снижение уровня температуры и увеличение размера амплитуды. Изменение хронобиологических параметров, выявленное у детей дома и в ночной период свидетельствует о расслаблении функций, снижении энергетических потребностей организма. Высокая амплитуда колебаний в ночной период, по всей вероятности, является отражением периодической активацией гипоталамических областей, ответственных за вегетативную функцию [10, 12]. Величина ночной амплитуды (по сравнению с дневной) у младших детей была большей, чем у старших, что свидетельствует о большей лабильности у них нейроэндокринной системы во время сна. Очень важна, в этом отношении, роль мелатонина, регулирующего суточный ритм организма ребенка и участвующего во многих физиологических функциях [11, 16, 17]. Суточный мониторинг температуры может выявить (косвенным образом) особенности секретируемого гормона у детей и его влияние при адаптации к социальным факторам.

Результаты настоящего исследования мезора и амплитуды суточного ритма температуры у детей в период от 8 до 13 лет, а также хронопоказателей в разные периоды суточной активности свидетельствуют о сложном, не однонаправленном возрастном процессе становления функции термосистемы.

## ВЫВОДЫ

1. Суточный интервал температуры кожи, определяемый с помощью прибора «Термохрон iButton», у детей 8–13 лет находится в пределах: у мальчиков  $27,25^{\circ}$ – $34,39^{\circ}$ С, у девочек  $30,0^{\circ}$ – $36,25^{\circ}$ С.
2. Мезор суточной температуры у девочек 8–13 лет выше, чем у мальчиков.
3. Амплитуда суточных колебаний температуры у мальчиков всех возрастов больше, чем у девочек.
4. Средняя температура у детей 8–9 и 12–13 лет в дневной период выше, чем в ночной (период сна).
5. Амплитуда колебаний температуры у детей обоего пола выше в период сна.
6. В возрасте 10–11 лет наблюдаются временные перестройки терморегуляции.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губин Г.Д., Губин Д.Г., Куликова С.В. Температура тела человека как проблема хронобиологии. Теоретические и практические аспекты. Циклы. Материалы третьей международной конференции. Ставрополь: СевКавГТУ, 2001. С.95–116
2. Деряпа Р.Р., Мошкин М.П., Постный В.С., Деряпа Н.Р., Мошкин М.П., Постный В.С. Проблемы медицинской биоритмологии. М., Медицина, 1985, 208с.
3. Доскин В.А., Куинджи Н.Н., Доскин В.А., Куинджи Н.Н. Биологические ритмы растущего организма. М., Медицина, 1989, 224с.
4. Моисеева Н.И., Сысуев В.М. Временная среда и биологические ритмы. Л., Наука, 1981, 128с.
5. Программа ThermoChron Revisor, сайт: <http://www.elin.ru/>
6. Пронина Т.С., Рыбаков В.П. Суточная динамика температуры кожи у мальчиков и девочек 9–10 лет. //Новые исследования, №4, 2008, С.72–78.
7. Путилов А.А. «Совы», «Жаворонки» и другие. О наших внутренних часах и их влиянии на здоровье и характер. – Новосибирский университет, М., Совершенство, 1997, 264с.
8. Степанова С.И. Биологические аспекты проблемы адаптации. М., Наука, 1986, 244с.
9. Almirall H., et al., Ultradian and circadian body temperature and activity rhythms in chronic MPTP treated monkeys. // Neurophysiology. Clin., 2001, Jun., 31(3), 161–70.
10. Dijk D.J., von Schantz M. Timing and consolidation of human sleep, wakefulness, and performance by symphony oscillators. // J. Biol. Rhythms. 2005 Aug., 20 (4), 279–290.
11. 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.
12. De Koninck J., Biological rhythms associated with sleep and psychological adjustment. // J Psychiatry Neurosci., 1991, She.,16(3), 115–22.
13. Harper D.G. et al., Disturbance of endogenous circadian rhythm in aging and Alzheimer Disease. 2001
14. Hildebrandt G. The time structure of adaptation // Int. J. Chronobiol., 1981, V.7, N 4, P 254.
15. Kripke D.F. et al Circadian phase in adults of contrasting ages. // Chronobiol. Int., 2005, 22(4), 695–709.
16. Middleton B., Complex effects of melatonin on human circadian rhythms in constant dim light. // J. Biol. Rhythms. 1997, Oct, 12(5), 467–77.
17. Munoz-Hoyos A. et al. Characteristic VD melatonin children with hormonedependent and hormonindependent a growth inhibition. // J. Clin. Endocrinol. Metabol., 2001, v 86, N 3, 1181–87.
18. Redfern P., Minors D., Waterhouse J. Circadian rhythms, jet lag, and chronobiotics: an overview. // Chronobiol. Intern., 1994, 11, 253–256.
19. Reinberg A. Chronobiologie et morbidite. // Ann. Med. Interne, – 1980, V 131, S 4, – P, 517–523.

20. Refinetti R., Menaker M. The circadian rhythm of body temperature. // *Physiol. Behav.*, 1992, 51, 613–637.
21. Sloan E.P., Circadian rhythms and psychiatric disorders in the elderly. // *Chronobiol. Int.*, 1996, Oct, 9(4), 164–70.
22. Tsujimoto T., et al., Circadian rhythms in depression // *Affect Disord.*, 1990, 18, P.199–210.
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.

## ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТИПОВ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

Р.В.Тамбовцева<sup>1</sup>

Институт возрастной физиологии РАО, Москва

Целью настоящего исследования явилось изучение возрастных изменений соматотипов мальчиков и девочек школьного возраста. Соматотип характеризовали с помощью трех компонент: эндоморфии, отражающей упитанность, мезоморфии, оценивающей костно-мышечное развитие, и эктоморфии, отмечающей линейность телосложения. Было показано, что изменчивость уменьшается с возрастом как по частоте, так и по размаху. Выделяются критические периоды, когда значительно увеличивается число заметных изменений соматотипа: для детей обоего пола период – 9–10 лет и в пубертатный период – для девочек 13–14 лет, для мальчиков 14–15 лет. Перестройки типов телосложения обратимы и происходят, как правило, в определенных зонах с использованием стандартных каналов. У лептосомных детей можно выделить возможность перестроек в канале А-АТ-Т, а также Т-ТМ. У эурисомных детей наиболее употребим обратный канал – МТ-М-МД и ДМ-Д. По каналу МТ-М-МД возможен «шунт» между группами лептосомов и эурисомов.

**Ключевые слова:** соматотип, типологическая устойчивость, пубертатный период, изменчивость, лептосомы, эурисомы.

*The purpose of the present research was studying of age changes Somatotips boys and girls of school age. Somatotype characterised by means of three component: endomorphine, reflecting fatness, the mesomorphine, estimating kostno-muscular development, and ekto-morphine, marking linearity of a constitution. It has been shown that variability decreases with the years both on frequency, and on scope. The critical periods when the number of appreciable changes somatotype considerably increases are allocated: for children of both sexes the period – 9–10 years and in pubertat the period – for girls of 13–14 years, for boys of 14–15 years. Reorganisations of types of a constitution are reversible and occur, as a rule, in certain zones to use of standard channels. At leptosomes children it is possible to allocate possibility of reorganisations in the channel A-A, and also T-TM. At eurisomes children most we will use the return channel – MT-M-MD and DM-D. On the MT-M-MD channel «shunt» between groups and eurisomes is possible.*

**Keywords:** somatotips, typological stability, pubertat the period, variability, leptosom, eurisom.

Конституциональная принадлежность – одна из наиболее интегративных антропологических характеристик человеческого организма [1,2,3]. Соматотип, как внешнее, морфологическое отражение конституции человека, это неоценимый прогностический комплекс признаков, позволяющий предугадать заранее многие

Контакты: <sup>1</sup> Тамбовцева Р.В., E-mail:ritta7@mail.ru

особенности онтогенеза и реакции организма на внешние воздействия. Однако, чтобы выполнить такого рода прогностическую задачу в процессе роста и развития, он должен быть достаточно стабилен и в значительной степени генетически обусловлен. Для оценки стабильности соматотипа наиболее пригоден метод лонгитудинального (продольного) исследования, крайне трудоемкий в реализации [3].

Целью настоящего исследования явилось изучение возрастных изменений соматотипов мальчиков и девочек школьного возраста в лонгитудинальном исследовании.

### **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследования проводили на мальчиках и девочках школы №710 г. Москвы. Соматотипы детей оценивали по методикам Штефко-Островского [4] и Хит-Картера [5]. В последнем случае соматотип характеризовался с помощью трех компонент: эндоморфии, отражающей упитанность, мезоморфии, оценивающей костно-мышечное развитие, и эктоморфии, отмечающей линейность телосложения.

Обработка результатов осуществлялась средствами Excel и Statistica 6.0.

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

Методом кластерного анализа матрицы данных, построенной по 23 морфологическим показателям, в каждой возрастно-половой группе было выделено 4 крупных кластера, которые были отождествлены с 4 основными соматотипами схемы Штефко, основываясь на средних значениях ведущих параметров в каждом кластере. При проведении типологизации обследованных по численным характеристикам типобразующих переменных для оценки степени разнесенности и компактности выделенных соматотипических групп был использован метод визуализации данных, то есть проецирования множества точек из пространства антропометрических признаков на плоскость главных компонент [6]. Характеристика свойств кластерной структуры свидетельствует о наличии непересекающихся кластеров и отражает достаточно высокий уровень разделимости типов.

Как показывают результаты, при лонгитудинальных исследованиях в возрастном интервале от 7 до 17 лет у большинства детей оценки телосложения не остаются постоянными. Выделяются лишь небольшие устойчивые группы, переход между которыми остается практически невозможным. Можно выделить лептосомную группу, состоящую из детей торакального (Т), астеноидного (А), астеноторакального (АТ), торакально-мышечного (ТМ) телосложения. Эурисомная группа включает детей мышечного (М), дигестивного (Д), мышечно-дигестивного (МД) и дигестивно-мышечного (ДМ) телосложения.

Возможность таких переходов определяется еще и типологической устойчивостью, оцениваемой по отношению общего числа исследований в данной группе к числу детей, у которых выявляется изменение типа телосложения. Оказалось, что у девочек возникший вариант типа телосложения в 2 раза более устойчив по сравнению с мальчиками.

Возникает, соответственно, вопрос о различиях типологической устойчивости в зависимости от возраста и типа телосложения. Знание этих закономерностей

дает возможность подхода к прогнозированию динамики индивидуального развития.

Соотношение основных типов телосложения у мальчиков и девочек в зависимости от возраста приведены в таблице 1. При этом в графе Т (торакальный) приведены и смешанные варианты типа АТ (астено-торакальный) и МТ (торакально-мышечный), а в графе М (мышечный) – МД (мышечно-дигестивный) и ДМ (дигестивно-мышечный).

Таблица 1

*Соотношение основных типов телосложения у мальчиков и девочек в возрасте от 7 до 17 лет*

ТИП ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ									
Возр. лет	А	Т	М	Д	Возр. лет	А	Т	М	Д
	МАЛЬЧИКИ (%)					ДЕВОЧКИ (%)			
7	15,5	48,8	32,1	3,7	7	17,5	47,4	21,1	14,0
8	17,0	46,0	28,9	8,1	8	22,0	50,8	13,6	13,6
9	16,7	39,6	37,5	6,2	9	16,4	49,2	16,4	19,0
10	12,0	46,0	34,0	8,0	10	17,4	52,2	17,4	13,0
11	9,8	51,0	34,2	4,2	11	27,9	48,8	16,3	7,0
12	12,8	53,8	23,1	10,0	12	20,8	43,8	25,0	10,4
13	18,6	43,8	31,3	6,3	13	31,6	52,6	10,5	5,3
14	18,5	40,8	29,6	11,1	14	15,8	57,9	21,1	5,3
15	19,1	40,9	30,9	9,1	15	14,3	50,0	28,6	7,1
16	16,6	50	25	8,3	16	15,0	55,0	25,0	5,0
17	22,5	44,4	23,1	10,2	17	12,9	59,0	24,4	3,7

Приведенные в таблице материалы показывают, что в исследуемом возрастном интервале оценки типа телосложения с возрастом не остаются на одном уровне. Например, у мальчиков в 9-летнем возрасте оказывается явно сниженной доля обследуемых, отнесенных к торакальной группе, и при этом увеличивается процент детей с признаками мышечного телосложения. В то же время в возрасте 11–12 лет наблюдается увеличение доли мальчиков торакального типа. Еще одна волна роста относительного количества обследуемых мышечного типа выявляется в 15 лет. Необходимо подчеркнуть, что все эти перестройки происходят главным образом за счет обследованных со смешанными типами строения тела (АТ, ТМ, МТ, МД, ДМ). В то же время выявляется доля лиц, у которых с 7-летнего возраста и до 17 лет принципиальные особенности строения тела не меняются.

У девочек сдвиг доли обследуемых в сторону увеличения относительного количества мышечного типа наблюдается раньше (в возрасте 7–9 лет), но в

возрасте 13–17 лет преобладают девушки с проявлением А, Т и АТ типов телосложения.

В таблице 2 приведены результаты оценки устойчивости типов телосложения у групп обследованных, у которых встречается более или менее постоянный тип организации (2/3 всех оценок) в течение всего периода наблюдения.

Таблица 2

*Изменчивость основных типов телосложения школьников  
за весь период наблюдения от 7 до 17 лет*

Преобладающий тип телосложения	А	Т+АТ	М+ТМ	МД+Д
Доля детей с изменениями телосложения	17	35	62	47

Как показывают результаты, меньше всего изменяется тип телосложения детей, признанных (по преобладающему числу определений) астеноидными. Вероятность изменений типа (чаще всего переходов А-АТ) равна 17%. Это подтверждает имеющееся в литературе мнение, что наиболее устойчивыми в ходе онтогенетического развития являются дети астеноидного типа телосложения [7]. Отмечается 100% устойчивость астеноидного соматотипа в допубертатный период. На втором месте стоит дигестивный тип, который более устойчив у девочек. Размах изменчивости мышечного и торакального типов ограничивается только соседними типами, но доля детей, сохранивших эти типы в течение 4-х лет, значительно меньше, чем астеноидного и дигестивного. Наиболее изменчив мышечный тип у мальчиков.

Во втором детстве влияние смены соматотипа на приросты имеет половые различия. У мальчиков продольные размеры быстрее увеличиваются при ослаблении типа, поперечные – при усилении типа. Рост мягких тканей (обхваты и жировые складки) более интенсивен при стабильном типе; то же наблюдается и в толщине эпифизов на нижних конечностях. У девочек, в основном, наблюдается следующая зависимость приростов от смены соматотипа: при усилении типа приросты массы тела, большинства обхватов, толщины жировых складок и эпифизов больше, чем при стабильном типе или его ослаблении.

В становлении соматотипа в период от 10 до 14 лет наблюдаются сходные тенденции между мальчиками и девочками: доля изменившихся соматотипов у мальчиков снижается до 35,7%, у девочек – до 25%. При этом размах изменчивости суживается еще сильнее – в большинстве случаев он составляет даже менее одного типа, например, из мышечного в торакально-мышечный или из мышечно-дигестивного – в дигестивный.

Таким образом, изменчивость соматотипа с возрастом уменьшается как по частоте, так и по размаху. При этом выделяются критические периоды, когда значительно увеличивается число заметных изменений соматотипа: для детей обоего пола период – 9–10 лет и в пубертатный период – для девочек 13–14 лет,

а для мальчиков 14–15 лет. С переходом из препубертатного в пубертатный период происходит переориентация в избирательной стабильности соматотипов – астеноидный соматотип из самого стабильного становится самым изменчивым. Возможно, пубертатный период является для данного типа конституции критическим периодом его становления. Между тем, в период от 14 к 17 годам устойчивость астеноидного типа у девочек восстанавливается, однако у мальчиков в период от 15 к 16 годам часть подростков уходит в торакальный тип, а другая часть в мышечный, проявляя тем самым нестабильность. Устойчивость астеноидного типа сложения проявляется у мальчиков только от 16 к 17 годам.

Полагаем, что возрастная изменчивость типов телосложения проявляется в связи с известной гетерохронностью развития, которая определяет неравномерность темпов роста туловища и конечностей, развития скелетной мускулатуры, выраженность признаков эндоморфии. При этом оказывается, что соматотипы, складывающиеся к 6–7-летнему возрасту, проявляют в дальнейшем различную степень устойчивости. Так, у всей группы астеников возможность изменения соматотипа за 11 лет наблюдения в среднем составляет 1,7 раза. У мальчиков торакального телосложения среднее число таких перестроек составляет 3,5 раза, у детей мышечного и торакально-мышечного телосложения за это же время соматотип перестраивается в среднем 6,2 раза. Все это дает основание предполагать, что стабильность или выраженная неустойчивость, жесткость или лабильность онтогенеза определяется базисными конституциональными особенностями данного ребенка. При этом создается впечатление, что дети с наиболее лабильными процессами роста и развития обладают также более выраженной адаптивностью, и именно они являются выразителями современных тенденций онтогенеза человека, определяющих возможность проявления акселерации и астенизации.

Группа – (М+ТМ) является наиболее изменчивой – более 60% всех изменений типа телосложения. Доля этой группы в ходе развития меняется от 4 до 15%. При этом в 16–17 лет снижается число учащихся чисто мышечного телосложения. В другой (эурисомной) группе выявляется до 4% испытуемых, поддерживающих в течение всего срока наблюдений дигестивное (Д) телосложение, но значительно чаще (до 10% случаев) выявляется смешанный дигестивно-мышечный (ДМ) тип. Причем в различные периоды жизни обследуемых оценки многократно меняются от МД-ДМ-Д и обратно. Увеличение доли МД типа у мальчиков часто связано с ростом мышечной массы, причем наиболее интенсивный рост мышечной массы приходится на 14–16 лет.

Таким образом, в группе детей, у которых фиксируются типы телосложения в ходе индивидуального развития, в школьном возрасте можно выделить стабильную группу с относительно редкими изменениями основных характеристик строения тела. Это, в первую очередь, дети астеноидного типа телосложения, у которых вероятность изменения типа телосложения в течение последнего году обучения в школе составляет около 17%, причем значительная часть таких детей основные принципы строения тела практически не меняют и весь школьный период остаются в этой группе. Однако критическим периодом для ребят астеноидного типа сложения является пубертатный период, когда происходит изме-



нение телосложения и переход его чаще всего в торакальный тип. Большая изменчивость у детей торакального типа сложения – 35%, максимально неустойчивые дети с дигестивным и мышечным типом телосложения – 47 и 62% соответственно. В дигестивной зоне только у 2–3% детей проявляется устойчивость телосложения, а у большинства детей особенности морфологической организации за время обучения в школе неоднократно меняются. Перестройки вполне обратимы и происходят, как правило, в определенных зонах с использованием стандартных каналов. У лептосомных детей можно выделить возможность перестроек в канале А-АТ-Т, а также Т-ТМ. У эурисомных детей наиболее употребим обратимый канал – МТ-М-МД и ДМ-Д. По каналу МТ-М-МД возможен «шунт» между группами лептосомов и эурисомов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Движущей силой всех изменений типов телосложения, как правило, являются многочисленные нейро-гормональные перестройки в ходе развития функциональных систем и связанные с ними морфологические изменения. Проявляющиеся в силу особенностей онтогенеза этих систем гетерохронность развития приводит к соответствующим морфологическим изменениям динамики роста различных тканей с соответствующими морфологическими изменениями тела. Определенное влияние на возрастные изменения телосложения могут оказать перемена темпов роста массы и длины тела, массы скелетных мышц, различных компонентов тела: костного, мышечного и жирового.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитюк Б.А. Интеграция знаний в науке о человеке // М.: Спортакадемпресс. 2000. 440с.
2. Панасюк Т.В. Изучение в близнецовых исследованиях хронологии действия генов // Соотношение биологического и социального в развитии человека. М. 1974. С. 106–109.
3. Корниенко И.А., Панасюк Т.В., Тамбовцева Р.В. Становление индивидуальных показателей соматотипа и особенностей конституциональной организации у мальчиков 7–12 лет // Морфология. 1997. №6. С. 78–81.
4. Штефко В.Г., Островский А.Д. Схемы клинической диагностики конституциональных типов // М.-Л.: Биомедгиз. 1929. 79с.
5. Carter J.E.L. The Heath-Carter somatotype method // San diego State Univ. 1980. 400s.
6. Изаак С.И. Применение теории размытых множеств для определения индивидуально-типологических особенностей человека // Новые методы исследования в физической культуре и детско-юношеском спорте. Смоленск: ИКА. 1999. С. 9–14.
7. Ямпольская Ю.А. Физическое развитие школьников Москвы и его оценка // Вестник РАМН. 2003. №8. С. 15–23.

## ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКА ПЛАВАНИЯ СПОСОБАМИ КРОЛЬ НА ГРУДИ И КРОЛЬ НА СПИНЕ У УЧАЩИХСЯ 11–17 ЛЕТ

С.А.Баранцев<sup>1</sup>, В.В.Дементьев  
Институт возрастной физиологии РАО,  
Москва, Россия

*Исследуются возрастные особенности формирования навыка плавания способами кроль на груди и кроль на спине у учащихся 11–17 лет, а также влияние на него показателей физического развития, специальной плавательной и двигательной подготовленности. Установлено, что возрастной период с 13–14 до 15–16 лет – сложный период в формировании техники плавания способом кроль на груди, пик ухудшения которого приходится на возраст 14–15 лет. У мальчиков 11–13 лет по сравнению с 13–17-летними школьниками создаются более благоприятные условия для формирования техники плавания способами кроль на груди и кроль на спине.*

**Ключевые слова:** физическая культура, плавание, школьники, обучение.

*This paper presents the study of age peculiarities of learning to swim front crawl and backstroke in 11–17 year old pupils. It also studies the way this skill is influenced by physical development, special swimming and motor activity. It is established, that the age period from 13–14 to 15–16 years is a difficult one to acquire the techniques of swimming the front crawl. Its peak of deterioration falls on the age of 14–15 years. 11–13 year old boys in comparison with 13–17 year old schoolboys are in more favorable conditions to learn to swim front crawl and backstroke.*

**Key words:** physical education, swimming, school children, teaching.

Среди различных физических упражнений, способствующих всестороннему физическому развитию, важнейшая роль принадлежит плаванию. Особое значение имеет массовое обучение школьников плаванию, т.к. это дает не только гигиенический оздоровительный эффект, но и овладение жизненно необходимым навыком. Вместе с тем не секрет, что более половины выпускников общеобразовательных школ не умеют плавать. В литературе большое внимание уделяется вопросам массового обучения детей и подростков плаванию в сравнительно короткие сроки в условиях школы, летнего оздоровительного лагеря и т.д. (Н.Ж.Булгакова, 1981, Ю.А.Короп с соавт., 1985; В.Н.Платонов, 2000 и др.). Для эффективного обучения плаванию необходимо знать возрастные особенности формирования этого жизненно важного двигательного навыка. Вместе с тем анализ литературы показал, что этот вопрос изучен не достаточно.

В связи с этим **задачей исследования** являлось изучение возрастных особенностей формирования навыка плавания у учащихся 11–17 лет (на примере способов плавания кроль на груди и кроль на спине).

Контакты: <sup>1</sup> Баранцев С.А., E-mail: barancev\_sergei@mail.ru

Для решения поставленной задачи использовались следующие методы исследования:

1. Педагогические (тестирование специальной плавательной подготовленности, тестирование двигательной подготовленности, предварительный и основной педагогические эксперименты).

2. Антропометрия.

3. Анализ литературных источников.

4. Математико-статистические: вариационный анализ.

#### **Тестирование специальной плавательной подготовленности**

Специальная плавательная подготовленность изучалась по следующим общепринятым показателям (Л.П.Макаренко, 1975):

– время, затраченное на проплывание дистанции –  $T$  (с);

– количество циклов движений, выполненных на дистанции –  $n$  (кол. раз);

– «шаг плавания» – расстояние, проплываемое за один цикл движений –  $S$  (м);

– время цикла движений – время «шага» –  $t$  (с);

– скорость плавания на дистанции –  $V$  (м/с);

– относительный «шаг» плавания –  $S_0$  (усл.ед.).

Где:  $L$  – длина дистанции (м),  $l$  – длина руки (м),  $t=T/n$ ;  $V= L/T$ ;  $S= L/n$ ;  $S_0=S/2l*100$ .

Изучение компонентов техники плавания (положение тела в воде, техника движения ног, рук, дыхания, согласованность движения рук, ног и дыхания) проводили с помощью экспертных оценок. Технику движений оценивали по 5-ти бальной системе. Определялась сумма баллов, а затем – средняя оценка для каждого участника эксперимента. Оценочные таблицы представлены в работе В.В. Дементьева (2009). Оценки за технику выполнения специальных упражнений проставляли на 5, 9 и 13 занятиях, т.е. по окончании наиболее важных разделов программы.

#### **Тестирование двигательной подготовленности**

Изучение силовых возможностей осуществлялось с помощью кистевой и становой динамометрии (А.З.Алимов, 1955; В.М.Зациорский, 1970).

Динамометрия силы гребкового движения фиксировалась на суше из положения лежа на скамейке, угол наклона которой – 8 градусов. Тестируемая рука опущена вертикально вниз и согнута в локтевом суставе до угла в 120 градусов. Трос соединен с динамометром, прикрепленным стене. Плавным движением назад испытуемый развивает максимальное усилие. Фиксировался лучший результат из трех попыток левой или правой руки (кг) (М.И.Сайгин с соавт, 1983).

Исследовалась подвижность в плечевых суставах (А.З.Алимов, 1955; Е.И.Иванченко, 1970). Подвижность в голеностопных суставах (град) изучалась с помощью бранцевого гониометра (М.И.Сайгин с соавт., 1983).

Скоростно–силовые качества изучались по результатам прыжков в длину с места (Е.Я.Бондаревский, 1970, С.А.Дешле, 1982), ловкости – с помощью челночного бега 3x10 м (В.И.Лях, 1989) (сек). Работоспособность исследовали по Гарвардскому степ–тесту (И.В.Аулик, 1973). Определялась максимальная произвольная задержка дыхания (А.В.Чоговадзе с соавт., 1977).

### **Антропометрия**

Физическое развитие изучалось по стандартным общепринятым методикам (А.З. Алимов, 1955; В.В.Бунак, 1941): определяли длину, массу тела, окружность грудной клетки, ЖЁЛ,

На основании антропометрических измерений были рассчитаны жизненный индекс:  $J_{ж} = ЖЕЛ(см^3) / P(кг)$  (В.В.Бунак, 1941); весо-ростовой индекс:  $J_{в-р} = P(гр) / L(см)$  (А.З.Алимов, 1955; В.В.Бунак, 1941); индекс телосложения:  $J_{т} = P(гр) / L^2(см)$ ; (Х.Бубэ с соавт., 1966).

Площадь поверхности тела определялась по формуле:  $St = 100 + W + (H-160)/100$ ; где  $St$  – площадь поверхности тела ( $м^2$ );  $W$  – масса тела (кг);  $H$  – длина тела (см).

### **Статистическая обработка экспериментальных данных**

Получение в ходе экспериментальной работы результаты были подвергнуты математико-статистической обработке. Вычисляли средние значения ( $M$ ), ошибку среднего значения ( $m$ ), стандартное отклонение ( $y$ ). Соответствие полученных результатов закону нормального распределения оценивали по асимметрии ( $As$ ) и эксцессу ( $Ex$ ). Достоверность различий изучали при помощи  $t$ -критерия Стьюдента, а взаимосвязь между изучаемыми показателями – используя линейную и ранговую корреляцию.

### **Организация исследования**

На основании существующей программы обучения плаванию учащихся 10–11 лет (4 класс) общеобразовательной школы (26 часов) способами кроль на груди и кроль на спине был составлен проект программы с учётом отведённого времени (14 часов) для занятий учащихся 11–17 лет плаванием. Этот проект программы был рассчитан на школьников, не умеющих плавать. Он апробировался в предварительном эксперименте в ходе 14 занятий, в котором приняли участие 22 мальчика 11–17 лет. Анализ результатов предварительного исследования позволил внести коррективы в разработанную программу обучения учащихся 11–17 лет плаванию способом кроль на груди и кроль на спине. Скорректированная программа прошла апробацию в ходе основного эксперимента, в котором приняли участие 314 мальчиков 11–17 лет (5–10 классы), не владеющих навыками плавания. Результаты основного эксперимента изложены ниже. Всего было проведено по 14 занятий в каждой группе. Каждое занятие состояло из комплекса подводных упражнений на суше (8–10 минут) и обучения плаванию в воде (30–35 минут).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИСЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Возрастная динамика показателей физического развития и двигательной подготовленности мальчиков 11–17 лет, участвовавших в исследовании, представлена в таблице 1.

Установлено, что школьники 11–17 лет, принимавшие участие в эксперименте, имели средний уровень физического развития. У мальчиков 11–13 лет отмечен достоверно меньший удельный вес тела и поверхность тела, что обеспечивает им лучшую обтекаемость тела при плавании, т.е., у них лучше гидродинамические качества, чем у учащихся 13–17 лет.

Таблица 1

*Морфофункциональные показатели, показатели двигательной подготовленности и физической работоспособности мальчиков 11–17 лет ( $M \pm t$ )*

№ п/п	Показатели	Возраст (лет) и количество испытуемых					
		11–12 n = 54	12–13 n = 53	13–14 n = 56	14–15 n = 53	15–16 n = 51	16–17 n = 47
		1	2	3	4	5	6
1	Длина тела, см	144,4 ±0,56	148,6 ±0,64	156,4 ±0,61	164,3 ±0,75	169,1 ±0,62	172,4 ±0,70
2	Масса тела, кг	37,49 ±0,43	40,42 ±0,58	46,71 ±0,50	53,10 ±0,65	59,56 ±0,60	63,56 ±0,71
3	Окр.гр.клетки, см	69,8 ±0,46	73,3 ±0,47	74,4 ±0,53	77,5 ±0,60	83,2 ±0,55	85,6 ±0,51
4	ЖЁЛ, см <sup>3</sup>	2177 ±37	2406 ±36	2921 ±65	3323 ±75	3772 ±79	4229 ±67
5	Ж, усл.ед.	58,35 ±1,08	59,70 ±0,95	62,07 ±1,14	62,81 ±1,25	62,92 ±1,08	66,35 ±0,82
6	Јв-р, усл.ед.	260 ±2,6	271 ±3,1	298 ±2,4	323 ±3,0	352 ±2,6	368 ±3,0
7	Јт, усл.ед.	1,80 ±0,02	1,83 ±0,02	1,91 ±0,02	1,96 ±0,02	2,08 ±0,01	2,14 ±0,01
8	St, м <sup>2</sup>	1,22 ±0,01	1,29 ±0,01	1,43 ±0,01	1,57 ±0,01	1,69 ±0,01	1,76 ±0,01
9	Стан. сила, кг	62,98 ±1,25	68,91 ±1,58	76,64 ±1,36	96,42 ±2,37	113,14 ±2,66	118,60 ±2,07
10	Отн. ст. сила, кг	1,68 ±0,03	1,71 ±0,03	1,64 ±0,02	1,81 ±0,04	1,89 ±0,04	1,87 ±0,03
11	Кистевая сила, кг	20,51 ±0,38	21,34 ±0,53	26,13 ±0,66	32,27 ±0,77	38,04 ±0,95	41,94 ±0,82
12	Сила гр.дв. на суше, кг	5,92 ±0,12	6,75 ±0,19	7,70 ±0,22	9,83 ±0,27	12,40 ±0,28	13,34 ±0,24
13	Отн. сила гр. дв. на суше, кг	0,16 ±0,001	0,17 ±0,001	0,17 ±0,001	0,18 ±0,001	0,21 ±0,001	0,21 ±0,001
14	Физ. раб-ть, ИГСТ, усл.ед.	63,54 ±0,94	64,79 ±1,15	62,64 ±1,03	63,40 ±1,48	63,51 ±1,19	61,43 ±1,20
15	Подв.пл.суст., см	21,94 ±1,01	24,12 ±1,40	29,01 ±1,51	35,24 ±0,99	35,50 ±1,34	34,31 ±1,43
16	Подв.гсс, град	60,19 ±1,77	59,42 ±1,76	56,16 ±1,19	56,41 ±1,34	54,31 ±1,29	53,94 ±1,87
17	Пр.в дл с места, см	162 ±1,25	175 ±1,84	184 ±2,02	196 ±2,44	204 ±2,10	221 ±2,11
18	Челночный бег, с	9,13 ±0,05	8,80 ±0,05	8,72 ±0,05	8,71 ±0,06	7,89 ±0,06	7,77 ±0,05
19	Время зад. дых., с	40,85 ±1,21	44,94 ±1,50	46,13 ±1,52	49,55 ±1,79	56,86 ±2,05	65,04 ±2,05

Продолжение табл. 1  
 Достоверность отличий по *t*-критерию Стьюдента морфофункциональных показателей,  
 показателей двигательной подготовленности и физической работоспособности мальчиков 11–17 лет (*t/p*)

№ п/п	Показатели	Сравниваемые возрастные группы														
		1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	2-3	2-4	2-5	2-6	3-4	3-5	3-6	4-5	4-6	5-6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Длина тела, см	4,90 0,001	14,6 0,001	21,4 0,001	29,7 0,001	31,2 0,001	8,9 0,001	16,0 0,001	23, 0,001	25,0 0,001	8,2 0,001	14,7 0,001	17,3 0,001	4,91 0,001	7,9 0,001	3,56 0,001
2	Масса тела, кг	4,05 0,001	14,1 0,001	20,1 0,001	30,0 0,001	31,6 0,001	8,24 0,001	14,5 0,001	22,9 0,001	25,3 0,001	7,81 0,001	16,5 0,001	19,5 0,001	7,30 0,001	10,9 0,001	4,32 0,001
3	Окр.гр.клетки, см	5,23 0,001	6,61 0,001	10,1 0,001	18,8 0,001	23,0 0,001	1,68 –	5,54 0,001	13,8 0,001	17,8 0,001	3,79 0,001	11,5 0,001	15,2 0,001	7,05 0,001	10,3 0,001	3,17 0,001
4	ЖЁЛ, см <sup>3</sup>	4,43 0,001	9,95 0,001	13,7 0,001	18,3 0,001	26,8 0,001	6,93 0,001	11,0 0,001	15,7 0,001	24,0 0,001	4,05 0,001	8,31 0,001	14,0 0,001	4,12 0,001	9,01 0,001	4,41 0,001
5	Жж, услед.	0,94 –	2,36 0,05	2,70 0,01	2,99 0,01	5,88 0,001	1,60 –	1,98 0,05	2,24 0,05	5,31 0,001	0,43 –	0,54 –	3,05 0,001	0,07 –	2,37 0,05	2,53 0,05
6	Жв-р, услед.	2,94 0,01	10,9 0,001	15,9 0,001	25,0 0,001	27,7 0,001	6,90 0,001	12,0 0,001	19,9 0,001	22,8 0,001	6,30 0,001	14,9 0,001	18,3 0,001	7,25 0,001	10,8 0,001	4,27 0,001
7	Жт, услед.	1,21 –	4,53 0,001	6,96 0,001	12,8 0,001	15,5 0,001	3,38 0,001	5,87 0,001	11,9 0,001	14,7 0,001	2,46 0,05	8,49 0,001	11,4 0,001	6,10 0,001	9,01 0,001	2,94 0,01
8	Ст, м <sup>2</sup>	4,95 0,001	14,9 0,001	24,8 0,001	33,2 0,001	38,2 0,001	9,89 0,001	18,8 0,01	28,3 0,001	33,2 0,001	9,90 0,001	18,4 0,001	23,3 0,001	8,49 0,001	13,4 0,001	4,95 0,001
9	Стан. сила, кг	2,96 0,01	7,39 0,001	12,5 0,001	17,1 0,001	20,4 0,001	3,70 0,001	9,66 0,001	14,2 0,001	19,1 0,001	7,24 0,001	12,8 0,001	16,9 0,001	4,09 0,001	7,05 0,001	1,62 –
10	Отн. ст. сила, кг	0,71 –	1,11 –	2,60 0,05	4,20 0,001	4,48 0,001	1,94 –	2,00 0,5	3,60 0,001	3,77 0,001	3,80 0,001	5,59 0,001	6,38 0,001	1,41 –	1,20 –	0,40 –

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11	Клестевая сила, кг	1,27	7,39 0,001	13,7 0,001	17,1 0,001	23,7 0,001	5,66 0,001	11,7 0,001	15,4 0,001	21,1 0,001	6,05 0,001	10,3 0,001	15,0 0,001	4,72 0,001	8,60 0,001	3,11 0,01
12	Сила грдв. на суше, кг	3,65 0,001	7,21 0,001	13,4 0,001	21,4 0,001	27,8 0,001	3,27 0,01	9,39 0,001	16,7 0,001	21,5 0,001	6,25 0,001	13,4 0,001	17,6 0,001	6,69 0,001	9,86 0,001	2,57 0,05
13	Отн. сила гр. дв. на суше, кг	7,07 0,001	7,07 0,001	14,1 0,001	35,4 0,001	35,4 0,001	0	7,07 0,001	28,3 0,001	28,3 0,001	7,07 0,001	28,3 0,001	28,3 0,001	21,2 0,001	21,2 0,001	0
14	Физ. раб-ть, ИГСТ, услед.	0,85	0,64	0,08	0,02	1,38	1,39	0,74	0,77	2,02 0,05	0,42	0,55	0,76	0,06	1,03	1,23
15	Подвпл.суст., см	1,27	3,89 0,001	9,40 0,001	8,09 0,001	7,06 0,001	2,37 0,001	6,49 0,001	5,88 0,001	5,09 0,001	3,45 0,001	3,21 0,01	2,55 0,05	0,16	0,53	0,61
16	Подв.гсс, град	0,31	1,89	1,69	2,68	2,43	1,54	1,36	2,34 0,05	2,14 0,05	0,14	1,05	1,00	1,13	1,8	0,17
17	Пр.в дл с места, см	5,79 0,001	9,37 0,001	12,4 0,001	17,4 0,001	2,0 0,001	3,43 0,001	1,36	10,6 0,001	16,5 0,001	3,67 0,001	6,96 0,001	12,6 0,001	2,69 0,01	7,76 0,001	5,50 0,001
18	Челночный бег, с	4,50 0,001	5,67 0,001	5,51 0,001	18,2 0,001	18,7 0,001	1,07	1,15	12,8 0,001	13,5 0,001	0,13	11,8 0,001	12,6 0,001	11,1 0,001	11,9 0,001	1,62
19	Время зад. дых., с	2,12 0,05	2,71 0,01	4,02 0,001	6,72 0,001	10,02 0,001	0,56	1,97	4,69 0,001	7,91 0,001	1,46	4,20 0,001	7,41 0,001	2,69 0,05	5,69 0,001	2,82 0,01

Примечание: Прочерк – различия недостоверные.

### Возрастные особенности формирования навыков плавания способами кроль на груди и кроль на спине у учащихся 11–17 лет

В пособии В.В.Дементьева (1989) содержится программа обучения школьников плаванию способами кроль на груди и кроль на спине. Эта программа рассчитана на школьников, не умеющих плавать.

Перед началом основного эксперимента была проведена оценка начальной плавательной подготовленности учащихся исследуемых возрастных групп – по максимальной длине проплываемой дистанции (табл.2). Изучаемый показатель не имел достоверных отличий у школьников 11–17 лет. Мальчики 12–13 лет имели достоверно меньший результат только по сравнению с юношами 16–17 лет. Мальчики 11–12 лет уступали по этому показателю школьникам других возрастных групп ( $p < 0,05 \div 0,001$ ).

Таким образом, начальная плавательная подготовленность учащихся 13–17 лет была, примерно, одинаковой за исключение мальчиков 11–13 лет, у которых она была достоверно более низкой. В целом, школьников, принявших участие в эксперименте, до обучения плаванию можно охарактеризовать как «не умеющие плавать».

Таблица 2

#### Показатели плавательной подготовленности мальчиков 11–17 лет ( $M \pm m$ )

№ п/п	Показатели	Возраст (лет) и количество испытуемых					
		11–12 n = 54	12–13 n = 53	13–14 n = 56	14–15 n = 53	15–16 n = 51	16–17 n = 47
		1	2	3	4	5	6
1	L в нач. обуч., м	3,48 $\pm 0,65$	4,96 $\pm 0,90$	6,77 $\pm 1,10$	6,36 $\pm 1,12$	7,86 $\pm 1,18$	8,83 $\pm 0,99$
2	L в конце обуч., м	135,65 $\pm 10,56$	136,42 $\pm 10,44$	130,11 $\pm 9,97$	130,19 $\pm 10,38$	120,69 $\pm 8,34$	116,43 $\pm 7,91$
3	V кр. на гр. 100 м, м/с	0,55 $\pm 0,12$	0,60 $\pm 0,20$	0,62 $\pm 0,13$	0,66 $\pm 0,18$	0,68 $\pm 0,18$	0,66 $\pm 0,21$
4	V пл. кр. на сп. 100 м, м/с	0,52 $\pm 0,10$	0,53 $\pm 0,12$	0,57 $\pm 0,11$	0,57 $\pm 0,11$	0,55 $\pm 0,12$	0,57 $\pm 0,14$
5	t кр. на гр. 100 м, с	1,07 $\pm 0,02$	1,04 $\pm 0,02$	1,06 $\pm 0,03$	1,02 $\pm 0,02$	1,05 $\pm 0,02$	1,11 $\pm 0,02$
6	So кр. на гр., усл.ед.	0,49 $\pm 0,01$	0,50 $\pm 0,01$	0,49 $\pm 0,01$	0,46 $\pm 0,01$	0,48 $\pm 0,01$	0,49 $\pm 0,01$
7	t кр. на сп. 100 м, с	1,17 $\pm 0,01$	1,26 $\pm 0,02$	1,26 $\pm 0,02$	1,30 $\pm 0,02$	1,35 $\pm 0,01$	1,30 $\pm 0,02$
8	So кр. на сп., усл.ед.	0,51 $\pm 0,01$	0,54 $\pm 0,01$	0,54 $\pm 0,01$	0,52 $\pm 0,01$	0,51 $\pm 0,01$	0,53 $\pm 0,01$
Оценка техники плавания (балл)							
9	Согласов. дв-ий - кр. на гр.	3,85 $\pm 0,13$	3,87 $\pm 0,12$	3,70 $\pm 0,11$	3,69 $\pm 0,11$	3,53 $\pm 0,10$	3,52 $\pm 0,09$
10	Согласов. дв-ий - кр. на сп.	4,00 $\pm 0,12$	3,88 $\pm 0,13$	3,77 $\pm 0,11$	3,65 $\pm 0,11$	3,55 $\pm 0,09$	3,56 $\pm 0,09$



В начале обучения максимальная длина проплываемой дистанции у 11–12-летних мальчиков была самой короткой по сравнению со школьниками других возрастных групп ( $p < 0,05$ – $0,001$ ), за исключением 12–13-летних ( $p > 0,05$ ). По окончании выполнения программы обучения плаванию оценки за технику выполнения подготовительных упражнений на суше и в воде, а также за полное согласование движений при плавании способами кроль на груди и кроль на спине были значительно выше у мальчиков 11–13 лет по сравнению с 14–17-летними школьниками. Следовательно, учащиеся 11–13 лет по окончании обучения имели более высокий уровень технической подготовленности и темпы обучения плаванию способами кроль на груди и кроль на спине.

Подтверждением этому является максимальная длина проплываемой дистанции, которая была больше, примерно, на 20 м у учащихся 11–13 лет по сравнению со школьниками 16–17 лет.

Наряду с более высоким уровнем технической подготовленности у них лучше гидродинамические свойства тела (обтекаемость тела), чем у учащихся 13–17 лет.

Это связано, прежде всего, с достоверно меньшими значениями площади поверхности тела, весо-ростового индекса, индекса телосложения. Значения физической работоспособности были выше у учащихся 11–13 лет по сравнению с юношами 16–17 лет. Для преодоления максимальной длины проплываемой дистанции учащиеся могли плыть любым способом плавания: кроль на груди или кроль на спине. Подвижность плечевых суставов была достоверно выше у мальчиков 11–13 лет по сравнению с учащимися старших классов. Это давало преимущество мальчикам, особенно, при плавании кролем на спине.

Скорость плавания способом кроль на груди и кроль на спине на дистанции 100 м была достоверно выше у старшеклассников по сравнению с учащимися 11–13 лет. Это связано, прежде всего, с более высоким уровнем развития двигательных качеств (сила, скоростно-силовые возможности, ловкость) у старшеклассников по сравнению с мальчиками 11–13 лет. Самые высокие значения скорости плавания кролем на груди были у 15–16-летних учащихся. При этом у них же отмечены самые высокие значения относительной становой силы.

Наибольшие приросты показателей длины тела отмечены в возрастные периоды от 12–13 до 13–14 лет (на 7,8 кг) и от 13–14 до 14–15 лет (на 7,9 кг). В другие возрастные периоды приросты длины тела, примерно, в два раза меньше: от 11–12 до 12–13 лет – на 4,2 кг; от 14–15 до 15–16 лет – на 4,8 кг; от 15–16 до 16–17 лет – на 3,3 кг. Наибольшие приросты массы тела и весо-ростового индекса зарегистрированы в возрастные периоды с 12–13 до 15–16 лет. Аналогичные результаты по приростам показателей силы и массы тела были получены Н.Ж.Булгаковой с соавт. (2009).

С 12–13 до 14–15 лет происходит достоверное ухудшение подвижности в плечевых суставах, стабилизируются показатели ловкости. Причём с 11–12 до 12–13 лет и с 14–15 до 15–16 лет отмечается достоверное улучшение этого физического качества. В 13–14 лет отмечаются самые низкие показатели относительной становой динамометрии.

Продолжение табл. 2

*Достоверность отличий по критерию t-Стьюдента показателей  
плавательной подготовленности мальчиков 11–17 лет (t/p)*

№ п/п	Показатели	Сравниваемые возрастные группы																
		1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	2-3	2-4	2-5	2-6	3-4	3-5	3-6	4-5	4-6	5-6		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	L в нач. обуч., м	1,33	2,58	2,24	3,25	4,52	1,27	0,99	1,95	2,89	0,25	0,68	1,39	0,91	1,64	0,63		
2	L в конце обуч., м	0,05	0,38	0,37	1,11	1,53	0,44	0,42	1,18	1,60	0,01	0,72	1,15	0,71	1,13	0,46		
3	V кр. на гр. 100 м, м/с	2,02	3,73	4,85	5,69	4,30	0,80	2,16	2,82	1,97	1,76	2,57	1,54	0,71	0,04	0,69		
4	V пл. кр. на сп. 100 м, м/с	0,32	3,23	3,43	2,1	2,73	2,64	2,82	1,65	2,28	0,19	0,92	0,06	1,11	0,22	0,76		
5	t кр. на гр. 100 м, с	1,12	0,23	1,85	0,82	1,54	0,72	0,69	0,34	2,45	1,35	0,45	1,46	1,07	3,15	2,27		
6	So кр. на гр., услед.	0,71	0	2,12	0,71	0	0,71	2,83	1,41	0,71	2,12	0,71	0	1,41	2,12	0,71		
7	t кр. на сп. 100 м, с	4,48	4,42	5,24	9,58	5,72	0	1,44	4,58	1,78	1,33	4,32	1,65	2,31	0,25	2,09		
8	So кр. на сп., услед.	2,12	2,12	0,71	0	1,41	0	1,41	2,12	0,71	1,41	2,12	0,71	0,71	0,71	1,41		
		0,05	0,05	–	–	–	–	–	0,05	–	–	0,05	–	–	–	–		
Оценка техники плавания (балл)																		
9	Согласов. дв-ий - кр. на гр.	0,09	0,92	0,97	1,97	2,10	0,07	1,12	2,20	2,35	0,04	1,13	1,26	1,11	1,24	0,11		
10	Согласов. дв-ий - кр. на сп.	0,67	1,42	2,18	3,01	2,93	0,67	1,40	2,14	2,06	0,80	1,58	1,50	0,73	0,65	0,008		
		–	–	0,05	0,01	0,01	–	–	0,05	0,05	–	–	–	–	–	–		

**Примечание:** Прочерк – различия недостоверные.

На фоне этих изменений отмечается уменьшение относительного «шага плавания» при плавании способом кроль на груди, сначала недостоверное с 12–13 до 13–14 лет, а затем достоверное с 13–14 до 14–15 лет. Оценки за согласование техники плавания кролем на груди существенно ухудшаются с 12–13 до 13–14 лет (на 0,17 балла), затем с 13–14 до 14–15 лет они стабилизируются и вновь заметно ухудшаются с 14–15 до 15–16 лет (на 0,16 балла). Достоверные отличия зарегистрированы между оценками учащихся 11–12 лет и 15–16 и 16–17-лет, а также между 12–13 лет и 15–16 и 16–17-лет.

Следовательно, возрастной период с 13–14 до 15–16 лет – сложный период в формировании техники плавания способом кроль на груди для мальчиков, пик ухудшения которого приходится на возраст 14–15 лет. В этот возрастной период отмечаются сравнительно более высокие приросты площади поверхности тела, весоростового индекса, ухудшающие «плавучесть» тела и увеличивающие сопротивление водной среды при плавании. С 12–13 до 14–15 лет отмечаются значительные приросты показателей физического развития и, прежде всего, длины тела, которые приводят к ухудшению гибкости, в частности, подвижности в плечевых суставах, к стабилизации в развитии ловкости, к снижению относительной силы мышц. На этом фоне происходит ухудшение в технике плавания способом кроль на груди.

С 13–14 до 15–16 лет отмечено достоверное снижение значений относительного шага плавания и достоверное увеличение времени шага плавания способом кроль на спине. Скорость плавания этим способом с 13–14 до 15–16 лет имеет тенденцию к снижению ( $p > 0,05$ ). Наряду с вышеуказанным следует отметить, что с 13–14 до 14–15 лет происходят наиболее высокие приросты площади поверхности тела. Большие приросты массы тела, чем длины отмечаются в период с 14–15 до 15–16 лет по сравнению с возрастным периодом от 13–14 до 14–15 лет. Эти изменения в физическом развитии увеличивают сопротивление водной среды при плавании. Наряду с этим, самые негативные значения подвижности в плечевых суставах отмечены у юношей 15–16 лет.

Возрастной период с 11–12 до 12–13 лет – благоприятный период для формирования техники плавания способами кроль на груди и кроль на спине для учащихся 11–17 лет. В этот возрастной период отмечаются достоверное увеличение площади поверхности тела в основном за счёт длины тела. Это подтверждается самыми низкими приростами весоростового индекса по сравнению с другими возрастными периодами. Т.е., в возрастной период 12–13 лет увеличивается «плавучесть» тела и отмечается сравнительно меньшее сопротивление водной среды во время плавания. Достоверно увеличиваются ловкость, сила, скоростно-силовые качества. Следовательно, у мальчиков в возрастной период с 11–12 до 12–13 лет создаются благоприятные условия для формирования техники плавания способами кроль на груди и кроль на спине по сравнению с другими исследуемыми возрастными периодами.

## ВЫВОДЫ

1. У мальчиков 11–13 лет по сравнению с 13–17-летними школьниками создаются более благоприятные условия для формирования техники плавания

способами кроль на груди и кроль на спине: увеличивается «плавучесть» тела и отмечается сравнительно меньшее сопротивление воды при плавании, увеличиваются ловкость, сила, скоростно-силовые качества. Учащиеся 11–13 лет обладают более высокими темпами обучения плаванию способами кроль на груди и кроль на спине по сравнению со старшими школьниками.

2. Возрастной период с 13–14 до 15–16 лет – сложный период в формировании техники плавания способом кроль на груди для мальчиков, пик ухудшения которого приходится на возраст 14–15 лет. В этот возрастной период ухудшается «плавучесть» тела и увеличивается сопротивление водной среды при плавании. С 12–13 до 14–15 лет отмечаются значительные приросты показателей физического развития и, прежде всего, длины тела, которые приводят к ухудшению гибкости, в частности, подвижности в плечевых суставах, к стабилизации в развитии ловкости, к снижению относительной силы мышц. На этом фоне ухудшается техника плавания способом кроль на груди. Примерно такие же изменения в технике отмечаются при плавании способом кроль на спине.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов А.В. Техника и методика антропометрических измерений: Практическое пособие для медицинских сестер и инструкторов физкультуры. М., Медгиз, 1955. – 55 с.
2. Бондаревский Е.Я. Надежность тестов, используемых для характеристики моторики человека //Теория и практика физической культуры. – 1970. – N 5. – С. 15–18.
3. Булгакова Н.Ж., Афанасьев В.В. Методические рекомендации по обучению школьников плаванию. – Министерство просвещения СССР /Разраб. Булгаковой Н.Ж. и Афанасьева В.В. – М., 1981. – 79 с.
4. Булгакова Н.Ж., Попов О.И. Возрастная динамика и биологическая зрелость показателей физического развития и специальной работоспособности, лимитирующих скорость плавания. // Альманах «Новые исследования». – М.: Вердана, 2009. – № 2 (19). – с.97.
5. Бунак В. В. Антропометрия. Практический курс: пособие для ун-тов / В. В. Бунак – М.: Учпедгиз, 1941. – 368 с.
6. Быков В.А. Технология ускоренного обучения плаванию //Теор. и практ. физич. культуры.– 2000. – № 6. – С. 41–42.
7. Врачебный контроль в физическом воспитании и спорте: Учебник / Под ред. А.В.Чоговадзе. М.: Медицина, 1977.
8. Дементьев В.В. Методические рекомендации по плаванию. – Липецк, 1989. – 33 с.
9. Дементьев В.В. Формирование навыка плавания учащихся старших классов на уроках физической культуры: Дис. ... канд. пед. наук.– М., 2009. – 119 с.
10. Дешле С.А. Методика педагогического контроля за уровнем физической подготовленности учащихся I–III классов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1982. – 23 с.

11. Дмитриев А.К. Ускоренное обучение начальному плаванию: Пособие для инструкторов плавания и занимающихся самостоятельно. – Минск: Полымя, 1964. – 27 с.
12. Иванченко Е.И. Динамика изменений подвижности в суставах и позвоночнике у юных пловцов // Теория и практика физич. культуры. – 1970. – № 7. – С. 57–59.
13. Кислов А.А., Панаев В.Г. Начальное обучение плаванию. – М.: Физкультура и спорт, 1978. – 95 с.
14. Короп Ю.А., Цвек С.Ф. Плавать должен каждый. – Киев: Здоров'я, 1985. – 96 с.
15. Лях В.И. Координационные способности школьников. – Минск, 1989. – 159 с.
16. Макаренко Л.П. Техническое мастерство пловца. – М.: ФиС, 1975. – 118 с.
17. Маслов В.И. Начальное обучение плаванию. – М.: Физкультура и спорт, 1965. – 184 с.
18. Массовое обучение населения плаванию в общеобразовательных школах и летних пионерских лагерях. – М.: ЦООНТИ, Физкультура и спорт, 1985. – 28 с.
19. Платонов В.Н. Плавание. – Киев, 2000. – 244 с.
20. Сайгин М.И., Ягомятин Т.О. Исследование силовой подготовленности пловца и подвижности в суставах // Научное обеспечение подготовки пловцов // Под ред. Т.М.Абсолямова, Т.С.Тимаковой. – М.: ФиС, 1983 – С.63–88.
21. Тесты в спортивной практике / Х. Бубэ, Г. Фэк, Х. Штюблер, Ф. Трогш. – М.: Физкультура и спорт, 1966. – 238 с.

## ПОСТРОЕНИЕ ТРЕНИРОВКИ ЮНЫХ ПЛОВЦОВ НА ОСНОВЕ УЧЕТА БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В.Р.Соломатин<sup>1</sup>

Российский государственный университет  
физической культуры, спорта и туризма,  
Москва, Россия

Цель исследования – выявление возрастных особенностей морфологического и функционального развития пловцов 11–16 лет в зависимости от пола и типа биологической зрелости. В эксперименте приняли участие 162 юноши и 142 девушки, со спортивной квалификацией от III разряда до мастера спорта. В результате исследования было установлено, что юные пловцы с разным типом полового созревания имеют достоверные различия в динамике возрастного физического и функционального развития. Необходим дифференцированный подход к выбору тренировочных нагрузок по их направленности и величине в зависимости от пола и типа биологического развития. Контроль за уровнями биологической зрелости и матурации основных морфофункциональных и биоэнергетических показателей особенно важен в средних возрастных группах для определения индивидуальных сроков начала интенсивной функциональной и силовой тренировки.

**Ключевые слова:** юные пловцы обоего пола, типы биологического развития, темпы прироста и уровни матурации морфологических и функциональных показателей, индивидуализация тренировки в возрастных группах.

*The aim of investigation is to reveal age peculiarities of morphological and functional development of 11–16 year old swimmers according to their sex and biological maturity. The subjects of the experiment were 162 boys and 142 girls, ranging from third grader qualification to master of sports. As a result of investigation it was found out that young swimmers with different types of pubescence show reliable differences in the dynamics of age physical and functional development. It is proposed to apply differential approach when choosing the type and amount of training load according to sex and the type of biological development. The control of the level of biological maturity and the maturation of main morphological and bioenergy characteristics is of particularly great importance in middle age groups when determining the individual terms to start intensive functional and power training.*

**Key words:** young swimmers of both sexes, types of biological development, growth tempo and the level of maturation of morphological and functional indices, individual training programme in age groups.

Направленное воздействие тренировочных нагрузок, рациональное построение и содержание многолетней подготовки, оценка перспективности юных

Контакты: <sup>1</sup> Соломатин В.Р., E-mail: nosorog52@mail.ru

спортсменов должны основываться на знании индивидуальных особенностей морфофункционального развития пловцов с различным типом биологической зрелости в разных фазах полового созревания.

Цель настоящего исследования заключалась в выявлении возрастных закономерностей физического и функционального развития в зависимости от темпа биологического созревания и пола пловцов 11–16 лет.

В исследовании приняли участие 162 юноши и 142 девушки, специализирующиеся в плавании кролем на груди, со спортивной квалификацией от III разряда до мастера спорта.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки физического развития пловцов измеряли продольные, поперечные, обхватные размеры тела, массу тела, компоненты массы тела, рассчитывали индексы для оценки пропорций тела. Для определения функциональных возможностей организма пловцов применяли тест со ступенчато-возрастающей нагрузкой 5x200 м. В результате тестирования фиксировались показатели, характеризующие механизмы энергообеспечения организма: уровни МПК, легочной вентиляции,  $\text{ExhCO}_2$  и др. Биологический возраст определяли в баллах на основании выраженности вторичных половых признаков.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

#### ***Возрастная динамика показателей, лимитирующих скорость плавания: а) в группировках с учетом паспортного возраста.***

Анализ динамики основных показателей соматического развития выявил относительно равномерное увеличение длины тела, обхвата грудной клетки, ЖЕЛ, массы тела, мышечной массы с 11 до 13 и с 14 до 16 лет. С 13 до 14 лет перечисленные показатели имеют наибольший пик прироста, что очевидно связано с активным увеличением балла биологической зрелости (пубертатным скачком) с 4 до 8 баллов.

При анализе динамики и темпов прироста биоэнергетических показателей специальной работоспособности юных пловцов за пубертатный период с 11 до 16 лет было установлено, что пики прироста показателей аэробной работоспособности (уровней МПК и легочной вентиляции) наблюдаются с 13 до 14 лет. Зоны же наибольших темпов прироста основных показателей анаэробной работоспособности ( $\text{ExhCO}_2$  и  $\text{HLa}$ ) отмечаются на 2 года позже – с 14 до 16 лет.

В связи с этим повышенному объему тренировочной работы анаэробной, скоростной и силовой направленности должна предшествовать тренировка, направленная на развитие выносливости.

Для более детальной оценки внутрипопуляционного разнообразия рассматриваемых признаков рассчитывали коэффициент вариации ( $V$ ).

Показатели длиннотных размеров тела и обхвата грудной клетки, ширины плеч и таза во всех рассматриваемых возрастах имеют малую вариацию ( $V < 10\%$ ). Однородность возрастных групп по данным показателям, прежде всего, объясня-



ется отбором детей для занятий плаванием, который, в основном, осуществляется по соматическим признакам.

Морфофункциональные показатели: ЖЕЛ, масса тела, мышечная масса в период пубертата – имеют среднюю вариативность ( $10% < V < 20%$ ). Высокая вариация наблюдается по баллу биологической зрелости, что свидетельствует о различных уровнях половозрелости детей внутри каждой группы, объединенной по паспортному возрасту.

Аналогичная тенденция наблюдается в развитии функциональных показателей, характеризующих аэробные и анаэробные функции организма. Так, уровень МПК на протяжении всего пубертата имеет среднюю вариацию. Уровень легочной вентиляции, процент утилизации  $O_2$ , вентиляционный эквивалент с 11 до 15 лет имеют среднюю вариацию, с 15 до 16 лет – высокую. Очень высокую вариацию на протяжении всего пубертатного периода имеет показатель  $ExhCO_2$ . Это свидетельствует о различном уровне развития функциональных возможностей у пловцов одного возраста. Следовательно, для развития и совершенствования аэробных и, особенно, анаэробных функций организма требуется индивидуальный подход с учетом биологического возраста и степени полового созревания спортсменов.

Таким образом, анализ возрастной динамики соматических и функциональных показателей юных пловцов выявил неоднородность возрастных групп, сформированных по паспортному возрасту. Очевидна необходимость учета биологического возраста как при построении многолетней тренировки, так и при организации и комплектовании учебно-тренировочных групп в ДЮСШ.

**б) в группировках с учетом биологического возраста.**

Сравнительный анализ темпов прироста балла биологической зрелости (ББЗ), соматических, морфофункциональных и биоэнергетических показателей пловцов юношей 11–16 лет с различным темпом полового созревания выявил, что у акселерантов (А) они значительно выше, чем у детей, развивающихся со среднепопуляционной скоростью (Н) и ретардантов (Р) на протяжении всего пубертата (особенно в чувствительные периоды с 11 до 12 лет и с 13 до 14 лет). Темпы прироста ББЗ у Н менее выражены, чем у А с пиками прироста также в 12 и 14 лет плюс в 16 лет. У Р с 11 до 14 лет идет относительно равномерное половое созревание, после чего темпы прироста балла биологической зрелости резко возрастают до своих максимальных значений в 15 лет, заметно снижаясь (с 50% до 20%) к 16 годам (рис. 1).

Пики прироста показателя длины тела в 12 и 14 лет значительно выше у А, чем у Р и Н.

Динамика темпов прироста показателя ЖЕЛ у пловцов трех вариантов развития в целом совпадает с динамикой биологического созревания.

Начиная с 13 лет темпы прироста МПК аналогичны биологическому развитию, т. е. с максимальными пиками прироста у А и Н в 14 лет, у Р в 15 лет.

Пики прироста показателя  $ExhCO_2$  у пловцов А наблюдаются в 13 и 15 лет. У Н и Р с отставанием на один год в 14 и 16 лет, причем своих максимальных темпов развития Р достигают в 14 лет, Н в 16 лет (рис. 1).



Таким образом, у А и Н темпы прироста биологического созревания совпадают с темпами прироста морфофункциональных и аэробных показателей, что свидетельствует о готовности организма юных пловцов к работе на выносливость и демонстрации высоких результатов в своих возрастных группах. У Р такое совпадение имеет место по отношению только к темпам прироста показателей ЖЕЛ и МПК. Максимальные пики прироста длины тела и показателя  $\text{ExcCO}_2$  у Р происходят с 13 до 14 лет, т.е. на 1 год раньше максимального прироста ББЗ, ЖЕЛ и МПК. С одной стороны это создает благоприятные предпосылки для постепенного развития выносливости на 1–1,5 года позже А и Н. С

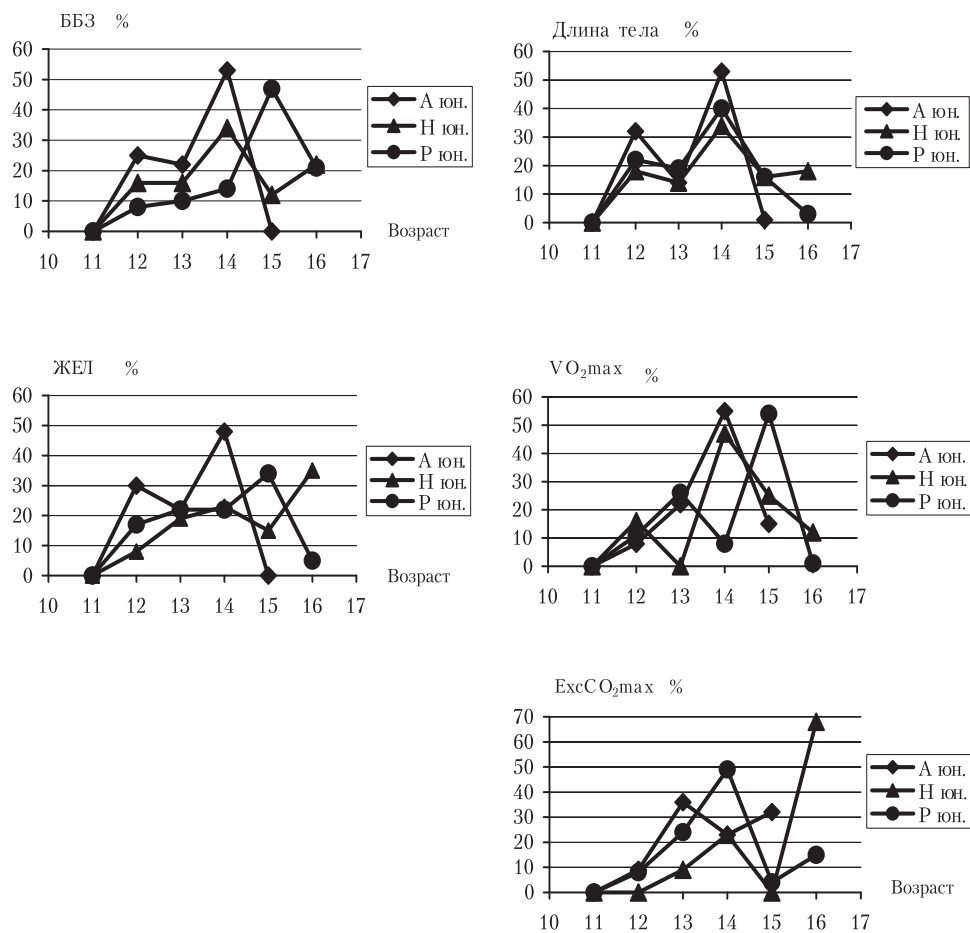


Рис. 1. Темпы прироста соматических и функциональных показателей у пловцов юношей 11–16 лет с различным типом полового созревания (А – акселеранты, Н – дети со средне-популяционной скоростью пубертатных процессов, Р – ретарданты).

другой стороны, на деле, чтобы избежать отсева в своих возрастных группах, им необходимо выполнять классификационные нормативы, соответствующие паспортному возрасту. Это приводит к форсированной подготовке за счет применения анаэробной тренировочной работы в 13–14 лет, что чревато срывом адаптации и перетренировкой.

Следовательно, перетренировка может быть вызвана преждевременным применением упражнений различной физиологической направленности, адекватной для старших возрастных групп, что ведет к превышению допустимых объемов тренировочной работы.

В целом динамика биологического развития **девушек-пловчих**, различного темпа полового созревания, также как и у юношей, имеет достоверные различия и определяет возрастной путь развития соматических, морфофункциональных и биоэнергетических показателей, их темпы прироста и уровень матурации.

**Половой диморфизм.** При сравнении темпов прироста балла биологической зрелости между юношами и девушками было отмечено, что основные пики прироста у пловчих А-типа приходятся на возраст 12–13 лет и в своем развитии они опережают юношей данного типа на 1,5 года. У Н в биологическом развитии девушки опережают юношей на 1 год лишь в первой половине пубертата до 14 лет, в дальнейшем картина развития весьма схожая. У пловчих Р-типа основные пики прироста приходятся на возраст 13–14 и 16 лет. В своем развитии они опережают пловцов-ретардантов на 1,5 года, у которых отмечается один максимальный пик прироста на уровне 50% возрасте 15 лет.

У пловчих А типа максимальные пики прироста основных соматических, морфофункциональных и биоэнергетических показателей приходятся на возраст 12 (МПК – 12–13) лет (рис. 2). По темпам прироста данных показателей они опережают юношей аналогичного типа на 1–2 года.

У пловчих Н, так же как пловчих А, максимальные темпы прироста изучаемых показателей, но несколько меньшие по амплитуде, наблюдаются в возрасте 12 лет. Они также опережают пловцов юношей аналогичного типа в соматическом и функциональном развитии на 1,5–2 года (рис. 2).

У пловцов юношей и девушек Р типа темпы прироста показателей длины и массы тела практически одинаковы на протяжении всего пубертата, и ЖЕЛ – в первой его половине. В то же время, по темпам развития ЖЕЛ во второй половине пубертата, МПК и  $\text{ExsCO}_2$  на всем его протяжении девушки опережают юношей на 1–2 года (рис. 2).

Таким образом, у пловцов с нормальным и замедленным темпом развития наблюдается более продолжительный пубертатный период. Они достигают полной половозрелости на 2–3 года позже акселератов, что дает тренеру резерв времени для формирования базы функциональной и силовой подготовленности. Отмечая более длительный период полового созревания, физического и функционального развития пловцов Н и Р, следует отметить, что дефинитивные значения их соматических, морфофункциональных и биоэнергетических показателей превосходят аналогичные значения спортсменов А типа. Однако А вариант

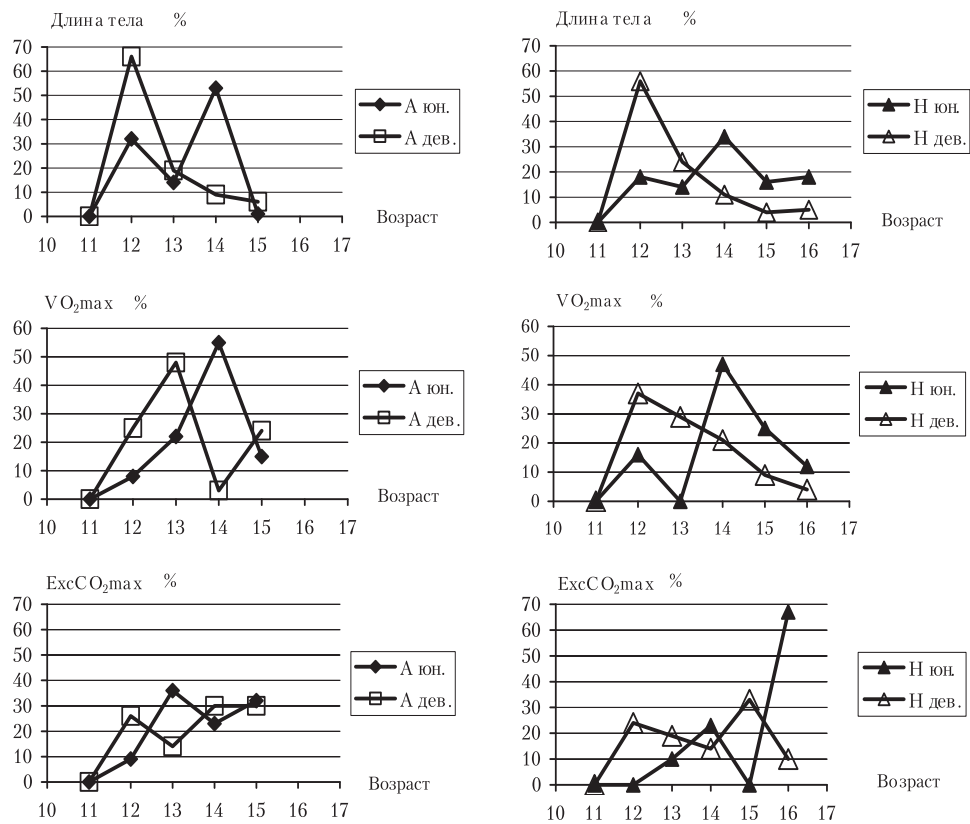


Рис. 2. Темпы прироста показателей длины тела, МПК, ExhCO<sub>2</sub> у пловцов юношей и девушек 11–16 лет с различным типом полового созревания  
Обозначения: см. рис. 1.

развития означает не отсутствие спортивных способностей, а заведомо меньшее количество времени, отпущенного природой для решения задач базовой тренировки.

При высокой степени подобия динамики соматических и функциональных показателей у юношей и девушек с различным темпом полового созревания, у последних пубертатный скачок наступает на 1,5–2 года раньше, чем у юношей. После 13–14 лет у девушек процессы роста замедляются, т.е. продолжительность их многолетней подготовки по сравнению с юношами одного и того же темпа биологического развития короче на 1,5–2 года.

Представление о сенситивных периодах развития физических и функциональных возможностей связано с их целенаправленной тренировкой в возрастных зонах наибольшего прироста. В возрастные периоды с высокими уровнями матурации и темпами прироста морфофункциональных и биоэнергетических показате-

телей целесообразнее проводить тренировку, направленную на развитие этих качеств. У пловцов А оптимальный период для развития выносливости – возраст 12–14 лет, у Н – 13–16 лет, у Р – 12–15 лет; для развития силовой выносливости и анаэробной производительности у А – оптимальный возраст 12,5–15 лет, у Н и Р – 13–16 лет. У девушек возрастные зоны прироста аналогичных показателей отмечаются на 1–2 года раньше. Поэтому, у пловчих А оптимальный возраст для развития выносливости – с 11 до 13 лет, у Н – с 11 до 14 лет, у Р – с 11 до 15 лет; для развития силовых возможностей и анаэробной производительности у А и Н – с 13 до 15 лет, у Р – с 14 до 16 лет.

Следовательно, при работе с юными пловцами выполнению упражнений скоростно-силового и гликолитического характера должна предшествовать тренировка по укреплению опорно-двигательного аппарата, созданию структурных предпосылок гребка и развитию базовой выносливости. Максимальные по объему и интенсивности нагрузки, направленные на развитие функциональных и силовых возможностей, следует применять с 13–14 лет с учетом пола, индивидуальных темпов биологического развития и после пубертатного скачка основных показателей физического и функционального развития. Наступление сенситивного периода – сигнал для аккордного применения тренировочных нагрузок, направленных на развитие тех качеств, которые в этот период растут наиболее быстрыми темпами.

Как уже говорилось, у юных пловцов с разными темпами полового созревания возрастные зоны наибольших скоростей прироста соматических и функциональных характеристик различны. Поэтому в средних возрастных группах тренировочные программы, направленные на развитие и совершенствование силовой выносливости и анаэробной производительности, необходимо планировать с учетом биологической зрелости юных спортсменов.

## ВЫВОДЫ

1. Однородность возрастных групп по соматическим показателям, прежде всего объясняется их учетом при отборе детей в ДЮСШ для занятий плаванием. Значительная вариативность морфофункциональных и особенно биоэнергетических показателей специальной работоспособности на протяжении всего пубертатного периода говорит о целесообразности учета биологического возраста в процессе отбора и комплектования учебно-тренировочных групп.
2. Установлено, что в возрастном диапазоне 11–14 лет скорость плавания достоверно связана с баллом биологической зрелости, уровнем развития соматических и функциональных показателей (т.е. в младших и средних возрастных группах лидируют акселерированные дети). Однако наиболее перспективны дети, имеющие высокие уровни физического и функционального развития при нормальных и замедленных темпах полового созревания, так как они имеют большую продолжительность пубертата и многолетней тренировки.
3. Юные пловцы с разным темпом полового созревания имеют достоверные различия в динамике возрастного физического развития, возрастных зонах наи-

больших скоростей прироста, уровнях матурации соматических, силовых и функциональных показателей, лимитирующих скорость плавания.

4. Для повышения эффективности применения тренировочных нагрузок различной направленности необходим дифференцированный индивидуальный подход к их выбору и величине (по объему и интенсивности) нагрузки в зависимости от пола и темпа биологического развития. Контроль за уровнями биологической зрелости и матурации основных морфофункциональных и биоэнергетических показателей особенно важен для определения индивидуальных сроков начала интенсивной функциональной и силовой тренировки.

## 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 на русском и английском языках.

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.

9. Плата за публикацию рукописей не взимается.

*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: (499) 245-04-33, тел: 708-36-83; E-mail: almanac@mail.ru*



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

Формат 70x100/16. Усл.п.л. 9,75. Тираж 500 экз. Заказ №  
Отпечатано ИПЦ «Маска»  
117246, Москва, Научный пр-зд, д. 20, стр.7

