

**Российская академия образования
Институт возрастной физиологии**



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 2(31) 2012

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)

Криволапчук И.А., д.б.н.

Крысюк О.Н., к.б.н.

Курганский А.В., 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

Леонова Л.А., д.м.н., акад. РАО

Фарбер Д.А., д.б.н., акад. РАО

Безобразова В.Н., к.б.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.

Криволапчук И.А., д.б.н.

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

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

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (редакция март 2010 года)

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 (499) 245-04-33; тел. (495) 708-36-83; E-Mail: almanac@mail.ru

Альманах «Новые исследования» - М.: Институт возрастной физиологии, 2012, № 2 (31) - 122 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЗОРЫ

КАЛЬЦИЙ: ФИЗИОЛОГИЯ. ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ И КЛИНИЧЕСКИЙ АСПЕКТ Лукьянчиков В.С.	5
--	---

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И ГРУППОВЫЕ ВАРИАНТЫ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ ФУНКЦИИ У МАЛЬЧИКОВ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА Тамбовцева Р.В.	14
---	----

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗВРАТНОГО ТОРМОЖЕНИЯ СПИНАЛЬНЫХ А-МОТОНЕЙРОНОВ У ЛИЦ РАЗНОГО ВОЗРАСТА Челноков А.А.	26
---	----

ВЛИЯНИЕ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ МЫШЕЧНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕТЕЙ 9-10 ЛЕТ Чернова М.Б., Криволапчук И.А.	35
--	----

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ДЕТЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ Т ВОЗРАСТА И НАЛИЧИЯ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ Тулякова О.В., Сизова Е.Н.	45
--	----

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ ПОДЗЕМНОЙ СРЕДЫ НА ЦИРКАДНЫЙ РИТМ ТЕМПЕРАТУРЫ КОЖИ СТУДЕНТОВ СПЕЛЕОЛОГОВ Пронина Т.С., Павлов Е.А.	55
---	----

ВОЗРАСТНАЯ АНТРОПОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗВИТИЯ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИ ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ЗОН КОРЫ МОЗЖЕЧКА ЧЕЛОВЕКА В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ Цехмистренко Т.А.	63
--	----

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АНСАМБЛЕВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ЗРИТЕЛЬНОЙ И ЗАДНЕЙ АССОЦИАТИВНОЙ ОБЛАСТЯХ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА У ПОДРОСТКОВ ОТ 13 ДО 16 ЛЕТ Васильева В.А.	70
---	----

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АНСАМБЛЕВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ОБЛАСТИ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА У ПОДРОСТКОВ ОТ 13 ДО 16 ЛЕТ Шумейко Н.С.	76
ДЛИНА И МАССА ТЕЛА У ДЕТЕЙ 5-11 ЛЕТ В Г. МОСКВЕ Орлов К.В.	84
ИНФОРМАТИВНОСТЬ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ СКРИНИНГОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ШКОЛЬНИКОВ ГОРОДА АРЗАМАСА И АРЗАМАССКОГО РАЙОНА Калюжный Е.А., Кузмичев Ю.Г., Болтачева Е.А., Михайлова С.В., Жулин Н.В.	100
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА	
СОЗДАНИЕ СИТУАЦИИ УСПЕХА ПРИ ОБУЧЕНИИ ЭЛЕМЕНТАМ ПОДВИЖНЫХ ИГР ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ Воробьев В.Ф., Алексина Ю.Ю.	107
ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕВОЧЕК 9-10 ЛЕТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ «ВЕДУЩЕГО» ФИЗИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА Мельников Д.В., Криволапчук И.А.	115

ОБЗОРЫ

КАЛЬЦИЙ: ФИЗИОЛОГИЯ. ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ И КЛИНИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

В.С. Лукьянчиков¹

Федеральное государственное научное учреждение
«Институт возрастной физиологии»
Российской академии образования, Москва

Рассмотрена регуляция кальций-фосфор-магниевого метаболизма и его связь с формированием костной ткани и скелета. Отмечена высокая частота и названы наиболее частые причины нарушений этого обмена и остеогенеза в разных возрастных группах. Определены группы риска указанных нарушений, способы и средства их предупреждения.

Ключевые слова: Обмен кальция, фосфора, магния, остеопатии.

Calcium: Physiology. Ontogenetic and clinical aspects. *The paper presents the study of calcium-phosphorus-magnesium metabolism and its connection with the development of bone tissue and skeleton. The study marks high frequency and names the most often reasons for wrong metabolism and osteogeny in different age groups. There were determined risk groups and means and methods for their prevention.*

Keywords: calcium, phosphorus, magnesium metabolis, osteopathy.

Кальций – пятый по распространенности химический элемент земной коры. В качестве одного из компонентов литосферы кальций и его производное – известняк, безусловно, уступают главным составляющим земной тверди – кислороду и кремнию, образующими «суть земли» – кремнезем, из которого, как известно, состоит 85% земной суши. Вместе с тем, более 12% земной мантии представлено именно известняками, что тоже не мало. Но главное в том, что именно кальций и его соединения имеют огромное значение для биосферы. Во-первых, в чисто биологическом плане, как субстрат для формирования опорных и защитных структур, какими являются скелет позвоночных и панцири пресмыкающихся. Во-вторых, известняк можно считать фундаментом ноосферы. Имеется в виду, что в течение многих веков известняк вместе с древесиной были главными строительными материалами, а получаемый из известняка цемент и сегодня одно из базовых средств материализации человеческого креатива. Впрочем, наряду с ключевой ролью кальция и его дериватов в «утверждении» плоти и духа человека, ион Ca^{2+} выполняет много других важнейших физиологических функций, осуществляемых в тесной связи с ионами фосфора (P^{5+}) и магния (Mg^{2+}).

ФИЗИОЛОГИЯ ОБМЕНА КАЛЬЦИЯ

Кроме ключевой роли в формировании и функционировании скелета, ион Ca^{2+} участвует в передаче нервных сигналов, сокращении миокарда, скелетной и гладкой мускулатуры, регулирует свертываемость крови, проницаемость стенок

Контакты:¹ Лукьянчиков В.С., E-mail: <vsluk@yandex.ru>

кровеносных сосудов и клеточных мембран, чувствительность сосудов к вазопрессорным субстанциям, активирует синтез и транслирует действие многих гормонов, выполняет ряд других функций [1,2]. Подытоживая многоплановые физиологические роли Ca^{2+} его с полным правом можно назвать самым универсальным регулятором.

Ион фосфора – P^{5+} вместе с Ca^{2+} формирует минеральную основу костной ткани, является obligатным компонентом клеточных мембран и главных энергоносителей (АТФ, АДФ), а также цАМФ - медиатора гормонально-рецепторных и нейро-рецепторных сигналов. Посредством этих и других субстанций P^{5+} участвует практически во всех метаболических процессах [1,3]

Ион Mg^{2+} определяет функциональное состояние нервной ткани, особенно ЦНС, регулирует более 300 энзиматических и других реакций и процессов, в том числе, гомеостаз Ca^{2+} и P^{5+} [3].

Обмен и гомеостаз Ca^{2+} , P^{5+} и Mg^{2+} обеспечивается комплексным нейрогормонально-полиорганным механизмом. В центре этого комплекса три гормона:

- Паратиреоидный гормон (паратгормон, паратириин, ПТГ) синтезируется в околощитовидных (паратиреоидных) железах (ОЩЖ);
- Кальцитонин (КТ) вырабатывается парафолликулярными клетками, или С-клетками щитовидной железы;
- D-гормон (диоксихолекальциферол, кальцитриол) образуется из экзогенного и/или эндогенного витамина D путем его последовательного гидроксирования сначала в печени, а затем в почках.

Органами-мишенями так называемых «кальцийтропных» гормонов служат почки, костная ткань и кишечник. В этих органах происходит их биотрансформация, а также процессы мобилизации, депонирования, экскреции и реабсорбции ионов Ca^{2+} , P^{5+} и Mg^{2+} [4, 5, 6]. В таблице 1 приведены основные эффекты ПТГ, КТ и D-гормона.

ПТГ - является центральным звеном эндокринной регуляции кальций-фосфор-магниевого обмена. Основная функция ПТГ – поддержание стабильной концентрации Ca^{2+} во внеклеточной жидкости. В костной ткани ПТГ активирует остеокласты и мобилизует кальций, в почках стимулирует реабсорбцию кальция и экскрецию фосфата, в кишечнике усиливает всасывание кальция. При этом кальцийтропный эффект ПТГ в кишечнике вторичный, т.к. он осуществляется за счет D-гормона, синтез которого ПТГ стимулирует. В итоге, под влиянием ПТГ уровень Ca^{2+} в крови повышается (см. таблица 1).

Основным регулятором секреции ПТГ является изменение уровня Ca^{2+} в крови: снижение стимулирует, а повышение – тормозит секрецию ПТГ. Отклонение уровня кальция крови всего на несколько процентов от его среднего физиологического в крови, практически немедленно, отражается на секреции ПТГ и его концентрации в циркулирующем кровяном русле.

Важное значение для регуляции ПТГ и осуществления его специфических эффектов имеет ион Mg^{2+} . Дефицит магния тормозит секрецию ПТГ и его действие в органах-мишенях. Поэтому снижение уровня Mg^{2+} в крови обязательно сопровождается гипокальциемией [3].

Выраженным стимулирующим действием на секрецию ПТГ обладают катехоламины, усиливающие секрецию паратгормона через бета-адренорецепторы. На секрецию ПТГ влияет и D-гормон. Причем не только опосредовано, через из-

менение циркулирующего уровня кальция, но прямым торможением активности ОЩЖ.

Таблица 1

Гормональная регуляция фосфорно-кальциевого обмена

Объект влияния гормона	ПТГ	Д-гормон	КТ
Уровень кальция в крови	↑	↑	↓
Уровень фосфора в крови	↓	↑?	↓?
Мобилизация кальция из костей	↑↑	↑	↓
Абсорбция кальция в кишечнике	↑?	↑↑	↑?
Реабсорбция кальция в почечных канальцах	↑	↑↓	↓
Экскреция фосфата в почечных канальцах	↑	↑↓	↑
<i>Примечание: ↑↑ – основное действие гормона; ↑ - действие отчетливое; ↑? - действие сомнительное; ↑↓ – действие зависит от уровня Ca^{2+} и P^{5+}, при повышенном уровне действие направлено на снижение их уровня, и наоборот</i>			

Кальцитонин (КТ) по суммарному кальцийтропному эффекту является антагонистом ПТГ и Д-гормона. В костной ткани он усиливает поглощение кальция, в почках повышает экскрецию кальция и фосфатов, в кишечнике тормозит всасывание этих ионов. Последние годы роль КТ, как одного из трех главных гормонов-регуляторов кальций-фосфор-магниевого обмена, подвергается сомнению. Во-первых, потому что в эксперименте или «in vitro» кальцийтропные эффекты КТ проявляются только при фармакологических концентрациях. Во-вторых, КТ и его рецепторы имеются во многих тканях и органах, включая ЦНС, что дает основания считать КТ скорее нейротрансмиттером, или, по меньшей мере, нейромедиатором [1,6].

Высказана гипотеза, что КТ необходим для поддержания гомеостаза кальция только у беременной и плода, а также во время лактации, в то время как в другие онтогенетические периоды он не играет существенной роли. Регуляция секреции КТ, как и о его физиологические функции, тоже является спорным вопросом. Согласно традиционной точке зрения, основным регулятором служит положительная обратная связь с уровнем кальция крови: гиперкальциемия усиливает, а гипокальциемия подавляет секрецию КТ. Однако, как уже отмечалось, в физиологических условиях концентрация кальция в крови очень стабильна. Ее среднесуточные колебания составляют не более $\pm 4\%$, в то время как секреция КТ и его циркулирующий уровень у здоровых людей отличается большими колебаниями, с размахами $\pm 100\%$ и даже больше. В связи с этими фактами возникают сомнения не только по поводу ведущей роли кальциемии в регуляции КТ, но и относительно значения этого гормона в системе контроля кальций-фосфорного гомеостаза. Эти сомнения укрепляет то, что секрецию КТ стимулирует лишь острая гиперкальциемия, точнее быстрое повышение в крови уровня Ca^{2+} , в то время как длительная и стабильная, причем сколько угодно высокая гиперкальциемия на уровень КТ не влияет. Установлено также, что секреция КТ резко возрастает в ответ на адренергическую и дофаминергическую стимуляцию, которая, возможно, и является главным регулятором этого гормона. Среди этих противоречивых и спорных суж-

дений по поводу КТ непреложно то, что при костной патологии, сопровождаемой усиленной остеокластической активностью, КТ демонстрирует мощное ингибирующее действие на остеокласты. Поэтому КТ в настоящее время является одним из наиболее востребованных средств, когда речь идет о лечении остеопороза.

D-гормон образуется в результате последовательных превращений в печени и почках витамина D. Последний либо поступает с пищей, либо синтезируется в клетках эпидермиса из холестерина под влиянием солнечных лучей. Основная функция D-гормона - активизация транспорта ионов кальция и фосфата из просвета кишечника в кровь. Следовательно, главным органом-мишенью для D-гормона служит кишечник. Но рецепторы D-гормона содержатся и в других "кальцийпривных" органах – костной ткани и почечных канальцах. Более того, D-рецепторы есть в скелетных мышцах, клетках крови, ряде эндокринных и экзокринных желез, структурах нервной, иммунной, сердечнососудистой и половой систем. Поэтому физиологическое значение и патогенетическая роль D-гормона и его метаболитов не исчерпываются кальцийтропным действием, и еще не полностью раскрыта.

Биосинтез и метаболизм D-гормона представляет собой сложный, многоэтапный, и не во всем понятный процесс. В настоящее время открыто более 27 дериватов D-гормона, которые являются или промежуточными субстанциями его биосинтеза, или продуктами распада. Одни соединения обладают биологической активностью D-гормона, другие оказывают противоположное действие. При этом, пути биосинтеза D-гормона и суммарный эффект его дериватов существенно варьируются в зависимости от метаболической ситуации, либо в связи с каким-либо патологическим состоянием. Биосинтез D-гормона осуществляется последовательно путем ферментного гидроксирования в печени и почках с образованием трёх активных соединений - 1,25(OH)₂D₃; 24,25(OH)₂D₃; 1,24,25(OH)₃D₃, способных усиливать кишечную абсорбцию кальция и фосфора и множества других изомеров, лишённых этих свойств. Причем истинным D-гормоном считается 1,25-дигидро-кальциферол, т.к. его действие всегда однозначно, в то время как два других изомера при определенных условиях могут вызывать противоположный эффект, а именно – тормозить кишечную абсорбцию кальция и фосфора. Физиологическое и патогенетическое значение такой реверсии не вполне ясно.

Приоритетным регулятором синтеза D-гормона, точнее повторного 1-альфа-гидроксирования витамина D в почках, является ПТГ. Вместе с тем, на интенсивность почечного синтеза 1,25(OH)₂D₃ влияет множество других гормонов и гуморальных субстанций. Установлено, что СТГ, пролактин, гонадотропные, половые гормоны, и КТ стимулируют 1-альфа-гидроксирование, в то время как ТТГ, Т₃, Т₄, повышенный уровень в крови Ca²⁺, P⁵⁺, Mg²⁺ и самого 1,25(OH)₂D₃ - подавляют этот процесс. Перечисленные субстанции, в особенности половые стероиды, влияют не только на синтез, но и на биологическое действие D-гормона. К примеру, присущие беременности и менопаузе изменения функции гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси сопровождаются нарушениями кальций-фосфор-магниевого обмена, с тенденцией к остеомаляции и остеопорозу. Важную роль играет аллостерическая регуляция D-гормона, а именно, ингибирующее действие 1,25(OH)₂D₃ на активность 1-альфа-гидроксилазы и, напротив, стимуляция 24-гидроксилазы. Это своего рода защитный клапан от опасного избытка D-гормона.

Следует заметить, что фактически все «классические» и локальные гормоны, а также многие другие метаболические и регуляторные субстанции – электролиты, микроэлементы, простагландины, костный морфогенный протеин, медиаторы иммунной системы, и т.д., влияют не только на синтез и секрецию ПТГ, КТ и D-гормона, но и на органы-мишени. Главным органом-мишенью является костная ткань, в том числе потому, что кость – основное депо кальция и фосфора. Ввиду определяющей роли скелета для высшей ступени эволюции животных, на формирование костной ткани кроме перечисленных факторов активно влияют генетические, гелиогеологические, гравитационные и многие другие факторы и условия. Очевидно, физиологию и патологию костной ткани, с одной стороны, и метаболизм Ca^{2+} , P^{5+} , Mg^{2+} с другой, следует рассматривать как самостоятельные биологические процессы, но в то же время тесно взаимосвязанные амбивалентными причинно-следственными отношениями. С учетом этого необходимо вкратце осветить морфогенез костной ткани.

Несмотря на внешнюю монолитность, кость непрерывно изменяется, происходит распад костных структур и замена их новыми. Ремоделирование кости выполняют два типа клеток: остеобласты (остеоциты) и остеокласты. Остеобласты осуществляют репарацию костной ткани, остеокласты осуществляют костную резорбцию.

Остеобласты происходят из стромальных клеток костного мозга. Их функция – синтез остеоида – белковой матрицы костной ткани, которая состоит из нескольких специфических белков, но главные из них два. Основным белком костного матрикса является костный коллаген I типа, который полимеризуется в веревкоподобные структуры. В промежутках между «пряжами» веревкоподобного белка откладываются минеральные кристаллы, представляющие собой кальциевые соли фосфорной, угольной, лимонной и других кислот. Отложению этих солей способствует второй важнейший белок матрикса – остеокальцин. Этот пептид содержит особое соединение – гамма-карбоксиглутаминовую кислоту (продукт глутаминовой кислоты и витамина К), которая является прекрасным хелатизатором, т.е. кристаллизатором кальция.

Остеокласты берут начало от предшественников мононуклеарных лейкоцитов (моноцитов). Эти костные клетки богаты лизосомальными и митохондриальными ферментами, с помощью которых они осуществляют рассасывание костной ткани.

Сродством костных клеток с клетками кроветворной и иммунной систем объясняется частое нарушение кальций-фосфор-магниевого гомеостаза и поражение костно-суставной системы при болезни Бехтерева, ревматизме и ревматоидном артрите, гемобластозах, плазмцитоме, а также высокая частота костных метастазов злокачественных опухолей.

Резюмируя краткий обзор кальций-фосфор-магниевого обмена и морфогенеза костной ткани нужно еще раз подчеркнуть, что их физиология обеспечивается очень сложной, многокомпонентной регуляцией. Между тем, в соответствии с теорией функциональных систем П.К. Анохина [7], сложные регуляторные системы склонны к дестабилизации и часто выходят из равновесия под влиянием на первый взгляд малозначимых сдвигов или нарушений, в том числе далеких от конкретных контролируемых функций или констант. В этой связи вполне закономерно, что практически все эндокринопатии, а также многие системные, и органические болезни сопровождаются кальций-фосфор-магниевым дисбалансом, и патологией

костной ткани и скелета. Закономерно и то, что указанный дисбаланс и костно-скелетные нарушения часто представляют собой наследственную или возрастную патологию.

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ПСИХОСОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ В ГОМЕОСТАЗЕ Ca^{2+} , P^{5+} , Mg^{2+} , И В ОСТЕОГЕНЕЗЕ

Онтогенетические вариации кальций-фосфор-магниевый метаболизма и остеогенеза весьма существенны. Такие вариации наиболее выражены и особенно значимы во время наиболее интенсивного роста в детстве, в периоде полового созревания, во время беременности и лактации, а также в периоде гендерной инволюции, имея в виду менопаузу и андропаузу. Именно на этих этапах онтогенеза есть наибольший риск возникновения выраженных, в том числе клинически значимых нарушений рассматриваемых взаимосвязанных процессов. Указанные возрастные группы являются группами риска в отношении таких нарушений. В этой связи крайне важно уточнить ключевые факторы и «слабые звенья» рассматриваемых процессов в группах риска, с тем, чтобы своевременно предупредить дестабилизацию этих процессов.

Важнейшими факторами, определяющими состояние костной ткани и метаболизм Ca^{2+} , P^{5+} и Mg^{2+} , является адекватное поступление соответствующих ионов в организм, а затем их эффективное всасывание в кишечнике с последующей «утилизацией» костью и другими тканями. Понятно, что исходным или базовым моментом обмена кальция и сопутствующих ионов является их достаточное содержание в пище и воде. На практике алиментарный, т.е. пищевой дефицит указанных ионов в наибольшей степени реален в отношении кальция. Необходимое потребление кальция у новорожденных составляет 70-75 мг/кг веса/сутки (у недоношенных младенцев 180-205 мг/кг/сут), у детей до 1 года потребность в кальции 50-60 мг/кг/сут, у детей дошкольного и школьного возраста 25-30 мг/кг/сут, во время беременности и лактации 15-20 мг/кг/сут, у взрослого здорового человека 5-8 мг/кг/сут, у пожилых людей 10-15 мг/кг/сут [1, 8, 9]. Следовательно, ключевым моментом профилактики остеопатий, особенно в указанные онтогенетические периоды, является адекватное содержание кальция в пищевом рационе.

Выше отмечено, что всасывание кальция в кишечнике решающим образом зависит от D-гормона, прежде всего от синтеза в коже его предшественника – витамина D под влиянием солнечных лучей. Очевидно, что у младенцев и детей раннего возраста доступ солнечных лучей к коже, следовательно, синтез витамина D, ограничен. То же самое имеет место у пожилых людей и у стариков, к тому же у них снижена способность кожи к синтезу витамина D. Здесь уместно упомянуть климатический фактор, т.е. дефицит витамина D у лиц проживающих в местах, где есть недостаток солнечного тепла и света. Таким образом, вторым облигатным условием и средством предупреждения остеопатий, особенно в группах риска, является назначение препаратов витамина D, а лучше препаратов D-гормона (кальцитриол, рокалтрал и др).

На кишечную абсорбцию кальция в разные возрастные периоды негативно влияют многие факторы. В частности, при искусственном вскармливании усваивается только 30% содержащегося в пищевых смесях кальция, в то время как из женского молока усваивается 70%. Следует избегать кормления младенцев коро-

вым молоком, т.к. оно содержит много фосфора, который затрудняет всасывание кальция и усиливает его выведение. По этой же причине, а также в связи с высоким щелочным потенциалом молока, его обильное потребление у взрослых чревато развитием своеобразного варианта дефицита кальция с размягчением костной ткани – «щелочно-молочного синдрома». В числе других «диетических» причин дефицита кальция и остеопатии называют использование хлорированной воды, пищу богатую белком, злоупотребление шоколадом, кофе и какао, избыточное потребление сладостей и соли, чрезмерное потребление продуктов, содержащих органические кислоты – щавель, шпинат, ревень, клюква, помидоры, цитрусовые.

Прямое отрицательное влияние на кальциевый и костный метаболизм оказывают курение, употребление алкоголя, наркомания и токсикомании, другие вредные привычки, а также экологическое неблагополучие.

С учетом нарастающей склонности людей к самолечению, надо напомнить о негативном кальцийтропном и остеотропном эффекте некоторых распространенных лекарственных средств. Среди них слабительные, диуретики, антациды и адсорбенты, препараты солодки.

Кроме ассоциированных и вторичных остеопатий, связанных с нарушением кальций-фосфор-магниевого обмена, существуют физические и социальные факторы и условия, вызывающие костную деструкцию и задержку развития костной ткани. Наиболее изучены гравитационный фактор, точнее, недостаток естественной силы притяжения, недостаточную физическую активность, а в детском возрасте дефицит позитивных эмоций. На фоне такой «психоэмоциональной депривации» возникает выраженная задержка умственного и физического развития ребенка.

По понятным причинам наиболее ранимой группой в отношении кальций-фосфор-магниевого дисбаланса и остеопатии являются дети. Прежде всего, это младенцы и дети первого года жизни, а на втором месте - школьники, что связано с повышенными психическими и не вполне физиологическими статическими нагрузками, которые испытывают дети в школе. Разумеется, профилактика рассматриваемых в этой статье нарушений должна носить комплексный характер. Но в этом комплексе очень большое значение имеют диета и препараты D-гормона. Не случайно, ЮНЕСКО в последние годы в сфере школьного образования рекомендует переместить акцент с вопросов улучшения оборудования школ и повышения квалификации учителей, на контроль здоровья и питания школьников [10].

ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ГОМЕОСТАЗА Ca^{2+} , P^{5+} , Mg^{2+} И ОСТЕПАТИИ

Типология нарушений кальций-фосфор-магниевого обмена вполне лаконична, поскольку представлена только двумя патологическими состояниями – повышением или снижением в крови концентрации соответствующих ионов. Зато причины и механизмы этих нарушений не просто многообразны, а неисчислимы. Это объясняется сложностью регуляции соответствующего гомеостаза в свете ранее упомянутой теории функциональных систем [7]. По этой же причине формы клинической реализации расстройств кальций-фосфор-магниевого обмена многочисленны и многолики. Чаще всего, причем в наиболее яркой форме, такая реализация происходит в органах мишенях – скелете, почках и кишечнике, хотя субкли-

нические или симптоматические расстройства можно обнаружить во всех других органах и системах.

Основной формой патологии скелета является остеодистрофия, которая, в зависимости от патогенетических особенностей и глубины нарушения «кальциевого гомеостаза» имеет локальный или системный характер. Различают три основных формы остеодистрофии. Остеомалация - это уменьшение минерализации костной ткани без нарушения белковой структуры кости и без уменьшения её белковой массы. Остеопороз – разрушение и утрата белковой матрицы кости с нарушением микроархитектоники костной ткани и её минеральной плотности на единицу объема. В результате остеомалации или остеопороза уменьшается механическая прочность кости. Третий вариант остеодистрофии – остеосклероз или остеопетроз представляет собой, напротив, чрезмерное повышение минерализации кости. Парадокс в том, что прочность костной ткани при остеопетрозе, обычно, не только не увеличивается, но уменьшается.

Другими формами дисплазии костной ткани и скелета при нарушении обмена Ca^{2+} , P^{5+} и Mg^{2+} являются различные дизостозы, псевдоопухли и опухоли костной ткани, артрозоартриты и деформации скелета и суставов.

Клиническим проявлением любой формы остеодистрофии является нарушение роста и нормальной анатомии скелета, а также склонность к патологическим переломам. Патологическими называют переломы, возникающие от минимальной травмы и даже без неё.

У младенцев чаще всего остеопатии обусловлены врожденными, наследственно-генетическими дефектами гомеостаза Ca^{2+} , P^{5+} , Mg^{2+} или пороками развития скелета. В детском возрасте остеодистрофии обычно связаны с наследственными, пищевыми, гелиогеоклиматическими и социальными факторами. В зрелом возрасте нарушения кальций-фосфор-магниевого обмена и патология костной ткани возникают в связи с беременностью и лактацией, на фоне некоторых болезней, или в результате неадекватной, либо вынужденно длительной медикаментозной терапии. В пожилом и старческом возрасте основной причиной остеодистрофии служит инволюция костной ткани и возрастные расстройства гомеостаза.

Применительно к другому органу-мишени – почкам главными клиническими формами патологии кальций-фосфор-магниевого обмена являются нефрокальциноз и мочекаменная болезнь. При этом если нефрокальциноз, в сравнении с другими вариантами нефропатий, является относительно редкой патологией и достаточно редкой причиной почечной недостаточности, то нефрокалькулез, как правило, двухсторонний, наблюдается часто, имеет тяжелое течение и плохой прогноз [5].

Связанные с гиперкальциемией нарушения пищеварительной системы проявляются пептическими язвами желудка и 12-перстной кишки, и панкреатитом. Удельный вес такого метаболического варианта среди этих очень распространенных болезней пищеварения, незначителен.

Не столь специфичными, но достаточно частыми последствиями нарушения обмена кальция и сопутствующих ионов являются функциональное и морфологическое повреждение крупных сосудов и миокарда, сопровождаемое артериальной гипертензией, ишемией миокарда, аритмией сердца и сердечной недостаточностью, кальцификация хрусталиков с катарактой, разрушение зубов с эпюлидами – псевдоопухольями челюстей, тетания, разнообразные нейросенсорные и нейромо-

торные нарушения, вегетопсихопатии, и многие другие патологические симптомы и состояния.

Завершая краткий анализ кальций-фосфор-магниевый обмен и морфогенез костной ткани нужно подчеркнуть, что их расстройства относятся к числу самых частых разновидностей первичной и вторичной патологии. Эти нарушения проявляются множеством клинических форм и наблюдаются во всех возрастных группах. Следует помнить, что указанные нарушения могут быть ятрогенную природу. Возможность этих нарушений и меры их профилактики нужно постоянно держать под контролем не только службам здравоохранения, но работникам дошкольных учреждений и школ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Холик М., Крейн Ст., Поттс Дж. Обмен кальция, фосфора и костной ткани; кальций регулирующие гормоны // Внутренние болезни (пер. с англ.). Ред. Е. Браунвальд и др. – М: Медицина, 1997. – Т. 9. – С. 348-371.
2. Халимов Ю.Ш., Кадин С.В. Заболевания паращитовидных желез./ В кн. «Эндокринология» рук. для врачей. (ред. С.Б. Шустов). – СПб.: СпецЛит, 2011. – Т.2. – С. 226-269.
3. Марино П. Магний, скрытый ион. Кальций и фосфор. В кн.: Интенсивная терапия (пер. с англ.). – М: ГЭОТАР, Медицина, 1998. – С. 449-469.
4. Наточин Ю.В. Гомеостаз кальция и почки. // Терапевтический архив. – 1987. – № 8. – С. 7-14.
5. Руководство по нефрологии :(пер. с англ.) / Ред. Р. Шрайер. – М: ГЭОТАР – Медиа, 2009. – 547 с.
6. Поттс Дж. Болезни околощитовидных желез и другие гипер- и гипокальциемические состояния // Внутренние болезни (пер. с англ.); Ред. Е. Браунвальд и др. – М.: Медицина, 1997. – С. 372-411.
7. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем – М.: Медицина, 1975. – 527 с.
8. Иванов Д.О., Александрович Ю.С. Нарушения обмена кальция у детей // [http:// www.airspb.ru](http://www.airspb.ru)
9. Медицина климактерия / ред В.П. Сметник. – М: Литтера, 2006. – 847 с.
10. Rethinking School Health. Ed. by Bundy J. // The World Bank. – Washington, D.C., 2011.

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И ГРУППОВЫЕ ВАРИАНТЫ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ ФУНКЦИИ У МАЛЬЧИКОВ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Р.В. Тамбовцева¹

Федеральное государственное научное учреждение
«Институт возрастной физиологии»
Российской академии образования, Москва

Развитие энергообеспечения мышечной деятельности в младшем школьном возрасте характеризуется рядом специфических особенностей и ее изменение в исследуемом возрастном интервале неоднозначно. Отмечается гетерохронное изменение всех параметров энергообеспечения. Общевозрастная тенденция изменения показателей работоспособности одинаковая у испытуемых различных конституциональных групп. Однако объем выполняемой работы и механизмы энергообеспечения отличаются. Обращает на себя внимание, что при одинаковой тенденции увеличения работоспособности в 7, 9 и 11 лет и соответствующего снижения в 8 и 10 лет, наблюдается разная регуляция обеспечения мышечной работы как в большой, так и в субмаксимальных зонах мощности. Регуляция энергообеспечения мышечной деятельности неоднозначна и зависит от индивидуальных, типологических и возрастных особенностей растущего организма.

Ключевые слова: энергообеспечение мышечной деятельности, циклическая работа, возраст, типология, работоспособность, двигательные возможности.

Individual and group variants of dynamics of muscles energy supply indices in boys of primary school age. *The development of muscles energy supply in primary school age is characterized by a number of specific features. Changes in muscles energy supply at this age are not stable. All parameters of energy supply demonstrate heterochronic changes. The general tendency of changes in work efficiency indices is the same in subjects of the same physique groups. However the load of work and the mechanism of energy supply are different. It was found out that though there is common tendency of increase of work efficiency at the age of 7, 9 and 11 years and corresponding decrease at 8 and 10 years, the regulation of muscle work in areas of high and extremely high energy supplies are different. Regulation of power supply of muscular activity varies and depends on individual, typological and age features of the growing organism.*

Key words: energy supply of muscular activity, cyclic work, age, typology, working capacity, movement abilities.

В настоящее время имеется достаточное количество работ, которые показывают, что в период от 7 до 17 лет происходит интенсивное развитие энергетики скелетных мышц и функциональных механизмов, на которых базируется обеспечение и, которые являются в то же время основой проявления, совершенствования

Контакты: ¹ Тамбовцева Р.В., E-mail: ritta7@mail.ru

и целенаправленного развития двигательных качеств детей и подростков [5, 6, 7, 8, 9, 20, 21]. Имеются одиночные работы, показывающие разнообразные варианты индивидуальной организации энергетического обмена [3, 16]. Очевидно, что один и тот же физиологический показатель может качественно отличаться по своей энергетической стоимости. Кроме того, нарушение координации между физиологическими показателями ограничивает объем выполненной работы и препятствует реализации потенциальных возможностей энергетических источников. Нарушение связи между физиологическими показателями может быть обусловлено как эндогенными, так и экзогенными факторами. К числу важных эндогенных факторов можно отнести гетерохронное изменение морфологических параметров. Для полной оценки состояния энергетического обеспечения мышечной работы различной мощности необходимо оценивать как тканевый потенциал, так и регуляторные возможности целостного организма. Соотношение этих компонентов наиболее отчетливо проявляется при анализе индивидуальных особенностей энергетического обеспечения мышечной работы.

Возникает вопрос: какую роль играет возрастной интервал от 6 до 11 лет в формировании энергозависимых качеств: силы, быстроты и выносливости? Полагают, что в ходе развития возникают и совершенствуются многочисленные внутрисистемные связи и корреляции, которые и определяют основные особенности морфофункциональной организации данного организма [17, 19]. Среди консервативных базисных характеристик, во многом определяющих направление (траекторию) развития и выявление того или иного варианта индивидуально-типологической организации, важное значение имеет формирование системы энергетического обеспечения [6, 7, 9, 13]. Очевидно, что при этом важнейшую роль играют особенности энергетики скелетных мышц, на долю которых во время активности может приходиться более 90% всех потоков вещества и энергии. Возможно, это и определяет зависимость организации многих физиологических систем организма от особенностей функционирования энергетического аппарата скелетной мускулатуры [13, 14, 15, 16]. В последнее время для исследования динамики возрастных изменений основных энергетических параметров скелетных мышц предложен метод, основанный на оценке констант уравнения Мюллера [8, 9]. Это дало возможность проведения продольного эксперимента, основанного на сопоставлении возрастных изменений показателей соматотипа у мальчиков от 7 до 11 лет с особенностями энергетики скелетных мышц.

Задачей настоящего исследования явилось изучение индивидуальных вариантов динамики показателей энергообеспечения мышечной функции и их связи с показателями регуляции у детей младшего школьного возраста.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в школе №720 г. Москвы. Все испытуемые, принимавшие участие в наших экспериментах, были по заключению врачей практически здоровы, не имели острых респираторных заболеваний и были допущены к занятиям на уроках физической культуры по обычной программе. Было обследовано 80 мальчиков в возрасте от 7 до 11 лет в лонгитуде. Применяли антропометрические, эргометрические, антропоскопические и статистические методы исследования.

В эргометрическом методе использовали модель Мюллера. Проводилась двукратная велоэргометрическая проба при нагрузках 3 и 5 Вт/кг, скорость вращения педалей 60 оборотов в минуту. Результат тестирования каждого испытуемого состоял из двух показателей: мощности и предельного времени удержания соответственно для 1 (W_1 и t_1) и 2 (W_2 и t_2) тестовых нагрузок при $W_2 > W_1$. Значения констант уравнения Мюллера рассчитывали из результатов двухнагрузочного тестирования:

$$A = \ln(t_1/t_2) / \ln(W_2/W_1) \quad (1)$$

$$B = \ln(t_1 \times W_2^a). \quad (2)$$

Величину “К” рассчитывали по формуле: $K = e^b$.

Для расчета мощностей этих характеристических точек использовали формулу: $W_1 = (K/t)/(t/a)$, где W_1 – мощность характеристической точки; t – предельное время удержания нагрузки мощностью Wt ; “К” и “а” – индивидуальные коэффициенты Мюллера.

Показатели мощности аэробного, анаэробного и смешанного источников оценивали, рассчитывали максимальную мощность при работе длительностью 900 и 40с (показатели W_{900} и W_{40}). W_{40} соответствует верхней границе зоны субмаксимальной мощности, а W_{900} – мощность, при которой разворачиваются аэробные механизмы энергообеспечения.

Антропометрические методы. Ежегодно проводились детальные антропометрические исследования, позволявшие рассчитать величину поверхности тела, весо-ростовой индекс, индекс цефализации, мышечную массу и массу подкожного жира. По 7-бальной шкале оценивались показатели эндоморфии, мезоморфии и эктоморфии по Шелдону с поправками, позволяющими использовать эту шкалу для детей. Проводилась экспертная оценка соматотипа по Штефко-Островскому [13].

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с помощью компьютерной программы EXCEL.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При характеристике групповых и индивидуальных особенностей емкостных показателей с помощью кластерного анализа по 17 физиологическим параметрам было выделено разное количество кластеров. В 7-летнем возрасте все испытуемые по энергетическим параметрам были выделены в 6 групп. Показано, что у учащихся 7-летнего возраста в неодинаковой степени функционируют различные источники энергетики мышечной деятельности. Существует несколько вариантов, а именно: смешанный тип энергетики, где в равной степени функционируют аэробные и анаэробные источники; аэробно-анаэробный с преобладанием аэробной энергетики и анаэробно-аэробный – с преобладанием анаэробной энергетики. К 8-летнему возрасту количество кластерных групп сокращается. Было выделено только три группы. В первую группу вошли мальчики со средними показателями, во вторую – мальчики с избыточным весом и характеризующиеся низкой работоспособностью в разных зонах мощности, в третью группу вошли мальчики, имеющие большой вес и высокую работоспособность в обеих зонах мощности. К 9-10 годам количество кластеров по физиологическим параметрам также низкое, однако к 11 годам количество групп увеличивается до 4х. При этом, также как и в 7-

летнем возрасте появляется группа испытуемых, у которых на среднем уровне функционируют как аэробные, так и анаэробные источники энергообеспечения. Группа – с преобладанием аэробной энергетики и группа с преобладанием анаэробной энергетики.

Проведенный по физиологическим параметрам кластерный анализ в возрастном интервале от 7 до 11 лет подтверждает, что развитие энергетики мышечной деятельности происходит постепенно и гетерохронно. У каждого индивидуума в определенные возрастные периоды происходит снижение и повышение работоспособности за счет усиления и ослабления аэробных и анаэробных возможностей. В критические периоды постнатального онтогенеза происходит уменьшение разнообразия кластерных групп. Семилетний возраст является наиболее стабильным.

При характеристике показателя PWC170 обнаруживается, что динамика данного параметра неодинакова у мальчиков от 7 до 11 лет. Во-первых данный показатель изменяется гетерохронно в указанном возрастном интервале, во-вторых у большинства мальчиков отмечается снижение его в период от 7 до 10 лет с последующим увеличением в 11 лет. У некоторых мальчиков отмечается увеличение PWC170 в 8 лет, у других – увеличение в 9 лет (рис.1). Между тем, объем работы в большой и субмаксимальной зонах мощности показывает одинаковую возрастную тенденцию, а именно: данный показатель имеет высокие значения в 7, 9 лет и неуклонно возрастает в 11 лет, но величина работы имеет неодинаковый объем у представителей разных конституциональных групп (рис.1).

Вставить рисунок из доп. Файла (рисунка нет)!!!!

Таким образом, в постнатальном онтогенезе каждого индивидуума существуют как общие закономерности развития аэробных и анаэробных возможностей, так и индивидуальные, которые определяются разной скоростью ростовых процессов, влиянием генотипических факторов и состоянием регуляции на данный момент времени.

При оценке мощностных показателей работоспособности у мальчиков 7-11 лет, максимальное значение данного параметра отмечаются в 8 и 11 лет. Однако при характеристике индивидуальных параметров данного показателя, выявляется разная динамика. У одних ребят отмечается максимальное увеличение в 7, 9-10 лет, у других в 8, 9 лет, но при этом у всех испытуемых данный показатель снижается в 11 лет (рис.1). В 7-летнем возрасте при характеристике кластерных групп, было показано, что мальчики из 1 и 6 групп имеют средние значения W40, W240, W900 и для них характерен смешанный тип энергопродукции. Между тем для испытуемых из второй группы наиболее характерно развитие лактацидного источника. У ребят из третьей группы интенсивно функционируют аэробные и анаэробные механизмы, но преобладают аэробные источники энергообеспечения мышечной деятельности. У детей из 4й группы в равной степени функционируют как аэробный, так и анаэробный источники энергопродукции. В то время как у испытуемых из 5й группы наиболее оптимальный вариант функционирования анаэробных источников (рис. 1). Величина W40, которая представляет собой уровень максимальной мощности анаэробно-гликолитического (лактацидного) источника, ответственных за энергообеспечение работы в зоне большой и субмаксимальной мощности. Известно, что с возрастом роль анаэробных процессов в

энергообеспечении напряженной мышечной деятельности возрастает, и это проявляется в общей тенденции возрастного увеличения показателя W40. Тем не менее, результаты, показываемые представителями разных типов телосложения, весьма неоднородны. Уже в 7-летнем возрасте уровень показателя у представителей дигестивно-мышечного телосложения выше, чем у детей лептосомного телосложения. Такое положение сохраняется до 10 лет. То есть мощность анаэробно-гликолитической системы напрямую зависит от телосложения, причем в ряду эуризомии – лептосомии уровень этого признака существенно снижается. Следует подчеркнуть, что “анаэробно-гликолитический” настрой мышечного метаболизма подразумевает соответствующую организацию всех гомеостатических и регуляторных процессов в организме, принципиально отличающуюся от ситуации “аэробного” настроя. То обстоятельство, что представители разных типов телосложения обладают разными энергетическими возможностями скелетных мышц, свидетельствует о целостности и нераздельности понятия “конституция человека”. И морфологические различия, как наиболее заметные, выступают здесь лишь как отражение и проявление глубинных различий в организации метаболизма и, вероятно, нервной и гуморальной регуляции всех физиологических процессов, в том числе – процессов роста и возрастного развития. Тенденция возрастного увеличения показателя W900, который характеризует аэробную мощность, выражена в значительно меньшей степени, чем для анаэробной мощности. Первенство в ряду конституциональных типов по рассматриваемому показателю среди мальчиков 7 лет занимает торакально-мышечный. Группы астенического и мышечного телосложения занимают промежуточное положение. Возрастные изменения аэробной емкости показывают значительно больший размах, чем показатели аэробной и анаэробной мощности. Общевозрастная тенденция отмечается у представителей торакального и торакально-мышечного типов, в меньшей степени у представителей астеноидного телосложения.

Таким образом, в период от 7 до 11 лет наибольшее значение приобретает аэробный источник энергопродукции. Данный источник функционирует более стабильно, без каких-либо сильных переломов. Наиболее значимые изменения преодолевает лактаcidный источник энергопродукции, который характеризуется наиболее высокими значениями в 7 лет, снижается к 8 годам, максимально увеличивается к 9 годам, снижается в 10 лет и повышается в 11 лет. Причем такая динамика наиболее характерна для испытуемых лептосомного телосложения. Между тем, у испытуемых мышечного телосложения, наблюдается значительное повышение аэробного и анаэробного источников энергообеспечения к 10 годам. У ребят дигестивного типа сложения, преобладает анаэробный источник энергообеспечения и значительное снижение аэробных возможностей.

В таблице 1 приведены средние значения показателей эндоморфии, мезоморфии, эктоморфии, констант “a”, “b”, мощности (W40, W900) и емкости (C аэр. и C анаэроб.) гликолитического и аэробного источников энергии мальчиков от 6,9 до 11 лет. Приведенные результаты показывают, что в течение всего времени наблюдений отмечается постепенное увеличение показателя эктоморфии, что, несомненно, связано с ростовыми процессами, опережающими по интенсивности увеличение массы тела. В то же время необходимо обратить внимание на статистически достоверное снижение показателя мезоморфии. Это, по-видимому, определяется изменением темпов роста скелетной мускулатуры. Действительно, как пока-

зывают данные антропометрических измерений, относительная скорость роста массы скелетных мышц от 6,9 до 7,9 составляла 0,222, однако от 8,9 к 9,9 эта величина резко снизилась до 0,081, то есть, в 2,7 раза, но к 10,9 увеличилась до 0,239. Снижение темпов роста мышц сопровождалось в ряде случаев увеличением костной и жировой ткани. Такое изменение темпов роста скелетных мышц должно отразиться и на состоянии мышечной энергетики в этом возрасте. Материалы таблицы позволяют детально оценить картину возрастных изменений скелетных мышц у младших школьников. В течение первых трех лет энергообеспечение скелетной мускулатуры развивалось довольно равномерно. Значение констант “а” – 3,51 – близко к средним значениям показателя для детей и взрослых, что свидетельствует об обычных для московской популяции средних значениях соотношения аэробного и анаэробного источников мышечного энергообеспечения. Величины константы “b” для этого возраста показывают хороший уровень физической подготовленности детей в этой школе. Обычно в школах города Москвы значения e^b в 5-10 раз ниже. Величины этого показателя приведены в последнем столбце таблицы 1 для характеристики аэробной емкости. Однако в 10-летнем возрасте, отмечается значительное снижение величины показателя “а” и “b”, что свидетельствует о существенных изменениях мышечной энергетики, по-видимому, сопряженные с замедлением темпов роста мышечной массы. Основные изменения произошли с механизмами аэробного энергообеспечения: величина анаэробной емкости снизилась при этом только на 17%, в то время как аэробная емкость – в 4,4 раза.

Однако уже в 11 лет происходят глубокие изменения обратного направления – значения констант “а” и “b” резко возрастают, возможности аэробного источника увеличиваются более чем на порядок.

В большинстве работ, посвященных возрастным изменениям энергетики скелетных мышц с использованием традиционных методов (МПК, PWC, ПАНО), подобного двухфазного изменения энергетики мышечной деятельности у мальчиков 10-11-летнего возраста не описано. В литературе имеются немногочисленные указания о снижении работоспособности и изменении двигательных координаций у мальчиков в 10 лет и значительной активации аэробной энергетики скелетных мышц в 11 лет [7].

Можно сказать, что если в первые годы обследования (до 9-летнего возраста) наблюдалось возрастание соответствий между показателями соматотипа и особенностями энергетики скелетных мышц, то в возрасте 10-11 лет все нарушается. Эти нарушения, по-видимому, связаны с наступлением пубертатных перестроек в скелетных мышцах и в системе регуляции. При анализе корреляционных связей обращает на себя внимание изменение коэффициентов корреляции между баллами мезоморфии и эктоморфии с одной стороны и константой “b” и W900 – с другой в 8,9 лет, когда эти связи достаточно упрочились. Через год в 9,9 лет, эти связи полностью изменились в связи с началом препубертатных перестроек. Оценка особенностей строения тела у детей в возрасте 6,9 лет показала, что только у двух мальчиков тип телосложения не мог быть определен и был обозначен как “детский”. Полуростовой скачок у них не был завершен – “филиппинский” тест – отрицательный. Судя по “зубному возрасту” эти дети отставали от календарного возраста на 1,5 года. Остальные дети были отнесены к астеноидному, астено-торакальному, торакальному, мышечному, мышечно-дигестивному и дигестив-

ным типам. У большинства мальчиков оценки телосложения в дальнейшем изменились. Только у двух детей, тип был определен как астеноидный, первоначальная оценка удержалась в течение 5 лет наблюдения. В других случаях наблюдались “переходы”: чаще всего А-Т, АТ-Т, Д-МД.

Таким образом, в исследуемом возрастном диапазоне еще нет окончательно установившихся типов телосложения. Можно полагать, что в ходе индивидуального развития набор маркеров, характеризующий тот или иной тип, реализуется постепенно в той или иной последовательности. Однако в ряде случаев уже у 8-летних детей можно выявить признаки достаточно точно определяющие дальнейший путь развития. Полученные результаты показывают, что в исследуемом возрастном интервале по-разному складывается взаимосвязь между типом телосложения и особенностями мышечной энергетики. В постнатальном онтогенезе каждого индивидуума существуют как общие закономерности развития аэробных и анаэробных возможностей, так и индивидуальные. В период 6-8 лет, когда у большинства мальчиков типологические особенности организма внешне только складываются проследить их взаимосвязь с особенностями энергообеспечения мышечной деятельности достаточно трудно. Наибольшее соответствие мышечной энергетики и типологических особенностей, характерных для данного возрастного периода, выявляются в 9 лет. Это проявляется и в увеличении коэффициента корреляции между показателями телосложения и параметрами энергетического обеспечения. В 10-11 лет (у некоторых испытуемых раньше) наступает волна изменений, проявляющаяся в задержке роста мышечной массы, снижения физической работоспособности, в первую очередь за счет мощности и, особенно, емкостных показателей аэробной энергетики. Первую фазу этих изменений сменяет вторая, характеризующаяся увеличением скорости роста мышечной ткани и активацией окислительного источника энергообеспечения. Эта волна возрастных изменений практически полностью перекрывает наметившуюся связь энергетики мышц с типологическими особенностями организма. Вся эта волна изменений связана с тем, что в возрасте 10-11 лет в мышечной ткани, которую можно обозначить как препубертатную, предшествующую последующим изменениям, связанным с половым созреванием. Как показывают гистохимические исследования, в этом возрасте происходят передифференцировки значительной части мышечных волокон. При этом смешанные мышцы человека теряют последние черты “детскости”, которая характеризуется наличием некоторого избытка волокон окислительного типа.

Оценка индивидуальных характеристик “физиологической стоимости” физической работы у мальчиков от 7 до 10 лет при работе в большой и субмаксимальной мощности показала, что практически нет одинаковых реакций организма на физическую нагрузку. Регуляция физических процессов разная, но при этом сохраняется возрастная динамика показателей работоспособности и энергообеспечения в возрастном интервале от 7 до 11 лет (рис. 1). Важным фактором возрастного увеличения работоспособности является снижение “физиологической стоимости” выполняемой физической нагрузки. Величина ИППД при нагрузке в субмаксимальной зоне мощности в 3-4 раза выше, чем при нагрузке в большой зоне. Как показывают наши исследования, каждый конституциональный вариант имеет свою динамику регуляции восстановительных процессов организма. Размах колебаний параметра существенно отличается в группах по телосложению (рис.1). У

мальчиков астеноидного, торакального и мышечного типов сложения динамика интенсивности накопления пульсового долга практически синхронная. Возраст 7-8 лет характеризуется высокими значениями напряженности восстановительных процессов, однако работоспособность у детей лептосомов достаточно высокая. По-видимому, в этот период времени адаптация в школе оказывает не совсем положительное влияние на механизмы регуляции организма. В 10 лет ИНПД становится еще выше, работоспособность при этом резко снижается, что показывает нам высокое напряжение регуляции в организме. Характерно, что у мальчиков в интервале от 9 к 10 годам, ИНПД увеличивается в 3 раза, а при работе мощностью 5 Вт/кг в 1,5 раза. Между тем пульсовой долг при работе 3 Вт/кг увеличивается в 1,3 раза и практически не меняется при работе мощностью 5 Вт/кг. У мальчиков дигестивного телосложения критическими периодами для ИНПД являются интервалы 9 и 10 лет. В 11 лет наступает достаточно благоприятный период для испытуемых всех типов конституции. В этот период отмечаются максимальные приросты работоспособности в обеих зонах мощности, и при этом показатели напряжения интенсивности восстановительных процессов снижаются, что может быть связано с увеличением в этот период многих морфометрических показателей, в частности: костного, мышечного и жирового. Необходимо отметить, что мальчики различных конституциональных типов уже с 7-летнего возраста достоверно отличаются между собой по ИНПД при работе в разных зонах мощности. Так, минимальные значения интенсивности накопления пульсового долга при работе в аэробной зоне мощности отмечаются у детей лептосомного типа телосложения, что показывает благоприятную адаптацию их организма к работе в аэробном режиме. Максимальные значения ИНПД при работе в аэробном режиме отмечаются у детей эуризомного типа сложения, что говорит о физиологической непригодности дигестивного организма к работе в зоне аэробных нагрузок. Однако самым благоприятным режимом работы для мальчиков дигестивного телосложения являются зоны анаэробных мощностей.

Таким образом, тип энергопродукции скелетных мышц характеризуется рядом признаков: мощностными и емкостными возможностями энергетических источников, состоянием регуляторных и вегетативных систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что разработанный метод оценки состояния аэробного и анаэробно-гликолитических источников энергообеспечения скелетных мышц может быть применен для выявления индивидуальных особенностей энергообеспечения. Эргометрические методы значительно облегчают проведение исследований по анализу возрастных и индивидуальных особенностей мышечной энергетики. В ходе этих исследований выявляются такие детали, как резкие изменения энергетики мышц в 9-10-11-летнем возрасте. Такие изменения с трудом удастся выявить при использовании других, значительно более сложных методик (определение МПК, критической мощности, PWC170, ПАНО). Причем, даже такой набор методик не дает возможности прямо оценить такие параметры, как мощность и емкость гликолитического и окислительного источников энергии, но это легко рассчитывается при знании индивидуальных констант уравнения Мюллера. Используемые нами методические приемы дали возможность проведе-

ния исследований с одновременной оценкой особенностей телосложения и энергетики скелетных мышц. Проведенные исследования показывают, что характерной особенностью возрастного развития энергетики мышечной деятельности в онтогенезе у представителей разных типов телосложения является то, что развитие типоспецифичности не выходит за рамки общевозрастных закономерностей. Существуют критические периоды, которые являются общими для большинства возрастных групп и которые напрямую связаны с ростовыми процессами. Как показывают наши исследования, в период от 7 к 9 годам у мальчиков энергообеспечение развивается довольно равномерно. Уже к 7 годам у мальчиков в неодинаковой степени функционируют различные источники энергетики мышечной деятельности. В этот период можно выделить различные энергетические типы: смешанный тип, где в равной степени работают аэробные и анаэробные источники, аэробно-анаэробный – с преобладанием аэробной энергетики и анаэробный – аэробный – с преобладанием анаэробной энергетики. К 8-9 годам у мальчиков отмечается увеличение всех параметров физической работоспособности и показателей энергетического обмена. К 9 годам, на фоне усиливающейся корреляционной связи между показателями работоспособности, костным и мышечным компонентами, растет аэробная и анаэробная производительность. Несмотря на то, что уже в младшем школьном возрасте выделяются энергетические типы, однако дети практически всех типов конституций характеризуются значительной выносливостью, что связано, в первую очередь, с преобладанием в мышцах в этом возрасте волокон окислительного типа. Исключением являются мальчики дигестивного типа сложения, у них недостатки окислительной энергетики проявляются уже с 7-летнего возраста. По-видимому, существует определенный предел ограничивающий развитие аэробики. Проявление таких ограничений может быть связано с различиями массы тела. Действительно, высокие темпы роста массы тела у мальчиков с дигестивным типом телосложения неразрывно связаны с усиленным развитием тонических мышц туловища и конечностей, определяющих положение тела и его антигравитационные функции. Как известно, такие мышцы состоят только из медленных красных окислительных волокон, оплетенных кровеносными капиллярами и использующих только аэробное энергообеспечение. В то же время возможности систем кровообращения и внешнего дыхания действительно имеют предел, определяемый, как известно, величинами АП или МПК. Особенно это касается мальчиков дигестивного сложения, связанного с большой массой тела. В среднем у мальчиков дигестивного сложения в этом возрасте тела составляет 29,9 кг. Для сравнения – у детей 7 лет астеноидной и торакальной комплекции масса тела составляет 22,6-22,8 кг. Жировая ткань у мальчиков дигестивного телосложения уже в этом возрасте в среднем достигает 7,8 кг (у ребят астеноидного телосложения только 2,9 кг). Для сохранения характеристик двигательных возможностей статистического и динамического характера дети дигестивного типа должны иметь дополнительную массу мышечной ткани. Наши измерения показывают, что если мальчики астеноидного телосложения в этом возрасте имеют 7,9 кг мышц – 35%, то у мальчиков дигестивного сложения 12,1 кг – 40%. Возникает вопрос об энергетическом обеспечении такой большой массы. Развитие аэробной энергетики лимитировано и поэтому обычные динамические потребности (такие как бег, ходьба, “езда” на велоэргометре и др. у детей дигестивного типа осуществляются в основном за счет анаэробных процессов, и ее вклад с воз-

растом все больше и больше будет увеличиваться. К 10 годам физическая работоспособность в аэробной зоне мощности практически у всех испытуемых значительно падает, что связано, с одной стороны, с качественной и количественной перестройкой мышечных волокон вследствие гормональных изменений, с другой, гетерохронным развитием различных компонентов тела. Анализ антропометрических параметров показал, что в целом по группе с 7 до 10 лет костный компонент массы тела увеличивается с 17,4 до 19,3%, жировой – с 15,4 до 18,1%, а мышечный повышается с 7 до 9 лет с 32,6 до 36,2%, а в 10 лет вновь снижается до 34%. Это сопровождается и понижением мезоморфного компонента соматотипа Хит-Картер [18]. У многих детей в период от 7 к 10 годам интенсивно увеличивается костный компонент, уменьшается мышечный и увеличивается жировой компонент, который связан отрицательной корреляционной связью с показателями работоспособности, особенно в аэробной зоне мощности. В 10-летнем возрасте, в связи со значительным увеличением жирового компонента, и уменьшением мышечного, различия между соматотипами стираются и большинство детей объединяются в группу смешанной энергетике с превалированием анаэробных процессов. Необходимо отметить, что у 10-летних мальчиков при работе в аэробной зоне мощности сильно напряжена система вегетативной регуляции, вследствие чего возрастает индекс накопления пульсового долга. Такая же тенденция обнаруживается и при работе в анаэробной зоне мощности, хотя работоспособность в этой зоне увеличивается, что связано с ростом жировой массы. Корреляционный анализ обнаруживает тесную связь различных компонентов тела с параметрами физической работоспособности. Так, величина аэробной производительности прямо зависит от мезоморфии и эктоморфии и обратно – от эндоморфии. Между тем, жировая масса тесно связана с анаэробной производительностью. У детей 9-10 лет отмечаются заметные синхронные изменения очень многих показателей, характеризующих рост и развитие ребенка. Так, по данным Л.К. Семеновой [12] на возраст 9-10 лет приходится заметное снижение активности желез внутренней секреции. В данный возрастной период происходит уменьшение экскреции катехоламинов [1,19]. Возраст 10 лет является критическим в развитии механизмов сократительной функции левого желудочка сердца [4]. В работе З.Г. Бияшевой [2] именно на 10-летний возраст приходится резкие изменения реакции нервных элементов головного мозга при осуществлении психических функций. Исследование энергетике растущего организма показывает, что в интервале от 9 к 10 годам у детей замедляется возрастное снижение интенсивности метаболических процессов [5]. Повышенный уровень теплопродукции в этом возрасте определяет увеличение индекса циркуляции тепла на поверхности кожи, соответственно при этом увеличиваются теплопотери, что ведет к изменению активности механизмов физической и химической терморегуляции. Наши исследования показывают, что на данный возрастной период приходится заметное снижение энергетике скелетных мышц. Среди параметров уравнения Мюллера заметно снижается величина показателя “а”, что однозначно характеризует перестройку энергетике мышц в сторону увеличения роли анаэробных процессов энергообеспечения. В этот период снижается аэробная емкость, что показывает степень снижения величины аэробных возможностей скелетных мышц.

Таким образом, результаты наших лонгитудинальных наблюдений показали, что как морфологические, так и функциональные особенности конституции еще

не сложились окончательно. Для формирования мышечной системы и особенностей ее энергетики критическим становится 10-летний возраст, когда в организме накапливаются неактивные формы половых гормонов в количестве, достаточном для перестройки мышечных волокон [10, 11, 19], когда происходит синхронная для многих систем организма перестройка, которую можно обозначить как фазу торможения и массовых передифференцировок, что, по-видимому, является началом развития нового периода. Сложность младшего школьного возраста заключается в том, что в интервале от 7 до 11 лет процессы становления энергетики мышечной деятельности проходят неравномерно, вследствие разной скорости роста соматических показателей, активными дифференцировочными процессами в мышечных волокнах и началом полового созревания (10-11 лет), адаптации к различным физическим и умственным нагрузкам. Эти весьма важные возрастные особенности необходимо учитывать при становлении программ физического воспитания. Проведенные нами исследования показывают, что направленность и методика физического воспитания, оценка результатов двигательной подготовленности должна строиться не только на общевозрастном подходе, но и на конституциональном с учетом индивидуальных особенностей. При этом необходимо учитывать все возрастные критические периоды и этапы устойчивого состояния.

ВЫВОДЫ

1. В интервале от 7 до 11 лет процессы становления энергетики мышечной деятельности проходят неравномерно, вследствие разной скорости роста соматических показателей, активными дифференцировочными процессами в мышечных волокнах и началом полового созревания (10-11 лет), адаптации к различным физическим и умственным нагрузкам.

2. Тип энергопродукции скелетных мышц характеризуется рядом признаков: мощностными и емкостными возможностями энергетических источников, состоянием энергетических источников, состоянием регуляторных и вегетативных систем. Совокупность этих признаков и определяет работоспособность человека во всем доступном ему диапазоне нагрузок.

3. Представители разных соматотипов конституции имеют специфические особенности в уровне, кинетике, регуляции важнейших показателей работоспособности и энергообеспечения мышечной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бец Л.В. Количественная характеристика половых стероидов у детей допубертатного возраста // В кн.: Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков. – М., 1977. – Т.2. – С. 104-105.

2. Бияшева З.Г. Возрастная динамика специализации структур головного мозга школьников при осуществлении высших психических функций: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – М. 1999. – 42 с.

3. Воробьев В.Ф. Индивидуальные особенности энергетического обеспечения мышечной работы // Новые исследования. – 1991. – №2. – С.86-89.

4. Калюжная Р.А. Физиология и патология сердечно-сосудистой системы детей и подростков. – М.: Медицина, 1973. – 253 с.

5. Корниенко И.А. Возрастные изменения энергетического обмена: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. – М. 1980. – 48 с.
6. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Возрастное изменение энергетики мышечной деятельности. Сообщение 1. Структурно-функциональные перестройки // Физиология человека. – 2005. – Т.31, №4. – С. 402-406.
7. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Возрастное развитие энергетики мышечной деятельности. Сообщение 3. Эндогенные и экзогенные факторы, влияющие на развитие энергетики скелетных мышц // Физиология человека. – 2007. – Т.33, №6. – С.94-99.
8. Сонькин В.Д. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности школьников // Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. – М., 1999. – 50 с.
9. Сонькин В.Д. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной функции в постнатальном онтогенезе // Физиология человека. – 2007. – Т.33, №3. – С. 1-19.
10. Савостьянова Е.Б. Об андрогенной активности и конституции детей и подростков по данным изучения близнецов // Дифференциальная психофизиология и ее генетические аспекты. – М., 1975. – С. 242-245.
11. Саяпина Особенности секреции соматотропного гормона у детей и его взаимоотношения с некоторыми соматическими признаками // Вопросы антропологии. – 1075. – вып.50. – С. 146-151.
12. Семенова Л.К. Суставно-связочный аппарат человека в онтогенезе // Труды ин-та физ.воспитания и школьной гигиены АПН СССР. – М., 1958. – Т.97. – С.182-244.
13. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. – М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2011. – 368 с.
14. Тамбовцева Р.В. Возрастные изменения типов телосложения школьников // Новые исследования. – 2010. – №1. – С.84-89.
15. Тамбовцева Р.В. Физиологические основы развития двигательных качеств // Новые исследования. – 2011. – №1. – С.5-15.
16. Тамбовцева Р.В. Общие и частные закономерности возрастного развития энергообеспечения мышечной деятельности // Новые исследования. – 2011. – №2. – С. 73-83.
17. Физиология развития ребенка (Теоретические и прикладные аспекты) / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: 2000. – 312 с.
18. Хит Б.Х., Картер Д.Л. Современные методы соматотипологии // Вопросы антропологии: Ч.1: – 1968. – вып. 29. – С.29. – С.20-40.
19. Хрисанфова Е.Н. Конституция и биологическая индивидуальность человека. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 160 с.
20. Son'kin V.D., Gutnik B.J., Tambovseva R.V. and Nash D. Ergometric Investigation of Work Capacity Ontogeny: Influence of Exogenic and Endogenic Factors // Advances in Medicine and Biology. – 2010. – V.1. – P. 129-165.
21. Sonkin V., Tambovtseva. Energy metabolism in children and adolescents // Energetics. Chorv, 2011.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗВРАТНОГО ТОРМОЖЕНИЯ СПИНАЛЬНЫХ А-МОТОНЕЙРОНОВ У ЛИЦ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

А.А. Челноков¹

ФГБОУ высшего профессионального образования «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», Великие Луки

Проведено исследование оценки возвратного торможения спинальных α -мотонейронов *m. vastus lateralis* у мальчиков 9-12 лет, мальчиков 14-15 лет, юношей 17-18 лет и мужчин 22-27 лет. Установлено, что при кондиционирующей стимуляции *n. tibialis* в состоянии относительного мышечного покоя наибольшая выраженность возвратного торможения спинальных α -мотонейронов *m. vastus lateralis* характерна для подростков 14-15 лет по сравнению с другими возрастными группами. Наименьшая выраженность возвратного торможения α -мотонейронов *m. vastus lateralis* зарегистрирована у детей 9-12 лет. В возрасте 17-18 лет выраженность возвратного торможения спинальных α -мотонейронов *m. vastus lateralis* достигает уровня взрослого человека.

Ключевые слова: возраст, возвратное торможение, H-рефлекс, кондиционирующая стимуляция.

Study of recurrent inhibition of the spinal alpha motoneurons in people of different ages. The paper presents an evaluative study of recurrent inhibition of spinal α -motoneurons *m. vastus lateralis* in 9-12-year-old boys, 14-15-year-old boys and young men at the age of 17-18 and 22-27 years old. It was found out that in case of conditioning stimulation of *n. tibialis* in the state of general muscle calmness the highest level of recurrent inhibition of spinal α -motoneurons *m. vastus lateralis* is present in 14-15-year-old boys as compared with the other age groups. The lowest level of recurrent inhibition of α -motoneurons *m. vastus lateralis* is registered in children at the age of 9-12 years old. At the age of 17-18 years old the level of recurrent inhibition of spinal α -motoneurons *m. vastus lateralis* reaches that of an adult.

Key words: age, recurrent inhibition, H-reflex, conditioning stimulation.

Возвратное торможение является постсинаптическим и осуществляется путем гиперполяризирующего влияния на постсинаптическом уровне с участием тормозного интернейрона – клетки Реншоу [21]. Возвратное торможение через клетку Реншоу используется для защитного ограничения развиваемого мышечного усилия и участвует в модуляции возбудимости гомонимных и гетеронимных мотонейронов [9, 11, 12 и др.]. Активность в путях возвратного торможения α -мотонейронов изменяется при выполнении движения [12, 15, 14]. Во время выполнения изометрических усилий разной силы возвратное торможение α -мотонейронов может уменьшаться или увеличиваться [14]. Установлено, что возвратное торможение гетеронимных α -мотонейронов снижается во время ходьбы человека [8, 15, 17]. Полагают, что во время нормального цикла шагания клетки Реншоу могут быть заторможены под влиянием вестибуло-спинального тракта [13, 17].

Контакты:¹ Челноков А.А., E-mail: <and-chelnokov@yandex.ru>

Описаны случаи модуляции возвратного торможения при патологии. Так, у больных со спатичностью, возникшей вследствие травмы, усилено возвратное торможение α -мотонейронов камбаловидной мышцы. У больных детским церебральным параличом обнаружены патологические изменения возвратного торможения α -мотонейронов камбаловидной мышцы как до, так и после произвольного движения [18]. Так же относительно высокий уровень активности системы возвратного торможения был обнаружен в двигательном центре камбаловидной мышцы человека при посттравматической иммобилизации [3]. Данные литературы об особенностях возвратного торможения спинальных α -мотонейронов скелетных мышц у лиц разного возраста ограничены немногочисленными сведениями [2, 19, 10].

Вышеизложенное определило задачу настоящего исследования – изучение возвратного торможения гетеронимных α -мотонейронов *m. vastus lateralis* на разных этапах возрастного развития человека.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В эксперименте участвовали здоровые испытуемые мужского пола 4-х возрастных групп: I группа – мальчики 9-12 лет, II группа – мальчики 14-15 лет; III группа – юноши 17-18 лет, IV группа – мужчины 22-27 лет. Исследование было одобрено комитетом по биоэтике ВЛГАФК и соответствовало «Декларации по этическому кодексу медико-биологических исследований на людях» (Хельсинки, 1964).

Для оценки возвратного торможения гетеронимных α -мотонейронов *m. vastus lateralis* использовали метод, предложенный J.F. Ples и J. Pardoe [12] (рис. 1). Метод основан на использовании кондиционирующей стимуляции *n. tibialis* при длительных временных интервалах в диапазоне от 14 мс до 40 мс, которая позволяет активировать клетки Реншоу через отходящие моторные коллатерали аксонов α -мотонейронов *m. soleus*, что в свою очередь вызывает торможение α -мотонейронов *m. vastus lateralis* (рис. 1). В этих условиях полученный тормозной эффект на α -мотонейроны *m. vastus lateralis* при стимуляции эфферентных волокон оценивали по степени торможения тестирующего Н-рефлекса *m. vastus lateralis*. Чем больше торможение Н-рефлекса *m. vastus lateralis*, тем более выражено возвратное торможение α -мотонейронов.

Н- и М-ответы *m. vastus lateralis* вызывали путем стимуляции *n. femoralis* через биполярные электроды при этом активный электрод располагался в *trigonum femorale*, референтный на *m. gluteus maximus*. При тестирующей стимуляции *n. femoralis* использовался контрольный Н-ответ *m. vastus lateralis* с амплитудой ~10% от максимального значения. Амплитуду тестирующего Н-ответа *m. vastus lateralis* в условиях кондиционирующей стимуляции выражали в процентах от значений амплитуды контрольного ответа.

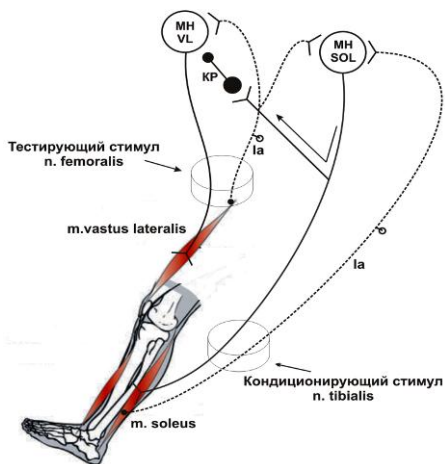


Рис. 1. Схематическое описание исследования:

– Ia потоки, идущие от nn. tibialis и femoralis; – активация клеток Пенфиоу кондиционирующей стимуляцией n. tibialis; **Mn VL** – мотонейроны *m. vastus lateralis*; **Mn SOL** – мотонейроны *m. soleus*; **KP** – клетки Пенфиоу.

Кондиционирующая стимуляция n. tibialis осуществлялась при помощи униполярного электрода, где активный электрод располагался в fossa poplitea, а референтный на надколенной чашечкой. Интенсивность кондиционирующего стимула n. tibialis подбиралась таким образом, чтобы вызвать ~95% величины максимального М-ответа *m. soleus*.

Стимуляция афферентов, регистрация Н-рефлексов, М-ответов и биопотенциалов скелетных мышц нижней правой конечности осуществлялась с помощью восьмиканального Мини-Электромиографа, предусматривающего обработку параметров Н-рефлекса и М-ответа в специальной компьютерной программе Муо (АНО «Возращение», Санкт-Петербург, 2003).

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 6.0. Определяли эффективность задержек с помощью парного критерия Уилкоксона при сравнении амплитуды тестирующего Н-рефлекса *m. vastus lateralis* в условиях кондиционирующей стимуляции n. tibialis от контрольного значения (Wilcoxon test). Межгрупповые возрастные различия выраженности возвратного торможения гетеронимных α -мотонейронов *m. vastus lateralis* определяли с помощью дисперсионного анализа (One-way Anova). Результаты статистического анализа считались достоверными, если вероятность ошибки была менее 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для оценки возвратного торможения α -мотонейронов *m. vastus lateralis* у каждой возрастной группы были определены оптимальные временные задержки в диапазоне от 14 мс до 40 мс с шагом 1 мс. Результаты временных задержек у взрослых испытуемых в возрасте 22-27 лет, полученные в наших исследованиях и сопоставление их с результатами данных F. Iles и J. Pardoe [12] у испытуемых в

возрасте 20-50 лет ($n=8$), показали различия в выборе эффективных задержек для регистрации возвратного торможения гетеронимных α -мотонейронов *m. vastus lateralis*. По мнению авторов, для регистрации возвратного торможения α -мотонейронов *m. vastus lateralis* у испытуемых в возрасте 20-50 лет наиболее эффективной задержкой является 22 мс. В наших исследованиях получены результаты, указывающие о том, что наиболее эффективными задержками у взрослых испытуемых в возрасте 22-27 лет являются 26; 27; 33 мс, причем максимальных величин возвратное торможение достигало при задержке 27 мс (62,25%; W-тест, $p<0.01$) (рис. 2). У детей 9-12 лет при использовании того же временного диапазона задержек, как у взрослых испытуемых, повышение уровня возвратного торможения α -мотонейронов *m. vastus lateralis* отмечалось при задержках, равных 14; 20; 21 мс, максимальное торможение моносинаптического рефлекса регистрировалось при задержке 20 мс (79,11%; W-тест, $p<0.01$). В отличие от детей 9-12 лет, у подростков 14-15 лет максимальных величин возвратное торможение достигало при задержке 25 мс (38,17%; W-тест, $p<0.01$) с незначительным его снижением при интервалах 33 мс и 37 мс. У юношей 17-18 лет возвратное торможение зафиксировано при задержках, равных 14; 33; 34 мс с максимальной его величиной при интервале 33 мс (66,37%; W-тест, $p<0.01$).

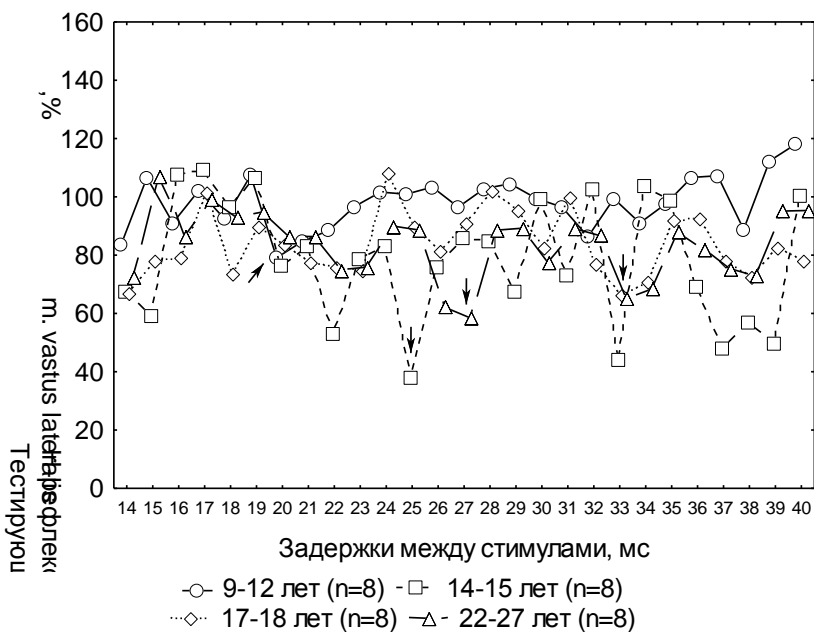


Рис. 2. Динамика амплитуды Н-рефлекса *m. vastus lateralis* в условиях длиннолатентной кондиционирующей стимуляции *n. tibialis* при различных межстимульных задержках у возрастных групп, % от контроля

Полученные результаты исследований свидетельствуют, что каждый возрастной период онтогенеза характеризуется возрастными изменениями в регистрации

возвратного торможения спинальных α -мотонейронов *m. vastus lateralis* при определенных временных задержках. По-видимому, возрастные различия связаны с незрелостью эфферентных волокон, определяющих участие тормозных клеток Реншоу в реализации возвратного торможения. Это коррелирует с данными А.Г. Хрипковой и Д.А. Фарбер [7] о незрелости эфферентного звена двигательной системы, претерпевающие окончательного созревания только к 23-25 годам. Кроме того, в работе В.Г. Вахтановой [1] установлено, что половое созревание является ведущим фактором развития скорости проведения возбуждения по эфферентным волокнам, что связано с ролью гормонального фактора в пубертатных перестройках двигательных единиц скелетных мышц.

Учитывая тем самым, что у детей 9-12 лет и подростков 14-15 лет дистанция проведения по афферентным и эфферентным волокнам до спинного мозга меньше, чем у взрослых, следовательно, можно предположить, что входение в спинной мозг кондиционирующего и тестирующего стимулов будет происходить быстрее, чем у юношей 17-18 лет и мужчин 22-27 лет. Вероятно, у детей 9-12 лет и подростков 14-15 лет при временных интервалах 20 мс и 25 мс соответственно, достаточно этого времени для достижения максимальных значений возвратного торможения α -мотонейроны *m. vastus lateralis* опосредованное через антидромную кондиционирующую стимуляцию быстропроводящих эфферентных волокон *m. soleus*. Согласно данным Е. Pierrot-Deseilligny с соавторами [20] для регистрации возвратного торможения α -мотонейронов *m. soleus* у испытуемого ростом 156 см эффективной задержкой является 21 мс, а у испытуемого ростом 183 см – 28 мс. По мнению авторов, различия во времени входения кондиционирующего и тестирующего стимулов у обследуемых испытуемых зависит не только от времени прохождения их по моносинаптическому каналу, но и длиннотных размеров испытуемого: длина тела, длина нижней конечности.

Исследование временных задержек в диапазоне от 14 мс до 40 мс у разных возрастных групп позволило обнаружить и облегчающие влияния на мотонейронное ядро *m. vastus lateralis* (возвратное облегчение) в ответ на кондиционирующий стимул *n. tibialis* (рис. 2). При этом наблюдаются определенные возрастные различия. Процент встречаемости возвратного облегчения от всех используемых задержек уменьшается по мере развития организма. У мальчиков 9-12 лет наибольший процент встречаемости облегчения Н-рефлекса *m. vastus lateralis* составил 44,45%. У подростков 14-15 лет облегчение Н-рефлекса *m. vastus lateralis* встречалось в 22,23% случаях, а у юношей 17-18 лет в 11,12% и у мужчин 22-27 лет в 3,71%. V.J. Wilson с соавторами [22] видят в возвратном облегчении приспособление для поддержания баланса между возбудимостью мышц сгибателей и разгибателей. Вообще, по своему физиологическому механизму это облегчение представляет собой растормаживание.

Установлено, что наибольшая выраженность возвратного торможения гетеронимных α -мотонейронов *m. vastus lateralis* отмечается в подростковом возрасте (рис. 3). Сравнительный анализ показал, что в группе мальчиков 14-15 лет по сравнению с мальчиками 9-12 лет ($F_{1, 30}=45,049, P=0.000$), юношами 17-18 лет ($F_{1, 30}=10,855, P=0.002$) и мужчинами 22-27 лет ($F_{1, 30}=8,82, P=0.004$) прослеживалось достоверно значимое снижение амплитуды тестирующего Н-рефлекса *m. vastus lateralis* от контрольных значений.

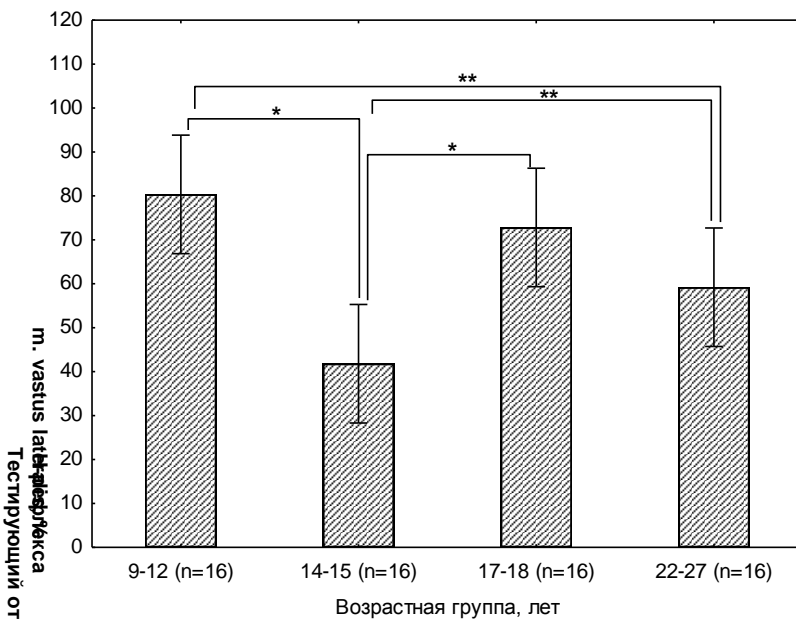


Рис. 3. Амплитуда тестирующего Н-рефлекса *m. vastus lateralis* от контрольного рефлекса при оптимальных задержках у возрастных групп, %: достоверно при уровне значимости $P < 0,01^*$, $P < 0,05^{**}$ между возрастными группами (One-way Anova).

Отметим, что в меньшей степени эффект возвратного торможения гетеронимных α -мотонейронов *m. vastus lateralis* проявлялся у мальчиков 9-12 лет по сравнению с другими возрастными группами: амплитуда тестирующего от контрольного Н-рефлекса *m. vastus lateralis* составила $80,36 \pm 3,53\%$ (рис. 3). Межгрупповой дисперсионный анализ выявил достоверные различия в выраженности возвратного торможения α -мотонейронов *m. vastus lateralis* у мальчиков 9-12 лет и мужчин 22-27 лет ($F_{1,30} = 4,792$, $P = 0,036$). Показано, что возвратное торможение α -мотонейронов *m. vastus lateralis* выражено несколько больше у мужчин 22-27 лет по сравнению с юношами 17-18 лет, но не имело достоверных отличий ($F_{1,30} = 1,244$, $P = 0,273$).

Наблюдаемая картина разнонаправленной выраженности возвратного торможения в исследуемые периоды онтогенеза, вероятно, связана с формированием сложных двигательных реакций, соответственно, торможение, опосредованное через клетки Реншоу модулирует механизмы произвольной регуляции движений и его проявления на разных этапах онтогенеза. Так, по мнению И.А. Вахрамеевой [2] наблюдаемая у детей первого месяца жизни спонтанная активность мышц верхних конечностей обусловлена постоянным функционированием мотонейронного пула и повышенной синхронизацией двигательных единиц из-за недостаточного тормозного воздействия на мотонейроны еще не зрелых клеток Реншоу. Аналогичные результаты освещены в работе S.M. McDonough с соавторами [19].

Выявленные возрастные различия возвратного торможения α -мотонейронов *m. vastus lateralis* на разных этапах онтогенеза, можно объяснить гистохимическими исследованиями четырехглавой мышцы бедра и камбаловидной мышцы [5, 6]. Согласно Р.В. Тамбовцевой [6] плавный рост мышечных волокон всех типов нарушается мощным спрутом только с начала полового созревания, при этом в возрасте 12-14 лет МВ II типа начинают расти быстрее и обгоняют волокна I типа. Особенно интенсивен этот процесс в четырехглавой мышце бедра. Кроме того, в экспериментах на животных была обнаружена корреляция между возвратным торможением мотонейронов, типом мышечных волокон и продолжительностью постгиперполяризации для отдельных мышц [16]. Возможно, структурные преобразования в самой мышце находятся в прямой зависимости с изменениями в двигательных центрах спинного мозга в разные периоды онтогенеза, особенно в период полового созревания, так как процессы передифференцировки и развития мышечных волокон в значительной мере контролируются мужскими половыми гормонами [4]. Это дает основание думать, что все вышесказанные предположения не могут не сказаться определенным образом на формировании возвратного торможения спинальных α -мотонейронов в онтогенезе человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных данных складываются новые представления о функциональных особенностях возвратного торможения α -мотонейронов скелетных мышц бедра в разные периоды постнатального онтогенеза. Показано, что выбранные нами периоды онтогенеза характеризуются использованием разных временных задержек для регистрации возвратного торможения спинальных α -мотонейронов скелетных мышц бедра. Полученные данные показывают неравномерный характер выраженности возвратного торможения по мере созревания организма. Если в период 9-12 лет уровень возвратного торможения характеризуется снижением, то в пубертатный период в возрасте 14-15 лет отмечается резкое увеличение тормозного влияния клеток Реншоу, сменяющееся последующим снижением в юношеском возрасте, достигая дефинитивного уровня. Внутренний механизм, обуславливающий неравномерный характер выраженности возвратного торможения в разные периоды онтогенеза пока остается неясным. Очевидно, что определяющую роль в функциональных особенностях тормозного влияния клеток Реншоу в разные периоды онтогенеза, отведено развитию эфферентного звена периферического аппарата, включающего в себя двигательные единицы и соответствующие мотонейроны спинного мозга, а также гормонального фактора в пубертатных перестройках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вахтанова В.Г. Функциональные особенности нейромоторного аппарата в онтогенезе человека: дисс. ... канд. биол. наук. – Владимир, 2002. – 123 с.
2. Вахрамеева И.А. Физиологические механизмы организации и моторики в раннем постнатальном онтогенезе человека: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1972. – 49 с.

3. Плещинский И.Н. Тормозные взаимодействия мышц-синергистов у человека / И.Н. Плещинский, Р.Х. Бикмуллина // Тез. докл. XVII съезда Всероссийского физиологического общества им. И.П. Павлова. – Ростов-на-Дону, 1998. – С. 70.
4. Тамбовцева Р.В. Возрастные особенности энергетики, роста и развития скелетных мышц у мальчиков 7-17 лет: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1990. – 21 с
5. Тамбовцева Р.В., Корниенко И.А. Развитие различных типов мышечных волокон четырехглавой мышцы бедра и камбаловидной мышцы в онтогенезе человека // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1986. – Т.41, №9. – С.95.
6. Хрипкова А.Г., Фарбер Д.А. Основные направления исследований физиологии развития ребенка: Итоги и перспективы // Физиология человека. – 1983. – Т. 9, №1. – С. 34-42.
7. Barbeau H. Posture-related changes in heteronymous recurrent inhibition from quadriceps to ankle muscles in humans / H. Barbeau, V. Marchand-Pauvert, S. Meunier, G. Nicolas, E. Pierrot-Deseilligny // *Experimental Brain Research*. – 2000. – V. 130. – P. 345–361.
8. Bussel B. Inhibition of human motoneurons, probably of Renshaw origin, elicited by an orthodromic motor discharge / B. Bussel, E. Pierrot-Deseilligny // *Journal of Physiology (Lond.)*. – 1977. – V. 269. – P. 319–339.
9. Chalmers G.R., Knutzen K.M. Recurrent inhibition in the soleus motor pool of elderly and young adults // *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* – 2004. – V. 44, №7. – P. 413-421.
10. Créange A. Distribution of heteronymous Ia facilitation and recurrent inhibition in the human deltoid muscle / A. Créange, M. Faist, R. Katz, A. Pênicaud // *Experimental Brain Research*. – 1992. – V. 90. – P. 620–624.
11. Iles J.F. Changes in transmission in the pathway of heteronymous spinal recurrent inhibition from soleus to quadriceps motor neurons during movement in man / J.F. Iles, J. Pardoe // *Brain*. – 1999. – V. 122. – P. 1757-1764.
12. Iles J.F. Human standing and walking: comparison of the effects of stimulation of the vestibular system / J.F. Iles, R. Baderin, R. Tanner, A. Simon // *Exp Brain Res.* – 2007. – V. 178. – P. 151–166.
13. Iles J.F. Seeking functions for spinal recurrent inhibition // *J. Physiol.* – 2008. – V. 586(24). – P. 5843.
14. Iles J.F. Task-related changes of transmission in the pathway of heteronymous spinal recurrent inhibition from soleus to quadriceps motor neurones in man / J.F. Iles, A. Ali, J. Pardoe // *Brain*. – 2000. – V. 123. – P. 2264–2272.
15. Illert M., Kümmel H. Reflex pathways from large muscle spindle afferents and recurrent axon collaterals to motoneurons of wrist and digit muscles: a comparison in cats, monkeys and humans // *Experimental Brain Research*. – 1999. – V. 128. – P. 13-19.
16. Lamy J.C. Modulation of recurrent inhibition from knee extensors to ankle motoneurons during human walking / J.C. Lamy, C. Iglesias, A. Lackmy, J. Nielsen, R. Katz, V. Marchand-Pauvert // *J. Physiol.* – 2008. – V. 586.24. – P. 5931–5946.
17. Leonard C.T. Deficits in reciprocal inhibition of children with cerebral palsy as revealed by H-reflex testing / C.T. Leonard, T. Moritani, H. Hirschfeld, H. Forsberg // *Dev. Med. Child Neurol.* – 1990. – V. 32(11). – P. 974-984.

18. McDonough S.M., Clowry G.J., Miller S., Eyre J.A. Reciprocal and Renshaw (recurrent) inhibition are functional in man at birth / S.M. McDonough, G.J. Clowry, S. Miller, J.A. Eyre // *Brain Res.* – 2001. – V. 899. – P. 66–81.
19. Pierrot-Deseilligny E., Bussel B. Evidence for recurrent inhibition by motoneurons in human subjects // *Brain Research.* – 1975. – V. 88. – P. 105-108.
20. Renshaw B. Influence of discharge of motoneurons upon excitation of neighboring motoneurons // *J. Neurophysiol.* – 1941. – V. 4. – p. 167.
21. Wilson V.J., Burgess P.R. Disinhibition in the cat spinal cord // *J. Neurophysiol.* – 1962. – V. 25. – P. 394.

ВЛИЯНИЕ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ МЫШЕЧНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕТЕЙ 9-10 ЛЕТ

М.Б. Чернова, И.А. Криволапчук¹

Федеральное государственное научное учреждение
«Институт возрастной физиологии»
Российской академии образования, Москва

Использование дисперсионного анализа показало, что аэробные и анаэробные компоненты физической работоспособности достоверно влияют на функциональное состояние (ФС) детей 9-10 лет при напряженной информационной нагрузке. Установлено, что высокие уровни развития аэробных и анаэробных гликолитических возможностей связаны с оптимальными изменениями ФС в условиях интенсивной деятельности. Показано также, что высокие анаэробные гликолитические и анаэробные алактатные возможности обеспечивают противоположный функциональный эффект. Первые способствуют снижению избыточной психофизиологической реактивности при напряженной деятельности и уменьшению личностной тревожности, вторые, напротив, обуславливают гипермобилизацию системы вегетативного обеспечения деятельности. Полученные данные дают основание полагать, что комплексное применение рациональных соотношений физических нагрузок аэробного, анаэробного гликолитического и анаэробного алактатного характера позволит эффективно управлять ФС детей при напряженной интеллектуальной деятельности. Выявленные особенности влияния биоэнергетических компонентов физической работоспособности на ФС детей 9-10 лет в значительной степени связаны со спецификой развития основных физиологических систем и преобразования энергетического обмена в этот возрастной период.

Ключевые слова: дети, функциональное состояние, анаэробная алактатная способность, анаэробная гликолитическая способность, аэробная способность, развитие.

Influence of muscle bioenergetic efficiency on the functional state of 9-10-year old children. ANOVA has shown that aerobic and anaerobic components of physical working efficiency positively influence the functional state (FS) of children from 9 to 10 years old involved in intense information work. It has been shown that the high levels of development of aerobic and anaerobic glycolytic functions are connected with FS optimal changes under intensive work conditions. It was also shown that high anaerobic glycolytic and anaerobic alactate capacities produce opposite functional effect. The former contribute to the decrease of excessive psycho physiological reactivity under the conditions of intense work and decrease in the level of personality anxiety; the latter, on the contrary, provide hypermobilization of the system of autonomic support. The results suggest that rational combined use physical work load of aerobic, anaerobic glycolytic, and anaerobic alactate types will provide efficient control of children's FS under the conditions of intensive intellectual activity. The peculiarities of influence of bioener-

Контакты:¹ Криволапчук И.А., E-mail:<i.krivolapchuk@mail.ru>

gy components on the FS of 9-10-year-old children are much connected with the development of main physiological systems and energy metabolism at this age period.

Keywords: *children, functional state, anaerobic alactic working capacity, anaerobic glycolytic working capacity, aerobic working capacity, development.*

Известно, что уровень мышечной работоспособности является одним из факторов, оказывающих влияние на изменения функционального состояния (ФС) человека в условиях психосоциального стресса [3, 25, 2, 18]. Однако, в публикациях, посвященных анализу воздействия различных аспектов мышечной работоспособности на ФС при информационном и эмоциональном стрессе, в основном описываются различия, обусловленные аэробными возможностями организма [26, 28, 27, 22, 21, 19, 31], тогда как сведения о психофизиологической реактивности лиц, отличающихся по уровню анаэробной производительности, весьма малочисленны и противоречивы [24, 30, 23, 21, 31]. Применительно к детям младшего школьного возраста рассматриваемый вопрос остается практически неизученным. В значительной степени это связано с тем, что отдельные этапы онтогенеза отличаются особенностями функционирования органов и систем, обусловленными как закономерностями развития, так и спецификой механизмов, определяющих характер взаимодействия организма и факторов внешней среды [16, 7, 11, 15].

В связи с вышеизложенным можно полагать, что в отдельные периоды онтогенеза показатели аэробной и анаэробной производительности организма детей в разной степени определяют специфику изменений ФС в условиях информационного стресса. Вместе с тем приходится констатировать отсутствие работ, посвященных изучению влияния биоэнергетических компонентов физической работоспособности на изменения ФС детей при информационной нагрузке различной степени сложности.

Цель исследования – оценить влияние аэробных и анаэробных компонентов физической работоспособности на ФС детей 9-10 лет в условиях напряженной информационной нагрузки.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании участвовали здоровые дети 9-10 лет (n=91). Оно было организовано в соответствии с принципами биомедицинской этики.

В ходе работы использовался дисперсионный анализ трехфакторных ортогональных комплексов, позволяющий оценить не только влияние каждого из факторов в отдельности, но и их взаимодействие. Изучалось влияние различных компонентов физической работоспособности на физиологические, психологические и поведенческие аспекты ФС при спокойном бодрствовании и в условиях реализации напряженной информационной нагрузки.

В качестве компонентов физической работоспособности рассматривали анаэробные и аэробные возможности организма. Предварительно с помощью факторного анализа комплекса функциональных и эргометрических показателей были определены группы переменных, характеризующих аэробные, анаэробные гликолитические и анаэробные алактатные компоненты работоспособности. Для определения уровня работоспособности использовали по 4-5 показателей, имеющих наибольшие весовые коэффициенты в рассматриваемых факторах. С помощью

перцентильной шкалы по каждой переменной определялся уровень работоспособности. Высокому уровню соответствовала оценка в 3 балла, среднему – 2 балла, низкому – 1 балл. Общая оценка анаэробного алактатного, анаэробного гликолитического и аэробного компонентов работоспособности находилась по сумме баллов.

Анаэробная алактатная способность оценивалась по величине максимальной силы и мощности нагрузки, предельное время выполнения которой составило 1 с, показателя интенсивности накопления пульсового долга (ИНПД) после работы максимальной мощности, по результатам бега на 20 м и прыжка в длину; анаэробная гликолитическая способность – по времени удержания «до отказа» нагрузки мощностью 4 Вт/кг, величине мощности нагрузки, максимальная продолжительность которой составляет 40 с, ИНПД после стандартной нагрузки субмаксимальной мощности, результату выполнения контрольного упражнения «поднимание туловища за 1 мин»; аэробная способность – по величине МПК, PWC170, времени удержания «до отказа» нагрузки мощностью 2 Вт/кг, результатам бега 6 мин.

Напряженную информационную нагрузку моделировали на основе использования компьютерного варианта буквенных корректурных таблиц В.Я.Анфимова. Обследование осуществлялось в состоянии покоя и в двух режимах работы: 1) «автотемп»; 2) максимальный темп при наличии «угрозы наказания». Перед выполнением первого задания испытуемым сообщалось, что они должны работать в удобном для себя темпе, а перед реализацией второго им давалась инструкция, содержащая требование безошибочно работать с максимально возможной скоростью. При этом в качестве «наказания» использовался стандартный набор порицающих замечаний и сильный звук. По результатам выполнения корректурной пробы рассчитывали объём работы (А) и коэффициент продуктивности (Q). Уместную работоспособность изучали в динамике учебной недели до и после уроков.

Регистрация омега-потенциала (ОП), характеризующего ФС ЦНС [6], осуществлялась с поверхности кожи головы с использованием портативной установки для исследования сверхмедленных электрических процессов головного мозга и слабополяризующихся хлорсеребряных электродов. Активный электрод располагался на середине лба испытуемого, индифферентный контактировал с тенором левой руки. В течение 2–5 мин после наложения электродов ОП снижался, а затем стабилизировался на определённом уровне. Стабилизированные значения ОП рассматривались в качестве величины, характеризующей состояние спокойного бодрствования. Омега-потенциал регистрировали в покое и при выполнении тестовых нагрузок.

Для оценки степени напряженности регуляторных систем использовали математический анализ сердечного ритма. При этом определяли среднюю продолжительность R-R интервала (M), моду (M_0), амплитуду моды (AM_0), вариационный размах (ΔX), среднеквадратическое отклонение RR-интервала (σ_{RR}), индекс напряжения (ИН) [1]. Реализация метода осуществлялась при помощи автоматизированного комплекса на базе персонального компьютера. Регистрировали систолическое (СД) и диастолическое (ДД) давление крови, рассчитывали пульсовое (ПД) и среднее давление (САД), двойное произведение (ДП), вегетативный индекс Кердо (ИК), показатели эффективности кровообращения (СД/ЧСС) и адаптационного потенциала (АП).

Физиологическую «цену» деятельности определяли на основании соотношения результативности работы с величиной вегетативных сдвигов при её выполнении. Для этого находили такие показатели эффективности как Q/ЧСС, Q/ИН, Q/ДП, А/ЧСС, А/ИН, А/ДП.

Индивидуально-психологические особенности изучались на основе использования модифицированной шкалы тревожности Кондаша (межличностная, самооценочная, школьная, общая тревожность) [12], проективного тест оценки личностной тревожности Тэммл (негативные и позитивные выборы, индекс тревожности) [10].

Перед выполнением каждого задания у испытуемых с помощью варианта 8-цветового теста Люшера (модификация Л.Н. Собчик) определяли уровень ситуативной тревожности (СТ) и коэффициент вегетативного тонуса (КВТ) [13]. Для оценки ситуативной тревожности также использовалась зрительно-аналоговая шкала (ЗАШТР), представляющая собой вариант методики шкалированной самооценки Т.В. Дембо-С.Я. Рубинштейн, нашедшей применение в работе с детьми младшего школьного возраста [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о том, что биоэнергетические компоненты физической работоспособности оказали существенное ($p < 0,05-0,001$) воздействие на ФС детей 9-10 лет, как в состоянии спокойного бодрствования, так и при напряженной информационной нагрузке (табл. 1, 2). В процессе исследования установлено, что аэробные возможности значимо влияют на 12, анаэробные гликолитические – на 20, анаэробные алактатные – на 6 параметров ФС.

Взаимодействие аэробных и анаэробных гликолитических компонентов физической работоспособности оказалось статистически существенным в отношении 7 переменных, анаэробных гликолитических и анаэробных алактатных – 4, аэробных и анаэробных алактатных – 3, аэробных, анаэробных гликолитических и анаэробных алактатных возможностей – 2 переменных.

Сила воздействия рассматриваемых факторов на различные показатели ФС находилась в диапазоне от 4 до 15 % ($p < 0,05-0,001$). Выявлено, что влияние аэробных, анаэробных гликолитических и анаэробных алактатных компонентов работоспособности на ФС организма детей не всегда носит однонаправленный характер. В одних случаях эти факторы действуют совместно, усиливая психофизиологический эффект, в других разнонаправлено, ослабляя оказываемое воздействие на изучаемый признак.

В частности, установлено противоположно направленное влияние на ФС организма детей аэробных и анаэробных гликолитических возможностей, с одной стороны, и анаэробных алактатных – с другой.

Необходимо подчеркнуть то, что дети, имеющие высокий уровень развития аэробного и анаэробного гликолитического источников энергообеспечения, отличались низким уровнем неспецифической активации в состоянии покоя и менее выраженными физиологическими изменениями ФС при тестовой нагрузке, высокой скоростью и качеством переработки информации и низкой «физиологической ценой» напряженной деятельности.

Таблица 1

Влияние биоэнергетических компонентов работоспособности на ФС детей 9-10 лет (трёхфакторный дисперсионный анализ)

№	Показатель	Сила влияния (h_x^2), %	Достоверность влияния
Влияние аэробного компонента работоспособности			
1	Mo ₂ , с	10,58	p<0,01
2	Q (вторник до уроков), отн. ед.	10,37	p<0,01
3	M ₂ , с	8,76	p<0,05
4	Q (вторник после уроков), отн. ед.	7,02	p<0,05
5	ДП ₂ , отн.ед	6,31	p<0,05
6	A (вторник до уроков), знаков	5,32	p<0,05
7	ПД ₂ , мм. рт. ст.	5,26	p<0,05
8	СД ₂ , мм. рт. ст.	5,15	p<0,01
9	Q (среда до уроков), отн. ед.	5,03	p<0,05
10	M ₁ , с	5,00	p<0,05
11	Mo ₁ , с	4,93	p<0,05
12	A (вторник после уроков), знаков	4,58	p<0,05
Влияние гликолитического анаэробного компонента работоспособности			
1	ДП ₀ , отн.ед	9,04	p<0,01
2	Q (пятница после уроков), отн.ед.	8,15	p<0,05
3	СД ₀ , мм. рт. ст.	7,46	p<0,05
4	Общая Т, балл	6,67	p<0,05
5	ЧСС ₁ ,	6,04	p<0,05
6	Межличностная тревожность, балл	5,98	p<0,05
7	M ₀ , с	5,55	p<0,01
8	σRR ₀ ,с	5,42	p<0,01
9	ПД ₀ , мм. рт. ст.	5,36	p<0,05
10	Индекс тревожности, %	5,13	p<0,01
11	Самооценочная тревожность, балл	5,11	p<0,05
12	ИН ₀ , отн.ед	4,96	p<0,01
13	АМо ₀ , %	4,86	p<0,05
14	Школьная тревожность, балл	4,83	p<0,05
15	ЧСС ₀ , уд/мин	4,79	p<0,05
16	ВИК ₁ , отн.ед	4,79	p<0,01
17	ДП ₁ , отн.ед	4,53	p<0,05
18	Q (вторник после уроков), отн. ед.	4,45	p<0,05
19	Q (пятница до уроков), отн.ед.	4,02	p<0,05
20	M ₂ , с	3,99	p<0,05
Влияние алактатного анаэробного компонента работоспособности			
1	A (пятница п.у.), знаков	8,21	p<0,01
2	σRR ₀ ,с	6,11	p<0,05
3	АМо ₀ , %	5,85	p<0,01
4	A (пятница до уроков), знаков	4,68	p<0,01
5	Межличностная тревожность, балл	4,68	p<0,01
6	M ₁ , с	4,46	p<0,01

Примечание: 0- фоновое состояние; 1- работа в режиме автотемпа; 2 - работа в режиме максимального темпа.

Таблица 2

Комбинированное влияние анаэробного алактатного, анаэробного гликолитического и аэробного компонентов работоспособности на ФС детей 9-10 лет (трёхфакторный дисперсионный анализ)

Показатель	Сила влияния (h_x^2), %	Достоверность влияния
Аэробный + гликолитический анаэробный компоненты работоспособности		
A/ДП ₁ , отн.ед	8,22	p<0,01
A (среда после уроков), знаков	6,52	p<0,05
Q/ЧСС ₁ , отн.ед	6,09	p<0,05
Q/ДП ₁ , отн.ед	5,71	p<0,05
A/ЧСС ₁ , отн.ед	5,48	p<0,05
A ₁ , знаков	5,32	p<0,01
ОП ₁ , мВ	4,16	p<0,05
Аэробный + алактатный анаэробный компоненты работоспособности		
КВТ ₂ , отн.ед	5,32	p<0,05
Q ₂ , отн.ед	4,85	p<0,05
ЗАШТР, мм	4,43	p<0,05
Гликолитический анаэробный + алактатный анаэробный компоненты работоспособности		
СД/ЧСС ₀	7,06	p<0,05
СД ₁ , мм. рт. ст.	6,28	p<0,01
ДП ₁ , отн.ед	5,59	p<0,05
A (вторник до уроков), знаков	4,85	p<0,05
Аэробный + гликолитический анаэробный + алактатный анаэробный компоненты работоспособности		
КВТ ₂ , отн.ед	15,37	p<0,01
СД/ЧСС ₁	4,25	p<0,05

Примечание: 0- фоновое состояние; 1- работа в режиме автотемпа; 2 - работа в режиме максимального темпа.

Взаимодействие аэробных и анаэробных гликолитических компонентов физической работоспособности позитивно отразилось на динамике умственной работоспособности в ходе учебной недели и «физиологической цене» информационной нагрузки, реализуемой в условиях функционального комфорта (p<0,05-0,001).

Значимые различия выявлены и в отношении личностной тревожности: дети, проявляющие значительную анаэробную гликолитическую работоспособность, характеризовались относительно невысокими значениями самооценочной, школьной, межличностной, общей тревожности, а также индекса тревоги (p<0,05).

Таким образом, результаты исследования дают основание полагать, что аэробные и анаэробные гликолитические компоненты физической работоспособности оказывают положительное воздействие на ФС организма детей при напряженной информационной нагрузке.

Формирование у детей с высокой физической работоспособностью комплекса многоуровневых адаптационных изменений ФС организма приводит к тому, что

один и тот же периферический эффект обеспечивается за счет меньшего напряжения регуляторных механизмов при менее значительном выделении гормонов и медиаторов [8, 9]. Вследствие чего уменьшаются реакции на непредельные стандартные воздействия и более значительно мобилизуются функции в процессе реализации максимальных нагрузок. При этом расширяется диапазон внешних воздействий, на которые организм ребенка может реагировать адекватным образом. В условиях напряженной интеллектуальной деятельности это находит отражение в снижении психофизиологических затрат организма и уменьшении «цены» адаптации к процессу обучения, благодаря чему высокая продуктивность интенсивной учебной работы достигается меньшей степенью мобилизации психофизиологических функций при менее значительных затратах энергетических и пластических ресурсов. Следует отметить, что обнаруженные различия могут быть не только следствием влияния физических нагрузок различной метаболической направленности, но и результатом действия генетических систем, контролирующих развитие, определяющих особенности функционирования источников энергообеспечения мышечной деятельности и неспецифических механизмов адаптации на различных этапах онтогенеза.

Данные о том, что среди детей с высокой физической работоспособностью встречаемость тревожных индивидуумов существенно выше, чем среди испытуемых с недостаточной функциональной подготовленностью, согласуются с результатами более ранних исследований. В работах, опубликованных в последние годы, представлено большое число свидетельств того, что у лиц с высоким уровнем физического состояния в целом отмечаются меньший уровень тревожности [17, 30, 23, 21, 31], депрессии [3, 23, 29, 31], улучшенное чувство собственного достоинства, высокая самооценка, позитивная Я-концепция [23, 4, 20]. Основным механизмом, обуславливающим оптимизирующее влияние физических нагрузок на психический статус детей, вероятно, является повышение функциональных возможностей и изменение характера взаимодействия основных нейромедиаторных систем, участвующих в формировании эмоциональных состояний и ограничении чрезмерной стресс-реакции.

Противоположно направленное влияние на ФС детей аэробных и анаэробных гликолитических возможностей, с одной стороны, и анаэробных алактатных возможностей – с другой, требует отдельного обсуждения. Особенности ФС детей с высоким уровнем анаэробной алактатной работоспособности, возможно, обусловлены специфическими требованиями, предъявляемыми работой максимальной мощности к ВНД, прежде всего, к возбудимости и реактивности нервной системы. Известно, что кратковременные интенсивные мышечные нагрузки обычно стимулируют повышение возбудимости коры головного мозга, тогда как длительные циклические нагрузки обуславливают существенное снижение возбудимости ЦНС и усиление тормозных процессов. Данные сведения соответствуют принятому в дифференциальной психофизиологии положению о том, что лица, обладающие выраженными скоростными качествами, предпочитают интенсивную кратковременную работу, отличаются определенными типологическими особенностями. Это, прежде всего, слабая нервная система, дающая преимущество в быстродействии [5].

Известно, что фоновая активированность у детей со слабой нервной системой выше, чем у школьников с сильной нервной системой. Они раньше достигают и предельного уровня активации, при котором наблюдаются наибольшие и самые

быстрые ответные реакции [5]. Поскольку реализация информационной нагрузки в наших условиях происходит на фоне состояния напряженности, можно предположить, что у детей с преимущественным развитием анаэробных алактатных способностей формируется неоптимально высокий для данного вида информационной нагрузки уровень неспецифической активации ЦНС, обуславливающий менее эффективное ее выполнение. Выраженная личностная тревожность у данной категории школьников также во многом связана с избыточной активированностью, слабой нервной системой и высокой реактивностью.

Все полученные и проанализированные нами данные позволяют сделать заключение, что структурно-функциональные перестройки, происходящие в организме детей с высокой физической работоспособностью, обуславливают формирование универсальных адаптивных психофизиологических реакций, повышающих резистентность к комбинированному воздействию природных и социальных факторов. Одним из основных механизмов, посредством которого реализуются эти положительные перекрестные эффекты адаптации к физическим нагрузкам, является совершенствование деятельности функциональной системы антигипоксической защиты [8]. По-видимому, у детей с высокой физической работоспособностью неспецифическая система антигипоксической защиты функционирует более совершенно, что проявляется и в условиях напряженной информационной нагрузки.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что на ФС детей 9-10 лет в условиях напряженной информационной нагрузки существенное воздействие оказывают уровни развития аэробных, анаэробных гликолитических и анаэробных алактатных компонентов физической работоспособности.

2. Высокий уровень развития аэробных и анаэробных гликолитических возможностей организма, с одной стороны, и большие анаэробные алактатные – с другой, обеспечивают противоположный функциональный эффект. Первые обуславливают снижение избыточной психофизиологической реактивности при напряженной информационной нагрузке и, вероятно, уменьшение личностной тревожности, вторые, напротив, обеспечивают гипермобилизацию системы вегетативного обеспечения деятельности.

3. Выявленные особенности влияния биоэнергетических компонентов физической работоспособности на ФС детей 9-10 лет в значительной степени связаны со спецификой развития основных физиологических систем и преобразования энергетического обмена в этот возрастной период.

Работа поддержана грантом РГНФ (№ 12-06-00037а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский, Р.М., Кириллов, О.И., Клецкин, С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Медицина, 1984. – 220 с.
2. Бодров, В.А. Психологический стресс: развитие и преодоление. – М.: ПЭР СЭ, 2006. – 528 с.

3. Бундзен, П.В., Евдокимова, О.М., Унесталь, Л.Э. Современные технологии укрепления психофизического состояния и психосоциального здоровья населения // Теория и практика физической культуры. – 1996. – № 8. – С. 57–63.
4. Гринберг, Дж. Управление стрессом. – СПб.: Питер, 2002. – 496 с.
5. Ильин, Е.П. Дифференциальная психофизиология. – СПб.: Питер, 2001. – 461 с.
6. Илюхина, В.А. Психофизиология функциональных состояний и познавательной деятельности здорового и больного человека. – СПб. Изд-во Н-Л, 2010. – 368 с.
7. Корниенко, И.А., Сонькин, В.Д., Тамбовцева, Р.В. Возрастное развитие энергетики мышечной деятельности: Итоги 30-летнего исследования. Сообщение I. Структурно-функциональные перестройки // Физиология человека. – 2005. – Т.31, №4. – С. 42-46.
8. Медведев, В.И. Адаптация человека. – СПб.: Институт мозга РАН, 2003. – 584 с.
9. Меерсон, Ф.З., Пшенникова, М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
10. Овчарова, Р.В. Практическая психология в начальной школе. – М.: Сфера, 1996. – 240 с.
11. Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка / Под ред. Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – М.: Изд-во Московского психологосоциального института, 2009. – 432 с.
12. Рогов, В.И. Настольная книга практического психолога в образовании. – М.: Владос, 1995. – 529 с.
13. Собчик, Л.Н. Метод цветовых выборов – модификация цветового теста Люшера. – СПб.: Речь, 2006. – 128 с.
14. Стресс и тревога в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 287 с.
15. Физиология развития ребенка: Руководство по возрастной физиологии / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Изд-во Московского психологосоциального института, 2010. – 768 с.
16. Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Образование от А до Я, 2000. – 319 с.
17. Abadie, V.R. Relating trait anxiety to perceived physical fitness // Percept Mot Skills. – 1988. – Vol. 67, № 2. – P. 539–543.
18. Acevedo, E.O., Webb, H.E., Weldy, M.L. et al. Cardiorespiratory responses of Hi Fit and Low Fit subjects to mental challenge during exercise // Int J Sports Med. – 2006. – Vol. 27, № 12. – P. 1013-1022.
19. Alderman, B.L., Arent, S.M., Landers, D.M., Rogers, T.J. Aerobic exercise intensity and time of stressor administration influence cardiovascular responses to psychological stress // Psychophysiology. –2007. – Vol. 44, № 5. – P. 759-766.
20. Callaghan, P. Exercise: a neglected intervention in mental health care? // J. Psychiatric and Mental Health Nursing. – 2004. – № 11. – P. 476–483.
21. Ekkekakis, P. Hal, E.E., Petruzzello, S.J. Variation and homogeneity in affective responses to physical activity of varying intensities: an alternative perspective on dose-response based on evolutionary considerations // J Sports Sci., 2005. – Vol. 23, № 5. – pp. 477-500.

22. Grews, D.J., Lochbaum, M.R., Landers, D.M. Aerobic physical activity effects on psychological well-being in low-income Hispanic children /Percept Mot Skills. – 2004. – Vol. 98, № 1. – P. 319–324.
23. Landers, D.M. Exercise and Mental Health //Exercise Science. – 1998. – Vol. 7, № 2. – P. 131–146.
24. Norris, R., Carroll, D., Cochrane R. The effects of aerobic and an-aerobic training on fitness, blood pressure, and psychological stress and well-being // J Psychosom. – 1990. – Vol. 34, № 4. – P. 367–375.
25. Reims, H.M., Sevre, K, Fossum, E. et al. Adrenaline during mental stress in relation to fitness, metabolic risk factors and cardiovascular responses in young men // Blood Press. – 2005. – Vol. 14, № 4. – P. 217–226.
26. Roth, D., Holmes D. Influence of Aerobic Exercise Training and Relaxation Training on Physical and Psychologic Health Following Stressful Life Events // Psychosomatic Medicine. – 1987. – Vol. 49. – P. 355–365.
27. Spalding, T.W., Jeffers, L.S., Porges, S.W., Hatfield, B.D. Vagal and cardiac reactivity to psychological stressors in trained and untrained men //Med. Sci. Sports Exerc. – 2000 –Vol. 32. – № 3. – P. 581–591.
28. Steptoe, A., Kearsley, N., Walters, N. Cardiovascular activity during mental stress following vigorous exercise in sportsmen and inactive men // Psychophysiology. – 1993. – Vol.30, № 3. – P. 245–252.
29. Strauss, R.S., Rodzilsky, D., Burack, G., Colin, M. Psychosocial correlates of physical activity in healthy children // Arch. Pediatr Adolesc Med. – 2001. – Vol. 155, № 8. – P. 897–902.
30. Weyerer, S., Kupfer, B. Physical Exercise and Psychological Health // Sports Med. – 1994. – Vol. 17, № 2. – P. 108–116.
31. Wipfli, B.M., Rethorst, C.D., Landers, D.M. The anxiolytic effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials and dose-response analysis // J Sport Exerc Psychol. – 2008. – Vol. 30, № 4. – P. 392-410.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ДЕТЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И НАЛИЧИЯ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

О.В. Тулякова^{1*}, Е.Н. Сизова^{**}

*Вятский государственный гуманитарный университет,

**Вятский социально-экономический институт

У 810 детей проведена оценка группы здоровья и заболеваемости с рождения до года и с года до 7 лет. Данные проанализированы в зависимости от аэротехногенного загрязнения в месте проживания. У детей первого года жизни преобладают VI, X, XVI классы болезней, с года до 7 лет – X, I, XII. У новорожденных и годовалых детей на первом месте находится II группа здоровья, затем I и III, но в 7 лет у них чаще встречается III группа, что свидетельствует о ухудшении здоровья детей. Аэротехногенное загрязнение оказывает негативное влияние на здоровье детей, повышая заболеваемость и частоту встречаемости у новорожденных и годовалых III группы здоровья.

Ключевые слова: заболеваемость, группа здоровья, аэротехногенное загрязнение.

Child sickness rate depending on age and aerotechnical pollution. Children from birth to 18 months and from 18 months to 7 years took part in the study of health conditions and sickness rate. The overall number of children was 810. The received data were analyzed according to the level of aerotechnical pollution in the region. Illnesses of VI, X, XVI types dominate in 18-month-old children, whereas X, I, XII types – from 18 months to 7 years. Newborns and 18-month-old children first belong to the II health group, then to the I and III groups. At the age of 7 belonging to the III group appears to be the most frequent which means the general impairment of health in children. Aerotechnical pollution exerts negative influence on child health contributing to higher sickness rate and higher frequency of III health group in newborns and 18-month-old children.

Key words: sickness rate, health group, aerotechnical pollution.

Детский возраст – важнейший период в жизни человека, характеристики которого оказываются в определенной зависимости как от эндогенных, так и от экзогенных факторов различной природы [8]. Выраженные ответные реакции в детском возрасте отмечаются даже на незначительные раздражители, а отклонения развиваются значительно быстрее по сравнению с взрослыми и молодежью [6].

В последнее десятилетие все чаще публикуются данные об ухудшении здоровья школьников. В Российской Федерации состояние здоровья детей и подростков характеризуется тенденцией к росту заболеваемости по ряду нозологических форм, значительной распространенностью хронических заболеваний, снижением качества здоровья детей [10; 16; 19]. Так при сравнительном анализе показателей

Контакты: ¹ Тулякова О.В., E-mail: <hellga_25@mail.ru>

заболеваемости современных учащихся начальных классов (2005-2007 гг.), проживающих в г. Москве, с их сверстниками 1998-2000 гг. установлено увеличение распространенности функциональных отклонений на 60,9% и хронических болезней на 40,4% [19].

На ухудшение популяционного здоровья детского населения указывает уменьшение удельного веса детей, высокая заболеваемость новорожденных, появление новых и возврат старых заболеваний, рост полисиндромных состояний, высокий удельный вес детей, серонегативных к управляемым инфекциям [6]. Детское население Кировской области не является исключением, здесь преобладает острая патология, составляющая 77% общей заболеваемости [20].

Ряд авторов подчеркивает зависимость структуры заболеваемости от возраста детей [18, 19]. Согласно данным [19] у детей в возрасте до 3-х лет преобладают болезни эндокринной системы, почек, подкожной клетчатки, врожденные аномалии и пороки развития; в возрасте 3-7 лет – инфекционные и паразитарные болезни, болезни органов дыхания. Согласно данным [17] патогенез большинства заболеваний берет начало в 1 год и 7 лет, а максимальная распространенность заболеваний наблюдается в 2–3 года и 10–14 лет. Первый возрастной максимальной подъем распространенности патологии в 2–3 года авторы объясняют снижением материнского иммунитета и началом посещения дошкольных учреждений. Он сопровождается высоким уровнем заболеваемости детей детскими инфекциями, острыми респираторными заболеваниями, кишечными инфекциями, функциональными расстройствами желудка и кожными болезнями.

Исследования возрастных особенностей заболеваемости дошкольников и младших школьников в г. Москве, г. Сыктывкаре, г. Рязани показал, что при поступлении в 1 класс у значительного числа детей обостряются уже имевшиеся в дошкольном возрасте хронические заболевания и функциональные расстройства, происходит формирование новых нарушений здоровья [19]. В Кировской области подобных исследований возрастных особенностей заболеваемости не проводилось, следовательно, данный вопрос требует изучения.

Известно, что основной вклад в загрязнение воздушной среды городов вносят аэрополлютанты автотранспорта [4, 11]. Особенно чувствительны к аэротехногенному загрязнению нервная, эндокринная и дыхательная системы детей с рождения до трех лет [27, 28]. В загрязненных районах у детей чаще встречаются такие патологии, как психоневрологические и психические расстройства [24], дисфункции щитовидной железы, сахарный диабет [28], острые и хронические респираторные заболевания [23]. В Кировской области аэротехногенное загрязнение отрицательно влияет на здоровье и повышает у подростков 13-14 лет общую заболеваемость, заболеваемость болезнями органов дыхания и пищеварения [21].

Ряд исследований в Кировской области посвящен изучению влияния аэротехногенного загрязнения на течение беременности, родов [26] и репродуктивное здоровье женщины [7], взаимосвязи аэротехногенного загрязнения и параметров физического развития детей 4-7 лет [2; 3; 15] и 0-7 лет [26], зависимости распространенности заболеваний (в частности, хронического бронхита и бронхиальной астмы) от уровня загрязнения воздуха [12]. Так установлено, что в экологически неблагоприятном районе Кировской области в сравнении с благоприятным у детей выше общая заболеваемость (1184 против 987 случаев/1000), выше частота

болезней эндокринной системы (874 против 337 случаев/100000) и системы крови (1407 против 744 случаев/100000) [7].

Однако в ряде исследований в районах, отличающихся по уровню загрязнения атмосферы, не обнаружено различий по заболеваемости детей [1; 27], по группам здоровья, индексу здоровья, проценту часто болеющих детей [1]. В ряде работ у детей в загрязненном районе показан более низкий уровень заболеваемости болезнями органов дыхания [13], сахарным диабетом, пневмонией, язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки, железодефицитными анемиями [27]. Следовательно, данный вопрос требует изучения, с учетом региональных особенностей аэротехногенного загрязнения и возрастных особенностей заболеваемости детей в первые годы жизни.

Цель работы: изучить особенности заболеваемости детей г. Кирова с рождения до 7 лет в зависимости от возраста и аэротехногенного загрязнения в месте проживания.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сведения о заболеваемости с рождения до 7 лет 810 детей получены из «Истории развития ребенка» (форма № 112-У) и «Медицинской карты ребенка» (форма 026/у). Проведена оценка общей заболеваемости и заболеваемости по отдельным классам болезней на основе числа обращений с рождения до года и с года до 7 лет и процента детей, страдающих данным заболеванием. Число обращений за медицинской помощью определено на одного ребенка (M – среднее число обращений за медицинской помощью, m – ошибка среднего арифметического), а затем, путём увеличения в 1000 раз M и m , на 1000 детей. Нозологии выделены согласно Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем (МКБ), 10-го пересмотра (1995 г.).

Сведения о группе здоровья ребенка (810 детей) при рождении и в 1 год получены из «Истории развития ребенка» (форма № 112-У) и «Медицинской карты ребенка» (форма 026/у). К I группе здоровья отнесены абсолютно здоровые дети, ко II группе здоровья – дети, имеющие функциональные отклонения, к III группе здоровья – дети, страдающие хроническими болезнями в стадии компенсации, к IV группе здоровья – дети, страдающие хроническими болезнями в стадии субкомпенсации.

Вывод о разделении районов на условно «грязный» (группа влияния; 375 детей), т.е. с высоким содержанием аэрополлютантов автотранспорта, и условно «чистый» (группа контроля; 435 детей) – с низким содержанием аэрополлютантов, сделан на основе анализа экологических исследований территории г.Кирова и отражен в предыдущих публикациях [25].

Было проведено исследование индекса чистоты атмосферы методом лишеноиндикации, загрязнения почв тяжелыми металлами методом полуквантитативного спектрального и рентгеноспектрального анализов, исследование содержания сульфатов методом химического анализа и расчет индексов автотранспортной нагрузки на атмосферу (1994-1999 гг.); анализ данных Специализированной инспекции аналитического контроля Кировского областного центра охраны окружающей среды и природопользования (2007-2008 гг.); собственные исследования содержания сульфатов и соединений азота в снеговом покрове (2009 г.).

Совпадение зон повышенного загрязнения почвы, снегового покрова и воздуха с участками максимальной автотранспортной нагрузки говорит о том, что автотранспорт играет ведущую роль в формировании загрязненного района в г.Кирове, что отмечалось в предыдущих публикациях [26].

Материалы статистически обработаны с использованием программы Microsoft Excel. Сравнение выборок проведено с использованием t-критерия Стьюдента (t), различия считали значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ заболеваемости всего массива детей по исследуемым возрастным периодам показал, что общая заболеваемость с рождения до 1 года составила $3585,0 \pm 80,0$ обращений на 1000 детей, в структуре заболеваний на первом месте находятся болезни нервной системы и родовая травма ЦНС, на втором – болезни органов дыхания, на третьем – отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде (табл. 1). Полученные нами данные о лидирующих заболеваниях согласуются с данными Управления Роспотребнадзора по Кировской области о структуре заболеваемости детей 1-го года жизни и данными ряда авторов [9; 18].

Общая заболеваемость с 1 года до 7 лет составила $2358,0 \pm 42,0$ обращений на 1000 детей, в структуре заболеваний на первом месте находятся болезни органов дыхания, на втором – некоторые инфекционные и паразитарные болезни, на третьем – болезни кожи и подкожной клетчатки.

Таким образом, мы подтвердили, что заболевания органов дыхания являются наиболее распространенной патологией дошкольного возраста [1].

Таблица 1

Заболеваемость детей с рождения до 7 лет

№ КЛАС СА	Классы болезней	%	ранг	обращений/1000	ранг
С рождения до года					
Общая заболеваемость				3585,0±80,0	-
VI	Болезни нервной системы	69,92±1,56	1	879,21±25,43	2
X	Болезни органов дыхания	69,22±1,57	2	1402,0±49,0	1
XVI	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	22,53±1,42	3	311,27±22,36	3
С 1 года до 7 лет					
Общая заболеваемость			-	2358,0±42,0	-
X	Болезни органов дыхания	98,61±0,40	1	1631,0±34,0	1
I	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	76,31±1,45	2	239,45±6,86	2
XII	Болезни кожи и подкожной клетчатки	36,24±1,64	3	97,95±6,00	3

Наши результаты частично совпадают с данными литературы. В частности показано, что у детей в возрасте 3-7 лет преобладают инфекционные и паразитар-

ные болезни, болезни органов дыхания [18]. В то же время нами не обнаружено отмеченное этим же исследователем преобладание в возрасте до 3-х лет болезней эндокринной системы, почек, подкожной клетчатки, врожденных аномалий и пороков развития. В исследовании [19] среди лидирующих классов болезней у дошкольников отмечается респираторная патология, болезни кожи и нервной системы.

Анализ заболеваемости детей, проживающих в условно «грязном» и условно «чистом» районах г. Кирова, показал, что наличие аэротехногенного загрязнения негативно отражается на здоровье детей (табл. 2): с рождения до года у детей группы влияния выше, по сравнению с контролем, заболеваемость нервной системы, уха и сосцевидного отростка; с года до 7 лет в группе влияния выше, по сравнению с контролем, общая заболеваемость, заболеваемость эндокринной, нервной и респираторной систем.

Таблица 2

Заболеваемость детей ($M \pm t$) в условно «грязном» и условно «чистом» районах г.Кирова

№ КЛАССА ПО МКБ	КЛАССЫ БОЛЕЗНЕЙ ДЕТЕЙ	ПОКАЗАТЕЛИ	Условно «грязный» район (n=375)	Условно «чистый» район (n=435)	Условно «грязный» район (n=375)	Условно «чистый» район (n=435)
			С рождения до 1 года	С года до 7 лет	С рождения до 1 года	С года до 7 лет
	Общая заболеваемость	об/1000	3508±107	3680±124	2474±67	2217±56*
VIII	Болезни уха и сосцевидного отростка	%	8,27±1,42	4,60±1,00*	29,60±2,36	31,72±2,23
		об/1000	106,7±22,9	55,2±12,7*	80,9±8,5	93,1±9,1
IV	Болезни эндокринной системы, нарушения питания, обмена веществ	%	4,53±1,07	3,45±0,87	5,33±1,16	1,84±0,64*
		об/1000	53,3±13,8	41,4±11,6	17,3±5,2	5,7±2,5*
X	Болезни органов дыхания	%	69,66±2,20	69,60±2,38	98,93±0,53	98,16±0,64
		об/1000	1483±79	1340±65	1712±54	1541±47*
VI	Болезни нервной системы	%	75,73±2,21	65,06±2,29*	30,67±2,38	21,38±1,97*
		об/1000	962,7±38,2	802,3±35,5*	95,1±9,9	51,3±5,6*

Примечание: * - различия с условно «чистым» районом достоверны, $p < 0,05$

Полученные результаты подтверждают данные литературы о том, что аэротехногенное загрязнение повышает у детей общую заболеваемость [14], риск развития заболеваний нервной [23; 24], респираторной [1; 23; 28], эндокринной системы [28] и частоты заболеваний лор-органов [Михайлова].

Известно, что заболевания эндокринной и респираторной системы относятся к болезням «риска», формирование которых зависит от загрязнения окружающей среды [23]. Возможным механизмом влияния аэрополлютантов на данные системы является неспецифическое общетоксическое и специфическое аллергическое действие загрязнения воздуха. Заболевания уха, горла и носа у детей обнаруживают четкую взаимосвязь с уровнем загрязнения окружающей среды веществами раздражающего, токсического и сенсибилизирующего действия [23]. Забо-

левания нервной системы у младенцев в экологически неблагоприятных городах и районах, часто представлены наличием у этих детей перинатальной патологии ЦНС [5; 22], гипертензионно-гидроцефального синдрома [5], внутричерепной гипертензии [22], которые в свою очередь вызваны влиянием повреждающих факторов еще во внутриутробном периоде.

Согласно анализу такого интегрального показателя, как группа здоровья, установлено, что у новорожденных и годовалых детей на первом месте находятся II группа здоровья, затем I и III (табл. 3). Данное распределение свидетельствует о преобладании среди младенцев г. Кирова функциональных отклонений, среди 7-летних детей – хронических заболеваний, а также об ухудшении состояния здоровья детей г. Кирова в период с 1 года до 7 лет.

Сходные данные получены исследователями в других регионах. Так количество дошкольников г. Сыктывкара с I группой здоровья значительно больше по сравнению с младшими школьниками (5% и 1,8% соответственно) [19].

Анализ группы здоровья в зависимости от района места проживания показал, что у детей из условно «грязного» района (табл. 3) чаще встречается III группа здоровья при рождении, выше номер группы здоровья при рождении и в 1 год (рис.1), т.е. ниже, по сравнению с контролем уровень здоровья, что согласуется с полученными нами данными о более высокой заболеваемости этих детей.

Таблица 3 вставить из доп файла

При ранжировании групп здоровья установлено, что оптимальное распределение (1 место – II группа здоровья, 2 место – I группа здоровья, 3 место – III группа здоровья) характерно для новорожденных вне зависимости от района проживания и для детей первого года жизни из контрольной группы. Отклонение от нормального распределения, когда 2 место занимает III группа здоровья, а 3 место – I группа здоровья, характерно для детей первого года жизни из условно «грязного» района.

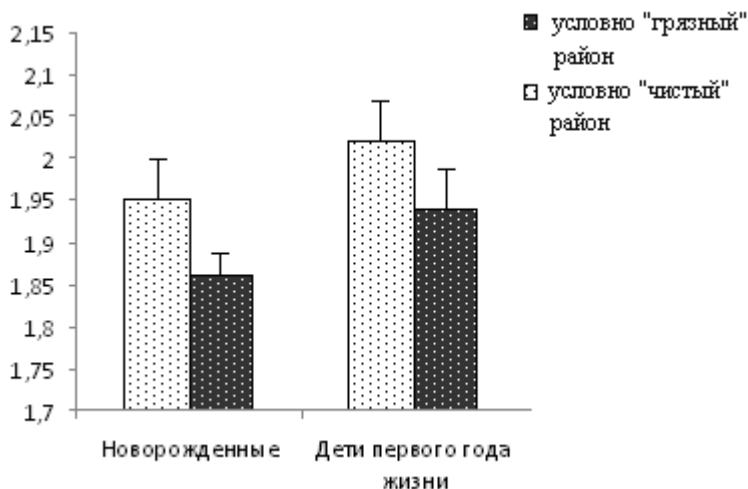


Рис. 1. Группа здоровья детей из условно «грязного» и условно «чистого» районов г. Кирова, усл. ед.

Таким образом, у новорожденных наблюдается оптимальное распределение групп здоровья, но большее число детей с III группой в условно «грязном» районе; в 1 год оптимальное распределение наблюдается только в условно «чистом» районе, а в условно «грязном» выше номер группы здоровья. Все это свидетельствует о негативном влиянии аэротехногенного загрязнения на здоровье детей первых лет жизни.

Группы здоровья в более старшем возрасте нами не изучались, но из литературы известно, что в возрасте 4–6 лет в зоне аэротехногенного загрязнения в 1,6 раза меньше, чем в контрольном районе, детей с I группой здоровья, в 1,3 раза больше детей с III группой здоровья, а количество детей со II группой не отличается [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У детей первого года жизни исследуемого массива преобладают болезни нервной системы и родовая травма ЦНС, болезни органов дыхания, отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде; с года до 7 лет – болезни органов дыхания, некоторые инфекционные и паразитарные болезни, болезни кожи и подкожной клетчатки. У новорожденных и годовалых детей на первом месте находится II группа здоровья, затем I и III, но в 7 лет у них чаще встречается III группа, что свидетельствует о ухудшении здоровья детей.

Аэротехногенное загрязнение оказывает негативное влияние на здоровье детей первых шести лет жизни, повышая общую заболеваемость, снижая устойчивость нервной системы (с рождения до 7 лет), эндокринной и дыхательной систем (с года до 7 лет), уха и сосцевидного отростка (с рождения до года). У новорожденных и годовалых детей на первом месте находится II группа здоровья, затем I и III, но в условно «грязном» районе у них чаще встречается III группа, что свидетельствует о негативном влиянии аэротехногенного загрязнения на здоровье детей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атаниязова, Р.А. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на состояние здоровья детей дошкольного возраста [Текст] / Р.А. Атаниязова // Гигиена и санитария. – 2008. – № 2. – С. 87-89.
2. Беляков, В.А. Влияние загрязненного атмосферного воздуха на физическое развитие детей [Текст] / В.А. Беляков, А.В. Васильев // Гигиена и санитария. – 2003. – № 4. – С. 33-34.
3. Васильев, А. В. Физиометрические показатели детей, проживающих в районах с разным уровнем аэротехногенной нагрузки [Текст] / А.В. Васильев // Гигиена и санитария. – 2005. – № 1. – С. 39-40.
4. Гичев, Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека [Текст] / Ю.П. Гичев. – М.: Новосибирск СО РАМН, 2002. – 230 с.
5. Голованева, Г.В. Здоровье детей, рожденных матерями, проживающими в районах с разной техногенной нагрузкой [Текст] / Г.В. Голованева // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 2. – С. 44-48

6. Гребняк, Н.П. Состояние здоровья детского населения мегаполиса [Текст] / Н.П. Гребняк, С.В. Вытreshак // Гигиена и санитария. – 2004. – № 2. – С. 50-53.
7. Дворянский, С.А. Адренэргический механизм на различных этапах репродуктивного процесса у женщин: клинико–физиологические и экологические аспекты [Текст]: дис. ... д-ра мед. наук / С.А. Дворянский. – Киров, 1998. – 418 с.
8. Димитриев, А.Д. Оценка воздействия антропогенного загрязнения на морфофункциональный статус детей школьного возраста [Текст] / А.Д. Димитриев, Д.А. Димитриев, И.И. Романова // Гигиена и санитария. – 2003. – № 2. – С. 41-43.
9. Зотов, В.Г. Анализ здоровья населения в системе социально–гигиенического мониторинга на региональном уровне [Текст] / В.Г. Зотов, Н.М. Цунина, А.М. Спиридонов, В.А. Кондурцев // Гигиена и санитария. – 2005. – № 5. – С. 68-70.
10. Игнатова, Л.Ф. Методология мониторинга образовательной среды и здоровья школьников [Текст] / Л. Ф. Игнатова // Гигиена и санитария. – 2006. – № 3. – С. 75-78.
11. Киреев, Г.В. Бенз(а)пирен в атмосферном воздухе Ташкента и его роль в формировании онкозаболеваемости населения [Текст] / Г.В. Киреев, О.Ю. Баленков, Ю.Ю. Ассесорова, Р.А. Атаниязова // Гигиена и санитария. – 2008. – № 5. – С. 12-13.
12. Ковалевская, А.П. Пространственный анализ распространенности болезней органов дыхания в г. Кирове [Текст] / А.П. Ковалевская, В.В. Муратов, Б.А. Петров, В.В. Шипицына // Вестник новых медицинских технологий. – 2001. – Т. 8, № 2. – С. 74.
13. Мейбалиев, М.Т. Состояние здоровья детей промышленных городов в связи с загрязнением атмосферного воздуха [Текст] / М.Т. Мейбалиев // Гигиена и санитария. – 2008. – № 2. – С. 31-34.
14. Михайлова, Е.В. Состояние здоровья детей в условиях загрязнения атмосферного воздуха [Текст] / Е.В. Михайлова // Гигиена и санитария. – 2005. – № 2. – С. 49-51.
15. Мошанова, О.Ю. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на физиометрические показатели детского населения, 2002 [Электронный ресурс] / О.Ю. Мошанова, С.Ю. Докучаева, А.В. Васильев. – Режим доступа: <http://74.125.77.132/search?qcache:8YPCpde3FAcJ:www.medlinks.ru/modules.php>
16. Онищенко, Г.Г. Санитарно–эпидемиологическое благополучие детей и подростков: состояние и пути решения проблем [Текст] / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2007. – № 4. – С. 53-59..
17. Потапов, А.И. Проблемы охраны здоровья детского населения России [Текст] / А.И. Потапов, В.Н. Ракитский, Н.И. Новичкова, Е.А. Романова // Здоровоохранение РФ. – 2008. – № 3. – С. 3-5.
18. Ралько В.Д. Экология города: Учебное пособие. – Владивосток: Редакционно-издательский отдел ВГУЭиС, 1998. – 86 с.
19. Рапопорт И.К., Котомина Е.В., Проценко Е.М., Ульянова О.И. Заболеваемость по результатам профилактических медицинских осмотров детей дошкольного и младшего школьного возраста, посещающих образовательные учреждения Южного административного округа г. Москвы // Сб. аналитических материалов и научно-методических разработок Московского Департамента образования «Реа-

лизация целевой программы «Здоровье детей Москвы на 2002-2005годы» в Южном административном округе г. Москвы. Выпуск 2. – М., 2005 – С. 84-95.

20. Сазанов, А. В. Анализ состояния здоровья и демографии населения промышленной агломерации центра Кировской области [Текст] / А. В. Сазанов, М. А. Зайцев // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: теория, методика, практика: сб. материалов Всерос. науч. школы (г. Киров, 13–15 ноября 2003 г.). – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2003. – С. 48-51.

21. Сизова, Е.Н. Физическое развитие и состояние здоровья подростков г. Кирова и влияние на него различных факторов / Е.Н. Сизова, С.Н. Родыгина. – Киров, 2010. – 132 с.

22. Соболев, В.А. Проведение медицинских обследований детского населения, проживающего на санитарно–эпидемиологически неблагоприятных территориях [Текст] / В.А. Соболев, Г.М. Земляная, Ю.А. Ревазова // Гигиена и санитария. – 2007. – № 4. – С. 22-27.

23. Студеникин, М.Я. Экология и здоровье детей [Текст] / под ред. М.Я. Студеникина, А.А. Ефимовой. – М.: Медицина, 1998. – 384 с.

24. Сухарев, А.Г. Состояние здоровья детского населения в напряженных экологических и социальных условиях [Текст] / А.Г. Сухарев, С.А. Михайлова // Гигиена и санитария. – 2005. – № 1. – С. 47-51.

25. Тулякова О.В., Авдеева М.С. Физическое развитие детей в условиях загрязнения воздуха // Новые исследования. – 2010. – №4. – С. 52-58.

26. Тулякова, О.В. Влияние аэротехногенного загрязнения урбанизированной территории на физическое, психическое развитие и состояние здоровья детского населения / О.В. Тулякова. – Киров, 2010. – 206 с.

27. Чеботарев, П.А. Оценка состояния здоровья детского населения, проживающего в городах с различным загрязнением атмосферного воздуха [Текст] / П.А. Чеботарев // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 76-78.

28. Чубирко, М.И. Характеристика риска для здоровья населения, обусловленного химическим загрязнением воздушной среды [Текст] / М.И. Чубирко, Н.М. Пичужкина, Л.А. Масайлова // Здоровье населения и среда обитания. – 2006. – № 2. – С. 5-8.

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ ПОДЗЕМНОЙ СРЕДЫ НА ЦИРКАДНЫЙ РИТМ ТЕМПЕРАТУРЫ КОЖИ СТУДЕНТОВ СПЕЛЕОЛОГОВ

Т.С. Пронина¹, Е.А. Павлов,
Федеральное государственное научное учреждение
«Институт возрастной физиологии»
Российской академии образования, **Москва**,
РГУФКСуТ, Москва

Задачей исследования было выявить влияние экстремальных факторов подземной среды на циркадный ритм температуры (ЦРТ) кожи, определяемой с помощью метода «Термохрон iButton» с 10 минутным интервалом. ЦРТ оценивали по величинам мезора и амплитуды. В первые двое суток пребывания в пещере происходило снижение мезора ЦРТ, на третьи сутки наблюдалось его увеличение с последующим снижением к шестому дню. При выходе спортсменов на поверхность мезор ритма достоверно возрастал. Амплитуда ЦРТ в первый день пребывания в пещере имела максимальное значение; в последующие дни величина амплитуды достоверно снижалась и резко возрастала после выхода спелеологов на поверхность. Выявленные различия динамики мезора и амплитуды ЦРТ отражают особенности адаптационных процессов организма к воздействию многодневных экстремальных факторов пещеры.

Ключевые слова: спортсмены спелеологи, циркадный ритм, температура кожи.

***Influence of extreme factors of underground environment on skin temperature circadian rhythm in Speleology students.** The aim of the study was to reveal the influence of extreme underground environment on skin temperature circadian rhythm (STCR). “Thermochrone iButton” with 10-minute interval was used. STCR was estimated according to mesor and amplitude indices. During the first two days students demonstrated decrease in STCR mesor, which rose on the third day with the following fall on the sixth day. When going out on the surface the rhythm mesor was rising reliably. STCR amplitude reached its maximum on the first day; the following days the amplitude decreased reliably and rose sharply after going out on the surface. The revealed differences in STCR mesor and amplitude dynamics demonstrate the peculiarities of adaptive processes to many-day extreme influence of cave factors.*

Key words: sportsmen-speleologists, circadian rhythm, skin temperature.

Хронобиологическое исследование разных функций организма человека является необходимым условием для оценки влияния тех или иных факторов среды на его организм. Современные авторы вполне обоснованно называют совокупность и согласованность ритмов организма временной организацией, подчеркивая ее особую роль в процессах взаимодействия организма с окружающей средой. Наиболее показательным индикатором адаптационных возможностей организма являются циркадные ритмы [1, 2, 4].

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

Температура тела является одним из интегративных показателей общего состояния организма. Центральным звеном, ответственным за терморегуляцию, является гипоталамус. Регуляция температуры кожи осуществляется через гормоны гипоталамуса путем сжатия кровеносных сосудов, расположенных на поверхности кожи (снижение температуры), либо путем увеличения потоотделения и расширения сосудов (повышение температуры). Гипоталамическим центром терморегуляции является преоптическая область, нейроны которой контролируют все виды терморегуляторных реакций [8, 9, 12, 16, 17].

Хронобиологические параметры температуры достаточно хорошо изучены в норме у людей разного пола и возраста, при патологиях, трансмеридианных перемещениях, в условиях отсутствия влияния внешних временных датчиков [3, 6, 11, 13, 15, 18].

Мезор и амплитуда ЦРТ являются показателем адаптационных механизмов многих функциональных систем организма, как периферийных (капиллярная система кожи, подкожная жировая прослойка), так и центральных, (гипоталамус и эпифиз).

Целью настоящего эксперимента было исследовать особенности адаптационного процесса у молодых людей к влиянию многодневных экстремальных факторов подземной среды, используя хронобиологические параметры температуры кожи (мезора и амплитуды).

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Кафедрой Методики комплексных форм физической культуры РГУФКСиТ был проведён эксперимент по определению влияния экстремальных факторов подземной среды на функциональное состояние спортсменов-спелеологов. Эксперимент проводился непрерывно в течение 6 дней в искусственной пещере «Мещеринская» Домодедовского района Московской области. Условия пещеры характеризовались наличием ряда экстремальных факторов: замкнутое пространство, повышенное содержание CO₂, постоянная низкая температура воздуха (4-6° С), высокая влажность (80-100%), сенсорная депривация.

В эксперименте приняло участие 7 человек (5 юношей и 2 девушки). Средний возраст участников составил двадцать два года. Жизнь испытуемых в подземных условиях проходила без временных ориентиров.

Мониторинг температуры проводили в течение 6 дней с 10 минутным интервалом с помощью термометра «Термохрон iButton» [5], который крепился лейкопластырем на плечо спортсменов. Считывание полученных результатов с термометра-таблетки осуществляли через специальное крепежное приспособление к компьютеру и с применением специальной программы для «Термохрона». Такой мониторинг позволил построить индивидуальные графики, рассчитать средний уровень, амплитуду (разница между максимальным и минимальным значениями) суточных колебаний температуры (Т) кожи.

Контрольные измерения проводили в течение одних суток до спуска в пещеру и двух суток после выхода спортсменов на поверхность.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Экстремальные факторы среды существенно влияли на динамику T кожи в период пребывания в пещере. У всех спортсменов в первые 15 часов нахождения в пещере динамика T характеризуется хорошо выраженной синхронностью. В последние 15 часов нахождения в пещере (перед выходом спелеологов на поверхность) наблюдался выраженный межличностный десинхроноз T . На рисунке № 1 в качестве примера представлена динамика T кожи в первые и последние 15 часов нахождения спортсменов в пещере.

Таким образом, исследование параметров ЦРТ в каждый день пребывания в подземной среде отражает сложный адаптационный процесс, происходящий в организме спортсменов на протяжении шести дней эксперимента.

Исследование мезора ЦРТ спортсменов (рисунок № 2) показало, что в первые двое суток их пребывания в пещере среднесуточный уровень ниже, чем до спуска в пещеру ($p < 0,01$). На третий день нахождения спелеологов в пещере наблюдалось достоверное увеличение мезора ($p < 0,01$); на шестой день вновь имело место снижение T ($p < 0,02$). После выхода на поверхность (в первые сутки) величина мезора резко возрастала ($p < 0,01$) и оставалась на этом же уровне на вторые сутки.

Динамика амплитуды ЦРТ на протяжении всего эксперимента менялась иначе, чем динамика мезора (рисунок № 2). В первый день пребывания в пещере имела место наибольшая величина амплитуды, в последующие дни этот хронопоказатель снижался ($p < 0,001$) вплоть до шестого дня пребывания в экстремальных условиях. В первый день после выхода на поверхность амплитуда суточного ритма температуры резко возрастала ($p < 0,001$) и снижалась ко второму дню ($p < 0,01$).

Известно, что мезор отражает так называемую центральную линию, вокруг которой происходят колебания физиологической функции на протяжении суток. Изменение мезора связано с количественными изменениями процесса теплоотдачи организма в каждый день пребывания в пещере. Амплитуда ЦРТ является наиболее пластичным показателем и позволяет характеризовать качественные возможности адаптационного процесса.

Полученные результаты позволяют обсудить возможные хронобиологические механизмы молодых спортсменов к экстремальным факторам пещеры.

Важным показателем, свидетельствующим о неблагоприятном воздействии факторов пещеры является выраженный межиндивидуальный десинхроноз. Этот факт может указывать на индивидуальную реакцию временной организации терморегуляторной системы организма спортсменов.

Отличие динамики мезора и амплитуды ЦРТ в период шестидневного пребывания в пещере и двух дней после выхода на поверхность является показателем различных механизмов адаптации организма к экстремальным факторам подземной среды.

Изменение мезора связано с количественными изменениями процесса теплоотдачи организма в разные дни пребывания спортсменов в пещере. Динамика мезора свидетельствует о двухфазности процесса адаптации, каждая из которых характеризуется значительным снижением среднесуточного уровня T .

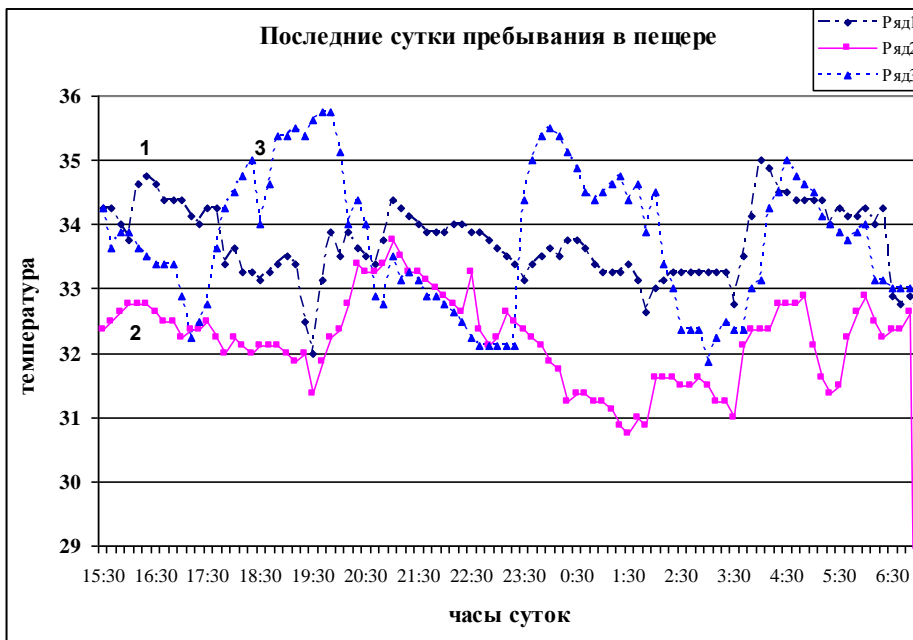
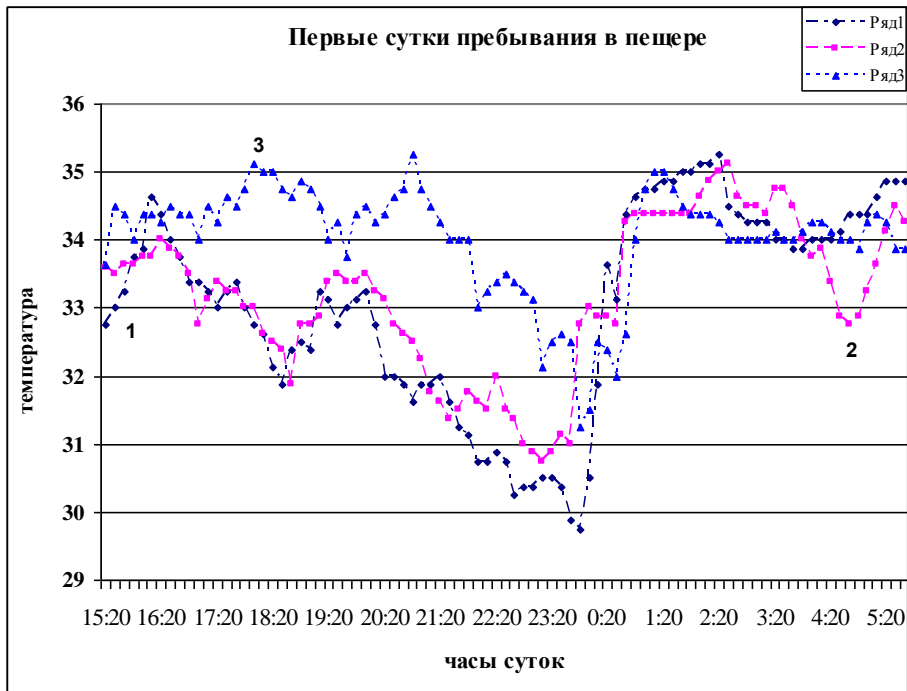


Рис. 1. Динамика температуры кожи на протяжении 15 часов в первые (верхний рис.) и в последние (нижний рис.) сутки пребывания в пещере у трех испытуемых (№ 1, 2, 3)

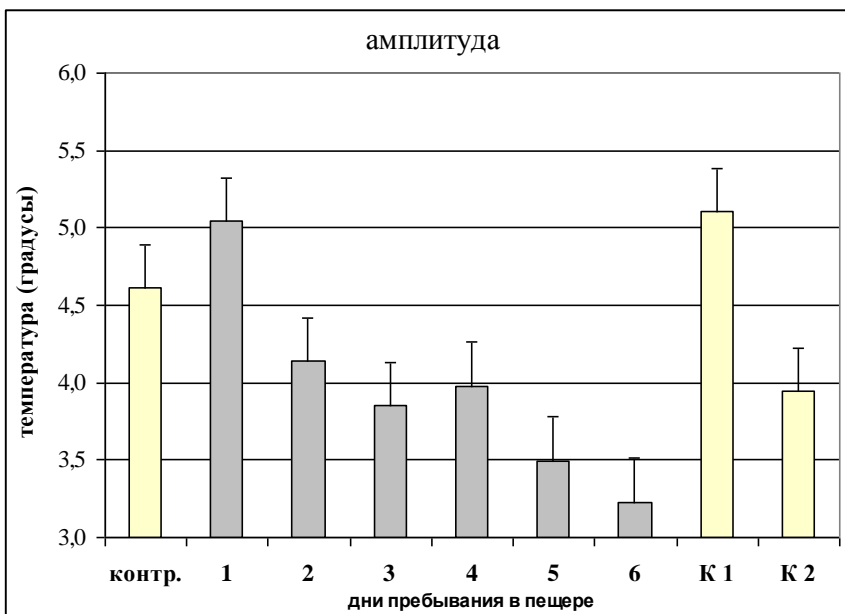
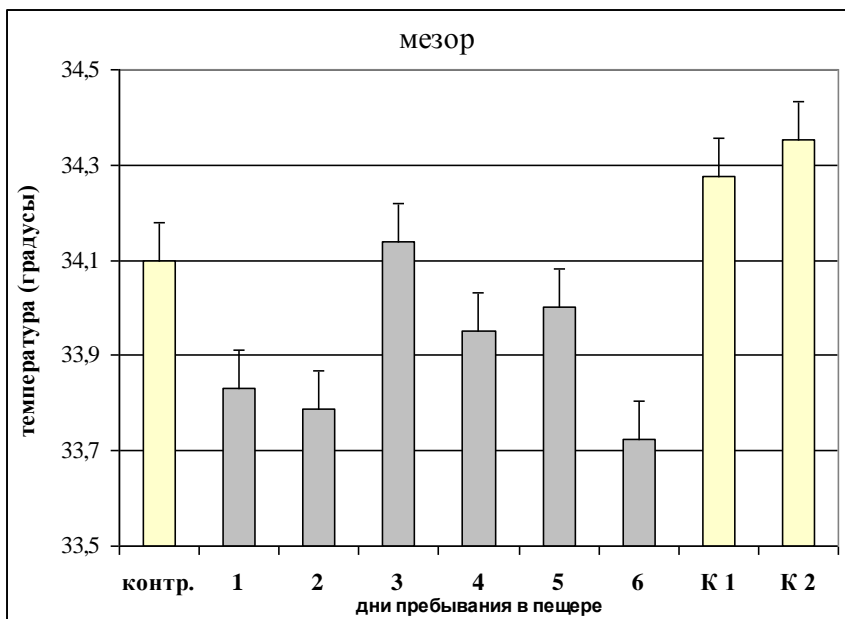


Рис. 2. Динамика мезора (верхний рис.) и амплитуды (нижний рис.) ЦРТ у спелеологов в разные дни пребывания в пещере и на поверхности.
 мезор – достоверность различия (контр.– 1 день, 1 – 3 день, 3 – 6 день, 6 – К1)
 амплитуда - достоверность различия (1 – 2 день, 2 – 6 день, 6 – К1, К1 – К2)

Первая фаза приходится на первые два дня, вторая фаза – на шестой день пребывания в пещере.

Динамика амплитуды ЦРТ носит иной характер: амплитуда снижается от первого до последнего дня пребывания спортсменов под землей (на 80% от первого до шестого дня). В настоящее время в литературе имеется много противоречивых сведений о связи изменений величины амплитуды суточных ритмов с процессами быстрой или медленной адаптации к внешним условиям. Сужение или расширение коридора (хронодезма) суточных колебаний является временным показателем процесса адаптации [4, 10, 14, 18].

Результаты настоящей работы свидетельствуют, что динамика амплитуды ЦРТ отражает высокую подвижность и однонаправленный характер адаптационного процесса организма (сужение хронодезма ЦРТ) в течение всего шестидневного воздействия фактора среды, в первую очередь, реакцию периферической части терморегуляторной системы ответ на низкую температуру пещеры.

После выхода на поверхность величины мезора и амплитуды ЦРТ резко увеличиваются, что свидетельствует о прекращении экстремального воздействия. Но процесс адаптации еще не заканчивается, на что указывает падение величины амплитуды ЦРТ на второй день выхода на поверхность.

Таким образом, результаты настоящей работы являются доказательством того, что экстремальные факторы подземной среды в течение 6 дней оказывают существенное влияние на архитектуру и параметры ЦРТ спелеологов. Отличия динамики мезора и амплитуды ЦРТ в период пребывания в пещере и двух дней после выхода на поверхность являются показателем различных механизмов термоадаптации организма человека к экстремальным факторам подземной среды.

ВЫВОДЫ

1. Экстремальные факторы подземной среды в течение 6 дней оказывают существенное влияние на архитектуру и параметры циркадного ритма температуры кожи спортсменов. Динамика мезора и амплитуды ЦРТ имеет разный характер, что свидетельствует о наличии различных механизмов адаптации к экстремальным факторам среды.

2. Мезор циркадного ритма температуры кожи снижается в первые два дня пребывания в пещере, на третий день возвращается к норме и вновь снижается к шестому дню, после выхода на поверхность величина мезора достоверно возрастает.

3. Амплитуда циркадного ритма температуры кожи возрастает в первый день пребывания в пещере, в последующие дни величина амплитуды снижается, и резко возрастает в первый день выхода на поверхность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губин Г.Д. Температура тела человека как проблема хронобиологии. Теоретические и практические аспекты. Циклы. / Г.Д. Губин, Д.Г. Губин, С.В. Куликова // Материалы третьей международной конференции. – Ставрополь: СевКав-ГТУ, 2001.– С. 95-116.

2. Деряпа Р.Р. Проблемы медицинской биоритмологии. / Р.Р. Деряпа, М.П. Мошкин, В.С. Постный, Н.Р. Деряпа, М.П. Мошкин, В.С. Постный // М.: Медицина, 1985. – 208 с.
3. Доскин В.А. Биологические ритмы растущего организма / В.А. Доскин, Н.Н. Куинджи. – М.: Медицина, 1989. – 224 с.
4. Моисеева Н.И. Временная среда и биологические ритмы / Моисеева Н.И. В.М. Сысуев. – Л.: Наука, 1981. – 128 с.
5. Программа Thermo Chron Revisor, [Электронный ресурс] – URL <http://www.elin.ru/> (дата обращения 10.01.2005).
6. Пронина Т.С. Возрастные изменения параметров циркадного ритма температуры тела у детей 8-13 лет / Т.С. Пронина, В.П. Рыбаков // Новые исследования. – 2010. – № 1 – С. 75-84.
7. Пронина Т.С. Особенности циркадного ритма температуры кожи у детей 8-9 лет и молодых людей / Т.С. Пронина, В.П. Рыбаков // Физиология человека. – 2011. – т. 37, № 4. – С. 98-104.
8. Путилов А.А. «Совы», «Жаворонки» и другие. О наших внутренних часах и их влиянии на здоровье и характер / А.А. Путилов // Новосибирский университет: – М.: Совершенство, 1997. – 264 с.
9. Соськин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе / В.Д. Соськин, Р.В. Тамбовцева. – М.: Изд. Дом «Либроком», 2011. – 368 с.
10. Степанова С.И. Биологические аспекты проблемы адаптации / С.И. Степанова. – М.: Наука, 1986. – 244 с.
11. Almirall H. Ultradian and circadian body temperature and activity rhythms in chronic MPTP treated monkeys / H. Almirall // Neurophysiology. Clin. – 2001. – V. 31, N 3. – С. 161-70.
12. Dijk D.J. Timing and consolidation of human sleep, wakefulness, and performance by symphony oscillators / D.J. Dijk, M. von Schantz // J. Biol. Rhythms. – 2005. – V. 20, N 4. – P. 279-290.
13. Harper D.G. Disturbance of endogenous circadian rhythm in aging and Alzheimer Disease / D.G. Harper, E.G. Stopa, A.C. McKee, A. Satlin, P.C. Harlan, R. Goldstein, Volicer L. // Arch Gen Psychiatry. – 2001 – V. 58, № 4 – P. 353-60.
14. Hildebrandt G. The time structure of adaptation / G. Hildebrandt // Int. J. Chronobiol. – 1981 – V.7, N 4. – P. 254.
15. Kripke D.F. Circadian phase in adults of contrasting ages / D.F. Kripke // Chronobiol. Int. – 2005. – V.4, N 22. – P. 695-709.
16. Redfern P. Waterhouse J. Circadian rhythms, jet lag, and chronobiotics: an overview / P. Redfern, D. Minors // Chronobiol. Intern. – 1994. – № 11. – P. 253-256.
17. Refinetti R. The circadian rhythm of body temperature / R. Refinetti, M. Menaker // Physiol. Behav. – 1992. – N 51. – P. 613-637.
18. Waterhouse J. Some comments on the measurement of circadian rhythms after time-zone transitions and during night work / J. Waterhouse, D. Minors, P. Redfern // Chronobiol. Int. – 1997. – N 14. – P. 125-132.

ВОЗРАСТНАЯ АНТРОПОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗВИТИЯ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИ ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ЗОН КОРЫ МОЗЖЕЧКА ЧЕЛОВЕКА В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Т.А. Цехмистренко¹

Российский университет дружбы народов,
Федеральное государственное научное учреждение
«Институт возрастной физиологии»
Российской академии образования, Москва

С применением гистологических методик и компьютерной морфометрии в архи-, палео- и неocerebellуме мозжечка человека (103 наблюдения) от рождения до 20 лет изучали изменения толщины коры и оценивали уровень ее индивидуальной вариабельности в годовых интервалах. Установлено, что кора мозжечка в филогенетически отличающихся зонах, а также на вершине и в глубине мозжечковых листков характеризуется качественным и количественным своеобразием развития. Значимые постнатальные приросты толщины коры отмечаются в архиперебеллуме к 1, 2-3 и 7 годам, в палеocerebellуме – к 1-2 и 7-8 годам, в неocerebellуме – в течение первых трех лет жизни, к 5-6 годам, а также в правом полушарии – к 9 годам, в левом – вплоть до 11-12 лет.

Ключевые слова: дети, подростки, юноши, кора мозжечка, морфометрия

Comparative characteristic of development human cortex of phylogenetically different cerebellar cortex zones in postnatal ontogenesis. The article presents the study of changes in cerebellar cortical thickness and level of its individual variability within annual intervals. This study was held with histo-logical techniques and computer morphometry in archi-, paleo- and neocerebellum (103 observations) from birth to 20 years. It was found out that cerebellar cortex in phylogenetically different zones and on the top and inside the cerebellar folia is characterized by specific quantitative and qualitative development. Significant postnatal increase in cortical thickness in archicerebellum appears by 1, 2-3 and 7 years, in paleocerebellum by 1-2 and 7-8 years, in neocerebellum within first three years of life, by 5-6 years, and also in the right hemisphere – by 9 years, in the left – up to 11-12 years.

Keywords: children, adolescents, young men, cerebellar cortex, morphometry.

Мозжечок сформировался в эволюции параллельно с усложнением сенсорных систем, поэтому анатомическое и дополняющее его функциональное разделение мозжечка и его корковых зон на отделы тесно связано со спецификой распределения проекционных афферентных волокон коры мозжечка [10]. Сейчас уже не вызывает сомнений тот факт, что мозжечок, в первую очередь, работает как своеобразный фильтр, вытормаживающий сенсорную информацию той или иной модальности, и, лишь во вторую очередь и вследствие указанной способности, – как

Контакты:¹ Цехмистренко Т.А., E-mail: <tsekhmistenko2010@yandex.ru>

тонкий прибор, координирующий двигательную активность и ее вегетативное обеспечение. Механизмы и принципы работы коры мозжечка, несмотря на ряд блестящих исследовательских работ и сформулированных интересных гипотез [12, 15], остается по-прежнему до конца не понятым, а специфика структурной организации филогенетически и функционально различных отделов мозжечка неизученной. В частности, одним из наиболее информативных интегральных макроанатомических показателей структурной организации корковых формаций мозга является толщина коры. Известно, что функционально отличающиеся корковые зоны большого мозга характеризуются значимыми различиями по данному показателю [7]. Однако региональные особенности толщины коры филогенетически новых и старых отделов мозжечка человека и ее изменения в постнатальном онтогенезе до настоящего времени остаются практически неизученными.

В ходе настоящего исследования решались задачи изучения особенностей толщины коры в филогенетически и топографически отличающихся отделах коры мозжечка человека, а также динамики ее изменений в постнатальном онтогенезе.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В соответствии с задачами работы нами исследованы 103 мозжечка, сгруппированных в годовых интервалах (на каждую возрастную группу не менее 3 наблюдений), от трупов людей обоего пола в возрасте от рождения до 20 лет. Для гистологического исследования кусочки коры мозжечка забирали в архи-, палео- и неocerebellуме в соответствии с анатомической классификацией отделов мозжечка [16], в том числе в области узелка (архичереbellум), в центральной дольке (палеocerebellум) и в верхних полулунных дольках правого и левого полушарий мозжечка (неocerebellум) в строго локализованном месте. Фиксированные в 10% нейтральном формалине кусочки ткани подвергались обезвоживанию в спиртах восходящей концентрации и заливке в парафиновые блоки. На сагиттальных срезах толщиной 10 мкм, окрашенных крезильовым фиолетовым по Нисслию, методом компьютерной морфометрии с применением программы Image_Tools (National Institutes of Health (NIH), USA) измеряли толщину коры мозжечка на вершине, боковой стенке и дне мозжечкового листка. Объем выборки для каждого среза составлял не менее 10-20, для каждого препарата – 40-80, для каждого возраста – 100-240 измерений. Для показателей толщины коры были вычислены средняя арифметическая величина и доверительный интервал [8] с уровнем значимости $P=95\%$. Для оценки возрастных изменений толщины коры применялся метод сглаживания эмпирических рядов по асимптотической функции. Оценка изменчивости индивидуальных показателей толщины коры производилась с применением общепринятых методов вариационной статистики [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

В узелке на вершине извилины толщина коры новорожденных составляет от 243,8 до 531,5 мкм, в среднем $505,0 \pm 22,2$ мкм; на боковой стенке – от 316,8 до 504,0 мкм, в среднем $377,1 \pm 14,4$ мкм; на дне борозды – от 187,2 до 380,4 мкм, в среднем $264,2 \pm 14,9$ мкм. Наибольшие приросты толщины коры в узелке отмечаются в течение первого года жизни на вершине извилины и дне борозды, в тече-

ние второго года – на боковой стенке. После 2 лет прирост толщины коры наблюдается только на вершине и боковой стенке извилины.

Толщина коры узелка в области вершины и боковой стенки извилины значительно увеличивается к 3 и 7 годам. От 1 до 7 лет темпы роста коры в толщину постепенно снижаются, и к 8 годам поперечник коры практически стабилизируется. По мере развития коры диапазон вариации индивидуальных значений ее толщины, оцениваемый по величине стандартного отклонения, расширяется к 8-12 годам в среднем в 1,5-3,8 раза по сравнению с новорожденными ($p < 0,001$).

К 20 годам толщина коры в области узелка составляет на вершине извилины от 827,4 до 949,2 мкм, в среднем $907,7 \pm 15,7$ мкм, на боковой стенке – от 498,6 до 622,2 мкм, в среднем $553,1 \pm 15,9$ мкм, на дне – от 295,2 до 451,8 мкм, в среднем $391,0 \pm 20,2$ мкм.

В области центральной дольки, толщина коры в различных топографических локусах мозжечкового листка у новорожденных неодинакова. На вершине извилины она составляет от 198,0 до 413,4 мкм, в среднем $306,2 \pm 16,6$ мкм; на боковой стенке – от 199,8 до 325,2 мкм, в среднем $251,6 \pm 9,7$ мкм; на дне борозды – от 138,0 до 270,6 мкм, в среднем $180,2 \pm 10,2$ мкм. Наибольшие годовые приросты толщины коры в центральной долке наблюдаются в течение первых двух лет жизни во всех кортикальных локусах, к 3-4 годам – на вершине и боковой стенке извилины. После 4-х лет толщина коры мозжечка в области центральной дольки на вершине извилины значительно увеличивается к 8 годам, на боковой стенке – к 7, на дне борозды – к 5 годам. После 8 лет толщина коры во всех кортикальных локусах центральной дольки не изменяется. По мере роста коркового поперечника вариационный размах показателей толщины коры увеличивается в среднем в 1,3-3,9 раза по сравнению с новорожденными ($p < 0,05 \div 0,001$), достигая максимума на вершине извилины к 8 и 12 годам, на боковой стенке – к 10 и 12 годам, на дне борозды – к 8 годам.

К 20 годам толщина коры в области центральной дольки составляет на вершине извилины от 652,8 до 930,0 мкм, в среднем $812,9 \pm 35,8$ мкм, на боковой стенке – от 565,8 до 662,4 мкм, в среднем $626,7 \pm 12,5$ мкм, на дне – от 182,4 до 334,2 мкм, в среднем – $277,0 \pm 19,6$ мкм.

В области латеральной зоны верхней полулунной дольки левого полушария мозжечка новорожденных толщина коры варьирует на вершине извилины от 276,6 до 339,0 мкм, составляя в среднем $300,1 \pm 5,2$ мкм, на боковой стенке – от 183,6 до 276,6 мкм, в среднем – $229,9 \pm 7,8$ мкм, на дне борозды – от 170,4 до 267,0 мкм, в среднем – $201,5 \pm 8,1$ мкм.

Рост коры в толщину во всех локусах наблюдается от 2 до 5 месяцев, а также от 10 до 12 месяцев постнатальной жизни. К концу первого года значимый годичный прирост коркового поперечника отмечается во всех зонах мозжечкового листка, особенно на боковой стенке.

К 2 годам достоверно увеличивается поперечник коры в области апикальных отделов извилины, к 3 годам – на её вершине и на дне борозды. Аналогичная последовательность изменения коркового поперечника мозжечка в области верхней полулунной дольки левого полушария отмечается в 5-7 лет: к 5 годам наблюдается значимый прирост толщины коры мозжечка на вершине, к 6-7 – на вершине извилины и дне борозды.

В период от 7 до 9 лет изменений толщины коры в исследуемой области коры мозжечка не наблюдается, к 10 годам отмечается достоверное увеличение коркового поперечника на вершине, к 11-12 годам – на боковой стенке извилины. После 12 лет темпы прироста толщины коры замедляются, корковый поперечник во всех топографических локусах мозжечкового листка стабилизируется. В процессе роста коры в толщину показатели ее вариабельности увеличиваются на вершине извилины в 1,9-11,0 раза ($p < 0,01 \div 0,001$), на боковой стенке – в 1,8-5,8 раза ($p < 0,01 \div 0,001$), на дне борозды – в 1,7-3,1 раза ($p < 0,05 \div 0,001$) по сравнению с новорожденными, достигая наибольших значений в области боковой стенки – к 4 годам, в других локусах мозжечкового листка – к 13-15 годам.

В 20 лет корковый поперечник мозжечка в области латерального отдела верхней полулунной долики левого полушария составляет на вершине извилины от 820,8 до 1114,4 мкм, в среднем $987,4 \pm 41,1$ мкм, на боковой стенке – от 412,2 до 688,8 мкм, в среднем $581,3 \pm 38,7$ мкм, на дне борозды – от 298,2 до 407,4 мкм, в среднем – $332,9 \pm 15,3$ мкм.

В области латеральной зоны верхней полулунной долики правого полушария мозжечка новорожденных толщина коры варьирует на вершине извилины от 290,4 до 491,2 мкм, составляя в среднем $401,8 \pm 22,3$ мкм, на боковой стенке – от 205,2 до 354,6 мкм, в среднем – $271,1 \pm 16,6$ мкм, на дне борозды – от 161,4 до 288,0 мкм, в среднем – $195,9 \pm 14,1$ мкм.

На первом году жизни увеличение коркового поперечника во всех локусах наблюдается от 2 до 4 месяцев, а также от 9 до 12 месяцев, когда значимый годичный прирост толщины коры отмечается во всех локусах извилины. К 2 годам поперечник коры увеличивается на боковой стенке извилины и дне борозды, к 3 годам – в области боковой стенки. Утолщение коры отмечается также в 5-6 лет на вершине мозжечкового листка и дне борозды, к 9 годам – на вершине и боковой стенке извилины. После 9 лет темпы прироста толщины коры замедляются, корковый поперечник стабилизируется. В процессе утолщения коры диапазон вариабельности показателей на вершине извилины увеличивается в 2,1-3,6 раза ($p < 0,01 \div 0,001$), на боковой стенке – в 1,8-2,7 раза ($p < 0,01 \div 0,001$), на дне борозды – в 1,6-2,3 раза ($p < 0,05 \div 0,01$) по сравнению с новорожденными, достигая наибольших значений в области вершины и боковой стенки – к 12 годам, на дне – к 14 годам.

К 20 годам толщина коры мозжечка в области латерального отдела верхней полулунной долики правого полушария составляет на вершине извилины от 688,4 до 1083,0 мкм, в среднем $776,3 \pm 64,7$ мкм, на боковой стенке – от 476,2 до 626,9 мкм, в среднем $565,2 \pm 24,7$ мкм, на дне борозды – от 245,8 до 370,6 мкм, в среднем – $265,6 \pm 20,5$ мкм.

Результаты исследования показывают, что наиболее высокими темпами толщина коры мозжечка увеличивается в период от рождения до 2-3 и в 7-8 лет, однако сроки нарастания толщины коры в различных зонах неоднозначны. Так, уже к моменту рождения во всех локусах извилины толщина коры наибольшая в исследованных зонах архи- и палеоцеребеллума, наименьшая – в области неоцеребеллума. Региональные различия толщины коры у новорожденных в целом укладываются в схему лобулярной топографии [1]. Толщина коры больше в более старых отделах мозжечка – в узелке и центральной долике, где представлены вести-

булярные и соматотопически организованные спино-церебеллярные афферентные связи [11]. Наименее зрелыми к моменту рождения оказываются латеральные отделы полушарий в верхней полулунной дольке, куда направляются мостомозжечковые волокна, несущие информацию от моторных, зрительных и слуховых центров коры больших полушарий [13].

Установлено, что продолжительность нарастания толщины коры мозжечка в постнатальном онтогенезе увеличивается в направлении от архицеребеллярных зон коры к неocerebellарным. В том же направлении изменяется и величина постнатального прироста толщины коры. Наиболее рано, к 5-8 годам, кора мозжечка стабилизируется в архи- и палеocerebellуме. Опережающее развитие вестибуло-спино-церебеллярного отдела мозжечка находит и экспериментальное подтверждение [18].

Толщина коры в наиболее новых в филогенетическом отношении областях, связанных с большими полушариями, стабилизируется позднее – к 9-12 годам. Таким образом, сроки стабилизации коркового поперечника в латеральных отделах полушарий в области верхней полулунной дольки и неокортикальных формах большого мозга, в целом совпадают [9].

На дне борозды толщина коры от рождения до 20 лет увеличивается в 1,4-2,3 раза, на боковой стенке извилины – в 1,2-3,7 раза, на вершине извилины – в 1,8-4,2 раза. Таким образом, градиент постнатального прироста коры мозжечка в толщину направлен также от глубоких отделов извилины к поверхностным, что представляет значительный интерес, поскольку по имеющимся данным [17] пути проведения экстероцептивной информации активируют главным образом апикальные отделы мозжечковых листков, тогда как проприоцептивные пути – их латеральные и глубокие отделы.

Анализ полученных данных показал, что направленные изменения толщины коры, отражающие процессы структурных преобразований мозжечка в соответствии с его корково-ядерной топографией, выявить не удастся. Интенсивность нарастания коры в области червя не уступает приростам в латеральных отделах коры полушарий: в черве толщина коры увеличивается в 2,0-3,9 раза, в латеральных зонах полушарий – в 1,9-3,0 раза по сравнению с новорожденными.

К 20 годам толщина коры на вершине извилины имеет значимые различия в различных отделах мозжечка. В неocerebellарном отделе мозжечка (верхняя полулунная долька в левом полушарии) по среднестатистическим данным толщина коры на вершине и в глубине мозжечкового листка больше, чем в палеocerebellарной зоне червя (центральная долька). Полученный результат не согласуется с мнением об отсутствии различий по толщине коры в различных областях коры мозжечка человека [2] и свидетельствует о ее региональной структурной специализации.

Из полученных данных следует, что варибельность толщины коры, в целом, во всех возрастных группах выше в палео- и неocerebellуме по сравнению с архицереbellумом. Соответственно, более узкие границы колебаний показателей разброса индивидуальных значений в архицереbellуме свидетельствуют о более стабильных показателях толщины коры в указанных зонах по сравнению с филогенетически более новыми отделами мозжечка. Таким образом, функции поддержания равновесия, а также зрительно-моторный и аудио-моторный контроль реализуются при участии филогенетически более старых, но, очевидно, более жестко

детерминируемых генетически кортикоцереbellярных структур по сравнению с другими зонами коры мозжечка [3]. Анализ индивидуальной варибельности толщины коры мозжечка также показал, что увеличение ее уровня в филогенетически старых кортикальных зонах наблюдается в период первого и второго детства и совпадает по срокам с качественными изменениями в механизмах регуляции двигательных функций. В неocerebellярной коре уровень индивидуальной варибельности повышается в период от 9 до 13 лет и остается высоким в юношеском возрасте. Очевидно, последнее связано с завершением у юношей как морфофункционального развития многих звеньев двигательной системы, так и центральных систем управления движениями, включающих неокортикальные структуры больших полушарий и мозжечка [4, 5].

Неодинаковый уровень варибельности различных зон коры мозжечка в периоды интенсивного роста, а также в период полового созревания свидетельствует об индивидуально-специализированном развитии кортикоцереbellярных структур, их синаптической пластичности, что характерно и для коры больших полушарий, ядер мозжечка, подкорковых структур мозга [14].

ВЫВОДЫ

Результаты исследования показывают, что процессы роста и тканевой дифференцировки коры мозжечка человека в постнатальном онтогенезе носят гетерохронный характер. Качественным и количественным своеобразием развития отличаются отделы коры, принадлежащие к разным топографическим зонам и филогенетически различным зонам мозжечка. Значимые постнатальные приросты толщины коры отмечаются в архицереbellуме к 1, 2-3 и 7 годам, в палеocerebellуме – к 1, 2 годам, позднее отмечаются менее выраженные ежегодные приросты в различных топографических зонах мозжечкового листка до 7-8 лет, в неocerebellуме – в течение первых трех лет жизни, к 5-6 годам, а также в правом полушарии – к 9 годам, в левом – вплоть до 11-12 лет. Специфику постнатального развития на макроструктурном уровне предопределяет также расположение анализируемого кортикального локуса на вершине или в глубоких отделах мозжечкового листка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабминдра В.П. Морфология нервной системы. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. – 160 с.
2. Блинков С.М., Глезер И.И. Мозг человека в цифрах и таблицах. – Л.: Медицина, 1964. – 471 с.
3. Зворыкин В.П. Пластические перестройки корковых и подкорковых формаций мозга у различных людей // Пластичность нервной системы в норме и патологии. – М.: Институт мозга ВНИИПЗ АМН СССР, 1989. – Вып. 18. – С. 67-69.
4. Любомирский Л.Е. О критических, сенситивных и ускоренных периодах развития моторики у школьников // Новые исследования по возрастной физиологии. – М.: Педагогика. – 1987, № 1. – С. 50-54.
5. Любомирский Л.Е., Безруких М.М. Возрастные особенности двигательной функции // Физиология подростка. – М.: Педагогика, 1988. – С. 36-52.

6. Плохинский Н.А. Биометрия. – Новосибирск: Новосиб. отд-е АН СССР, 1961. – 364 с.
7. Семенова Л.К., Васильева В.А., Цехмистренко Т.А., Шумейко Н.С. Структурные преобразования коры головного мозга человека в постнатальном онтогенезе // Физиология развития ребенка. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2010. – С. 132-200.
8. Стефанов С.Б., Кухаренко Н.С. Ускоренные способы количественного сравнения морфологических признаков и систем. – Благовещенск: ВСХИ, 1989. – 65 с.
9. Цехмистренко Т.А., Васильева В.А., Шумейко Н.С., Черных Н.А. Структурные преобразования коры большого мозга и мозжечка человека в постнатальном онтогенезе // Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2009. – С. 9-75.
10. Devor A. The great gate: Control of sensory information flow to the cerebellum // *Cerebellum*. – 2002. – Vol. 1. – P. 27-34.
11. Eccles J.C. The topography of the mossy and climbing fiber inputs to the anterior lobe of the cerebellum // *The cerebellum in health and disease*. – St. Louis: Warren H. Green, 1970. – P. 231-266.
12. Eccles J.C., Ito M., Szentagothai J. *The Cerebellum as a Neuronal Machine*. – New York, Heidelberg: Springer-Verlag, 1967. – 335 p.
13. Glickstein M. Mossy-fibre sensory input to the cerebellum // *Progress in Brain Research*. – 1997. – Vol. 114. – P. 251-259
14. Grossman A.W., Churchill J.D., Bates K.E., Kleim J.A., Greenough W.T. A brain adaptation view of plasticity: Is synaptic plasticity an overly limited concept? // *Progr. Brain Res.* – 2002. – Vol. 138. – P. 91-108.
15. Ito M. *The cerebellum and neural control*. – New York: Raven press, 1984. – 580 p.
16. Larsell O., Jansen J. *The comparative anatomy and histology of the cerebellum: The human cerebellum, cerebellar connections, and cerebellar cortex*. – Minneapolis: Univ. of Minn. press, 1972. – 268 p.
17. Rinvik E., Walberg F. Studies on the cerebellar projections from the main and external cuneate nuclei in the cat by means of retrograde axonal transport of horseradish peroxidase // *Brain Res.* – 1975. – Vol. 95. – P. 371-381.
18. Rosina A., Provini L., Morara S. Development of olivocerebellar somatotopic maps // *Olivocerebellar Syst. Motor Contr.* – Berlin, 1989. – P. 150-154.

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АНСАМБЛЕВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ЗРИТЕЛЬНОЙ И ЗАДНЕЙ АССОЦИАТИВНОЙ ОБЛАСТЯХ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА У ПОДРОСТКОВ ОТ 13 ДО 16 ЛЕТ

В.А. Васильева¹

Федеральное государственное научное учреждение
«Институт возрастной физиологии»
Российской академии образования, Москва

С помощью методов нейрогистологии и компьютерной морфометрии в полях 17 и 19 зрительной и поле 37ac задней ассоциативной областей коры большого мозга человека (25 левых полушарий) от 13 до 16 лет изучали возрастные особенности ансамблевой организации. В полях зрительной и задней ассоциативной областей коры большого мозга структура микроансамблей имеет различия как по площади профильных полей клеточных группировок, так и по количеству, размерам и композиции нейронов в группировках. Показано, что средняя площадь профильных полей группировок в ассоциативных полях 19 и 37ac значительно больше, чем в проекционном поле 17.

Ключевые слова: подростковый возраст, зрительная кора, задняя ассоциативная область, микроансамбли, компьютерная морфометрия

Age-related changes in the ensemble organization of visual and posterior associative areas of cerebral cortex of teenagers from 13 to 16. Computer morphometry and neurohistology were used to study age-related features of ensemble organization in visual areas 17 and 19 and posterior associative zone area 37ac of the cerebral cortex (25 left hemispheres) in 13-16-year-old teenagers. The structures of microgroups of the visual and posterior associative zones differ both in size of specific areas of cell groups and in number, size and composition of neurons. It was shown that the size of specific area groups in associative areas 19 and 37ac is much bigger than in area 17.

Key words: teenager, visual cortex, posterior associative cortex, microgroups, computer morphometry.

Изучению модульной организации коры и структуры нейронных ансамблей в последние годы уделяется значительное внимание [16, 2, 1, 10, 4]. Больше всего сведений по этой проблеме получено на зрительной коре благодаря работам D.Hubel, T. Wiesel [15], которые обнаружили клеточные колонки, избирательно настроенные к одной и той же ориентации стимула.

Известно, что структурным модулем является объединение нейронов по вертикали в форме колонки или цилиндра, однако знания об их структурных особенностях в различных областях коры, особенно в возрастном плане, очень ограничены и спорны. Модули повторяются в каждой структуре мозга, но по типам нейронов, по обрабатываемой ими информации в разных структурах мозга они различны [3]. С физиологической точки зрения модуль является основной едини-

Контакты:¹ Васильева В.А., E-mail:

цей активности в новой коре, служащей для обработки и распределения сигналов [12].

Внедрение в нейроморфологию современных компьютерных технологий [13, 6, 7] позволяет автоматизировать наиболее трудоёмкий этап извлечения первичных количественных характеристик и получить новые объективные данные об особенностях структурных преобразований мозга на разных этапах индивидуального развития человека и животных.

Изучение на количественной основе в возрастном аспекте нейроархитектоники зрительной коры большого мозга человека позволяет выявить специфику ансамблевой организации функционально различных полей коры. Нами не обнаружено данных о структурных преобразованиях нейронных ансамблей в зрительной и задней ассоциативной коре большого мозга человека в подростковом возрасте.

Целью данного исследования является изучение возрастных особенностей ансамблевой организации в зрительной и задней ассоциативной областях коры большого мозга у подростков от 13 до 16 лет методом компьютерной морфометрии.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучено 25 левых полушарий большого мозга подростков от 13 до 16 лет обоего пола без травм головного мозга. После фиксации целого полушария в 12% нейтральном формалине кусочки для гистологического исследования забирали в полях 17, 19 затылочной области и 37ас височно-теменно-затылочной подобласти (задняя ассоциативная кора). Кусочки обезвоживали в спиртах восходящей концентрации и заливали в парафин. Срезы окрашивали крезиловым фиолетовым по Нисслю и импрегнировали азотно-кислым серебром по Гольджи и Петерсу. Компьютерный анализ оптических изображений проводили, используя систему "Armigistol" (Лабметод) – автоматизированное рабочее место на базе микроскопа Nikon Eclipse E200 и цветной видеокамеры ССД-камера. Основой для полуавтоматического выделения гнездных группировок служил принцип близкого взаиморасположения нейронов. На каждую возрастную группу приходилось от 2 до 6 случаев и от 30 до 50 измеренных группировок. Измеряли ширину, высоту и площадь профильного поля группировок нейронов в IVb подслое поля 17 и в III³ подслое полей 19 и 37ас.

Математическая обработка результатов исследования проводилась методом вариационной статистики с вычислением средней арифметической и доверительных интервалов, рассчитанных по таблицам Р.Б. Стрелкова (1986). Различия считали значимыми при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение возрастной динамики клеточных группировок проводили с помощью компьютерной морфометрии в IVb подслое поля 17, осуществляющем специфичные для зрительного анализатора связи с подкорковыми образованиями и в III³ подслое полей 19 и 37ас, дающем начало системе ассоциативных связей коры.

В центральном поле 17 зрительной коры четкая колончатая организация нейронов выявляется в IV, V и VI слоях. В IVc подслое и VI слое определяются

вертикальные колонки, в IVa подслое – преимущественно группировки лестничного типа, в IVb подслое – редкие гнездные группировки. Количество нейронов в гнездных группировках варьирует от 3 до 5. Группировки в основном состоят из 3-5 пирамидных нейронов одинакового размера или из 3-4 пирамидных и одного звездчатого нейрона. Звездчатые нейроны в основном расположены на периферии группировки. На препаратах окрашенных по Гольджи определяются вертикальные колонки звездчатых нейронов. Группировки имеют преимущественно округлую или овальную форму.

Методом компьютерного анализа установлено, что площадь профильных полей гнездных группировок в IVb подслое поля 17 увеличивается к 14 годам (от $1202,06 \pm 89,77$ мкм² в 13 лет до $1535,48 + 109,53$ мкм² в 14 лет), как за счет ширины ($37,64 \pm 2,26$ мкм), так и высоты ($40,91 \pm 2,73$ мкм) группировок, а также в результате увеличения площади профильных полей пирамидных нейронов, входящих в состав группировок, что было показано нами ранее [14]. В 13 лет в группировках определяются в основном пирамидные нейроны малых размеров, а к 14-16 годам увеличивается число нейронов среднего размера. В период от 13 до 16 лет отмечается усиление клеточного полиморфизма как в верхних, так и в нижних слоях коры, что выражается в разной форме тел нейронов и разной ориентации ветвлений дендритов в базальных отделах пирамидных нейронов и обусловлено высокой специализацией разных типов нейронов.

Во вторичном поле 19, по сравнению с полем 17, колончатая организация нейронов выражена более четко, особенно в III³ подслое. В 13-16 лет отмечается большее разнообразие группировок, чем в предыдущих возрастах, как по форме, так и по типу нейронов: смешанные группировки, состоящие из пирамидных и звездчатых нейронов, и только из пирамидных нейронов разного размера. Гнездные группировки имеют вид усеченных пирамид с основанием к нижнему IV слою или в виде овала. Группировки состоят из 4-12 нейронов (в основном из 5-9). В подростковом возрасте гнездные образования выявляются чаще, чем в предыдущих возрастах, увеличивается полиморфизм клеточного состава. В некоторых группировках определяются 1-2 крупных пирамидных нейрона, окруженных средними и мелкими клетками.

Площадь профильных полей нейронных группировок в поле 19 в 13 лет составляет $3889,14 \pm 165,02$ мкм², что в 3 раза больше площади группировок в поле 17 и обусловлено большим количеством нейронов, входящих в группировки, а также и более крупными размерами пирамидных нейронов. Площадь группировок достоверно увеличивается к 15 годам и составляет $4231,76 \pm 93,19$ мкм², а затем несколько снижается к 16 годам. В 15-16 лет в III слое поля 19 происходит перераспределение нейронов по площади в сторону увеличения клеток более крупных размеров. Поле 19 характеризуется нежными пучками радиарных волокон. К 16 годам увеличивается густота вертикально и косо ориентированных волокон, усиливается разветвленность базальных дендритов.

В третичном поле 37ас височно-теменно-затылочной подобласти коры большого мозга также отмечается значительная вариабельность форм группировок. Лестничные группировки, состоящие из нейронов примерно одинакового размера, наиболее выражены в III¹ и III² подслоях. В III³ подслое преобладают вертикальные колонки нейронов, чередующиеся с гнездными группировками. В состав гнездных группировок входит от 5 до 11 (в основном 6-8) нейронов разных типов

и размеров. Группировки преимущественно имеют вид усеченных пирамид, включающих 5-6 пирамидных нейронов одинакового размера или 1-2 крупных и 6-7 мелких и средних нейронов .

В поле 37ас площадь профильных полей группировок нейронов достоверно уменьшается от 13 к 16 годам, что, по-видимому, обусловлено более компактным расположением нейронов в группировках, нарастанием волокнистого компонента и увеличением гетероморфности клеточного состава, что может обеспечивать совершенствование и специализацию функциональных возможностей группировок. Так, в 13 лет площадь группировок в поле 37ас составляет $4248,93 \pm 122,70$ мкм², а в 16 лет – $3818,95 \pm 141,11$ мкм². По данным компьютерной морфометрии пирамидные нейроны ШЗ подслоя поля 37ас по сравнению с полями 17 и 19 имеют большую величину площади профильных полей и большее число размерных классов.

В период от 13 до 16 лет в полях зрительной коры кроме микроансамблей определяются макроансамбли. У подростка 14 лет в поле 17 на уровне I-VI слоев между двумя радиальными сосудами мы наблюдали макроансамбль, состоящий из 12 колонок, разделенных вертикальными пучками волокон. Поперечный диаметр ансамбля на уровне I слоя составляет 450 мкм, а на уровне VI слоя – 105 мкм. В поле 19 у подростка 16 лет определяется конусовидный ансамбль из 8 колонок нейронов, ограниченных двумя радиальными сосудами. Поперечный диаметр этого ансамбля на уровне I слоя – 402 мкм, II слоя – 336 мкм, Ш³ подслоя – 228 мкм.

Таким образом, в результате исследования выявлены различия в ансамблевой организации функционально различных зон зрительной коры большого мозга подростков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных данных показал, что в период от 13 до 16 лет продолжается усложнение ансамблевой организации затылочной и височно-теменно-затылочной областей коры большого мозга. Структура микроансамблей в разных полях зрительной коры имеет различия по площади профильных полей группировок, количеству, размерам и композиции нейронов в группировках. В микроансамблях ассоциативных полей 19 и 37ас композиция нейронных объединений более сложная, чем в проекционном поле 17. Гнёздные группировки нейронов полей 19 и 37ас включают от 5 до 12 нейронов разного размера в отличие от поля 17, включающего 3-5 однотипных нейронов примерно одинакового размера. Наблюдаются в основном четыре типа группировок. К первому типу относятся наиболее многочисленные группировки, имеющие круглую или овальную форму и, состоящие из пирамидных нейронов примерно одинакового размера. Второй тип группировок состоит из 2-3 крупных пирамидных нейронов, 4-6 средних и 2-5 малых нейронов и имеет вид усеченных пирамид с основанием к нижнему IV слою. К третьему типу относятся группировки, которые состоят из одного крупного центрального нейрона и окружающих его 5-7 мелких и средних пирамидных нейронов. Четвертый тип группировок – смешанные группировки, когда на 1-2 звездчатых нейрона, расположенных внутри или на периферии группировки, приходится 6-10 пирамидных нейронов разных размеров.

По данным компьютерной морфометрии средняя площадь профильных полей нейронных группировок в полях 19 и 37ас в 3-3,5 раза больше, чем в поле 17, что вероятно связано с более сложной формой анализа сенсорной информации ассоциативными полями и с их мультифункциональностью. В период от 13 до 16 лет площадь профильных полей клеточных группировок увеличивается в поле 17 к 14 годам, в поле 19 – к 15 годам, а в поле 37ас остается примерно на одном уровне до 15 лет и достоверно уменьшается к 16 годам, что обусловлено более компактным расположением нейронов в группировках, что в свою очередь связано с нарастанием волокнистого компонента и усложнением внутрикоровых связей. В полях зрительной коры помимо микроансамблей определяются конусовидные макроансамбли, ограниченные вертикальными сосудами и включающие от 8 до 12 колонок нейронов. Поперечный диаметр макроансамблей уменьшается от I слоя к VI-VII слоям.

По мнению Б.А. Жигadlo и В.А. Полянцева [8], нейронные группировки являются естественной инвариантой при преобразовании функций мозга не только по пространственному признаку организации своих элементов, но, главным образом, по характеру их функциональных взаимоотношений. Отмеченные нами преобразования в структуре зрительной коры в подростковом возрасте являются важным фактором совершенствования её функциональной организации. По нейрофизиологическим данным дети 14-15 лет быстрее и более точно опознают сигнальные изображения, чем испытуемые 8-9 лет [9]. При анализе электрофизиологических показателей, отражающих системную организацию рабочей памяти у подростков, выявлена ее прогрессивная динамика в сравнении с детьми 7-8 лет. У подростков 11-13 лет организация операций запечатления информации и сравнения текущей информации с хранящимися в памяти следами принципиально сходна с таковой у взрослых. Однако отмечаются и определенные различия [5]. В этот же возрастной период формируется системное взаимодействие корковых областей, участвующих в когнитивной деятельности, усиливается интеграция зрительной проекционной и ассоциативных областей.

Таким образом, установлены особенности ансамблевой организации полей 17 и 19 зрительной и 37ас задней ассоциативной областей коры большого мозга у подростков от 13 до 16 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адрианов О.С. История и перспективы исследований локализации и организации церебральных функций // Физиол. журнал им. Сеченова. – 1993. – Т. 79., №5. – С. 149-156.
2. Бабминдра В.П., Брагина Т.А., Ионов И.П. Структура и модели нейронных комплексов головного мозга. – Л.: Наука, 1988. – 96 с.
3. Батуев А.С., Бабминдра В.П., Кола Г.В. Модули корковых нейронов и их «самосборка» // Журнал высшей нервной деятельности. – 1991. – Т. 41., Вып. 2. – С. 221-230.
4. Бережная Л.А. Первичные структурные модули дорсальных ядер таламуса и моторной коры человека // Морфология. –2006. – Т. 129., №1. – С. 24-29.

5. Бетелева Т.Г., Фарбер Д.А. Формирование зрелого типа мозговой организации восприятия // Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребёнка. – М.-Воронеж. 2009. – С. 24-29.

6. Боголепова И.Н., Малофеева Л.И. Цитоархитектоническое развитие речедвигательных полей мозга человека в постнатальном онтогенезе // Астраханский медицинский журнал. – 2007. – Т. 2., №2. – С. 36.

7. Боголепова И.Н., Малофеева Л.И., Кротенкова М.В. Использование современных методов МРТ в цитоархитектонических исследованиях мозга человека // Морфология. – 2009. – Т. 136., №4. – С. 22.

8. Жигадло Б.А., Полянцев В.А. Системный принцип выделения нейрональных групп как относительно самостоятельных рабочих единиц // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1983. – №8. – С. 5-10.

9. Кочеткова М.Т. Некоторые особенности распознавания зрительных стимулов детьми 8-15 лет // Проблемы общей и возрастной физиологии в педагогических Вузах страны. – Ставрополь, 1983. – С. 13-14.

10. Семёнова 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.

11. Стрелков Р.Б. Экспресс –метод статистической обработки экспериментальных и клинических данных. – М.: Изд. П МОЛГМИ. –1986. – 86 с.

12. Чароян О.Г. Нейронный ансамбль // Успехи физиологических наук. – 1989. – Т. 20., №20. – №2. – С. 8-45.

13. Черток В.М., Афанасьев А.А., Коцюба А.Е. Применение автоматизированной системы анализа изображений Allegro-МС для морфометрических исследований // Морфология. – 2003. – Т. 124., №4. – С. 88-93.

14. Цехмистренко Т.А., Васильева В.А., Шумейко Н.С. Компьютерный анализ темпов роста нейронов функционально различных зон коры большого мозга и мозжечка человека от рождения до 20 лет // Российские морфологические ведомости. – 1997. – №3. – С. 97-100.

15. Hubel D.H., Wiesel T. N. Центральные механизмы зрения // Мозг. – М., 1982. – С. 167-197.

16. Mountcastle V. Организующий принцип функции мозга – элементарный модуль и распределённая система // Разумный мозг. – М.: Мир, 1981. – С. 15-61.

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АНСАМБЛЕВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ОБЛАСТИ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА У ПОДРОСТКОВ ОТ 13 ДО 16 ЛЕТ

Н.С. Шумейко¹

Федеральное государственное научное учреждение
«Институт возрастной физиологии»
Российской академии образования, Москва

В результате изучения левых полушарий подростков методом компьютерной морфометрии установлены особенности гнездных группировок III слоя полей 4р, 6 и бор двигательной коры. За период от 13 до 16 лет значимые изменения в площадях профильных полей гнездных группировок происходят лишь в поле 6, в поле бор – только к 15 годам, однако, сохраняются различия между функционально разными полями. Продолжается усложнение ансамблевой организации полей двигательной области коры большого мозга человека, что обеспечивает совершенствование регуляторных механизмов и повышение адаптационных возможностей организма подростков.

Ключевые слова: подростки, двигательная кора, нейрон, гнездные группировки, ансамбли, компьютерная морфометрия.

Age changes of ensembles organization in motor cortex in 13-16-years old adolescents. *The article presents the study of left hemispheres of adolescents from 13 to 16 years. This study was held with the help of computer morphometry in layer III of 4p, 6 and бор areas of motor zone. According to computer analysis from 13 to 16 years the significant increase in the size of specific areas of cellular groupings takes place only in area 6, in area бор – by 15 years. Ensemble organization of motor cortex areas becomes more complicated which leads to the perfection of regulatory mechanisms and the improvement of adaptive functions in adolescents.*

Key words: adolescents (teenagers), motor cortex, neuron, ensembles, computer morphometry.

Известно, что двигательная кора большого мозга, очень рано созревающая в онтогенезе, играет большую роль на всех этапах жизни человека, в том числе и в сложном подростковом возрасте, т.к. она осуществляет восприятие, анализ и синтез внешних раздражителей и поддерживает процессы саморегуляции в организме [17, 21].

В последние годы большое внимание уделяется модульной организации коры и нейронных ансамблей [3, 4, 8, 14, 24, 25]. Структурным модулем ансамбля является объединение нейронов по вертикали в форме колонки или цилиндра [10]. Знания о структуре нейронных ансамблей в двигательной области коры, особенно в возрастном плане, очень ограничены и спорны. Нами не обнаружено также данных о структурных преобразованиях архитектоники ансамблей в изученных зонах коры большого мозга человека в детском и подростковом возрастах.

Контакты: ¹ Шумейко Н.С., E-mail:

Исходя из вышеизложенного, нами была поставлена задача изучить возрастные особенности ансамблевой организации в двигательной области коры большого мозга у подростков от 13 до 16 лет методом компьютерной морфометрии.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом послужили 25 полушарий головного мозга 19 подростков от 13 до 16 лет. После фиксации мозга в 12%-ном нейтральном формалине на вершине предцентральной извилины выделяли поля 4р, 6 и бор в соответствии с цитоархитектонической картой Института мозга АМН СССР (1949). Из залитых в парафин блоков на микротоме делались срезы толщиной 10 микрометров (мкм) (с каждого блока по 8-10 стекол с 3-4 срезами на каждом), которые окрашивались крезоловым фиолетовым по Нисслию. Часть препаратов импрегнировалась по Гольджи с последующей заливкой в целлоидин.

Изучены основные качественные (форма гнездных группировок, композиция и состав входящих в группировки пирамидных нейронов) и количественные показатели: ширина, высота, площадь профильного поля (ППКГ) клеточных группировок III слоя. Основой для полуавтоматического выделения гнездных группировок служил принцип близкого взаиморасположения нейронов. На каждый возраст приходилось от 2 до 4 случаев и от 50 до 70 измеренных группировок. Измерения производили, используя систему интерактивного анализа изображений «Armgistol» (Лаб-метод) на базе микроскопа Nikon Eclipse E-200 и цветной видеокамеры CCD-camera.

Обработка количественных данных проводилась методами вариационной статистики. Доверительный интервал (L) средних арифметических величин (M) рассчитан по таблицам Р.Б. Стрелкова [19] при $P < 0,05$. Полученные цифровые данные приводятся в таблице.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для нейрональных ансамблей характерной чертой структурной организации является упорядоченность нейронных группировок и развитие внутри- и межансамблевых взаимосвязей [2]. Благодаря развитию апикальных дендритов, эфферентных аксонов и афферентных волокон в полях двигательной коры в период от 13 до 16 лет в клеточных колонках усложняются взаимосвязи по вертикали. Особенно тесные контакты между нейронами выявляются в III³ подслое и V слое. Связи по горизонтали усиливаются за счёт интенсивного развития с возрастом боковых дендритов.

По своей цитоархитектонике поле 4р существенно отличается от полей 6 и бор наличием в V слое на фоне мелких и средних пирамидных нейронов крупных пирамидных нейронов с многочисленными базальными и боковыми дендритами, расположенных по одному или группами из 2-4 нейронов и называемых клетками Беца. В период от 13 до 16 лет темпы роста и дифференцировки нейронов во всех слоях коры поля 4р замедляются. В отличие от поля бор в поле 4р пирамидные нейроны имеют более вытянутую форму, особенно в III и V слоях. Пирамидные нейроны в поле 4р предцентральной области коры большого мозга подростков

имеют типичную форму, мощные толстые многократно ветвящиеся апикальные и развитые базальные дендриты с шипиками.

В поле бор изменение формы и размеров пирамидных нейронов происходит более длительно, чем в других полях двигательной коры. Пирамидные нейроны III слоя в поле бор имеют правильную пирамидную форму, крупное светлое ядро, длинные и толстые апикальные дендриты, ветвящиеся часто недалеко от тела нейрона, и небольшое количество базальных дендритов с ветвями 3-8 порядков.

Компьютерное исследование нейронных группировок проводилось в III слое двигательной коры, где, как известно, осуществляются наиболее сложные формы анализа сенсорной информации в пределах нейронного ансамбля. Слой III дает начало наиболее мощно развитой системе ассоциативных связей коры, играющих большую роль в сложных механизмах интегративной деятельности [1, 4].

В центральном (первичном) поле 4p двигательной коры средняя площадь профильных полей клеточных группировок (ППКГ) в 13 лет составляет $3600,14 \pm 219,63$ мкм², ширина группировки – $49,41 \pm 1,67$ мкм, высота группировки – $72,14 \pm 3,01$ мкм.

ТАБЛИЦА

Изменение с возрастом ширины, высоты (в мкм) и площади профильных полей гнездных группировок (в мкм²)

Поле	Возраст	Ширина Группировки	Высота группировки	Площадь Группировки
4p	13 лет	$49,41 \pm 1,67$	$72,14 \pm 3,01$	$3600,14 \pm 219,63$
	14 лет	$52,90 \pm 1,82$	$71,48 \pm 2,72$	$3798,57 \pm 187,05$
	15 лет	$48,67 \pm 2,08$	$72,85 \pm 4,90$	$3566,33 \pm 253,39$
	16 лет	$50,42 \pm 2,29$	$75,72 \pm 3,76$	$3834,64 \pm 265,81$
6	13 лет	$47,43 \pm 0,85$	$82,22 \pm 1,20$	$3902,37 \pm 81,15$
	14 лет	$49,96 \pm 0,94$	$86,91 \pm 1,81$	$4311,55 \pm 104,72$
	15 лет	$48,25 \pm 0,98$	$95,65 \pm 2,23$	$4576,98 \pm 125,08$
	16 лет	$57,41 \pm 1,90$	$86,62 \pm 2,32$	$4935,03 \pm 158,05$
бор	13 лет	$47,67 \pm 2,16$	$66,20 \pm 3,64$	$3211,11 \pm 289,75$
	14 лет	$51,31 \pm 3,22$	$70,49 \pm 3,54$	$3630,76 \pm 284,28$
	15 лет	$52,30 \pm 3,17$	$78,85 \pm 3,76$	$4106,05 \pm 287,92$
	16 лет	$49,57 \pm 2,24$	$71,03 \pm 4,99$	$3546,81 \pm 325,80$

Входящие в группировки в среднем 6-9 (от 5 до 13) нейронов более крупные и разнородные, чем в предыдущие годы, располагаются близко друг к другу. В период от 13 до 16 лет продолжается увеличение количества, размеров и разнородности пирамидных нейронов в гнездных группировках, благодаря чему изменяется форма группировок: преобладающими становятся овальные и эллипсоидные нейронные группировки. Площадь ППКГ за этот период изменяется незначительно и в 16 лет составляет $3834,64 \pm 265,81$ мкм². Высота группировки увеличивается до $75,72 \pm 3,76$ мкм.

В поле 6 преобладающими являются гнездные группировки эллипсоидной формы, в состав которых входит 5-6 (от 3 до 8) пирамидных нейронов, больших

по размерам по сравнению с другими полями двигательной коры. Кроме гнёздных группировок выявляются и лестничные группировки. По данным компьютерного анализа в 13 лет площадь ППКГ составляет $3902,37 \pm 81,15$ мкм², постепенно повышается в 14-15 лет за счёт увеличения высоты группировок и достигает достоверного максимума в 16 лет ($4935,03 \pm 158,05$ мкм²) (таблица). Ширина группировки в 13 лет – $47,43 \pm 0,85$ мкм, значительно увеличивается к 16 годам до $57,41 \pm 1,90$ мкм, высота группировки в 13 лет – $82,22 \pm 1,20$ мкм, а максимума достигает в 15 лет ($95,65 \pm 2,23$ мкм).

Во вторичном поле бор двигательной коры в 13 лет средняя площадь ППКГ составляет $3211,11 \pm 289,75$ мкм², ширина группировки – $47,67 \pm 2,16$ мкм, высота группировки – $66,20 \pm 3,64$ мкм. Входящие в группировки от 4 до 11 (в среднем 6-8) нейронов более крупные и разнородные, чем в предыдущих возрастах, располагаются близко друг к другу. На препаратах, импрегнированных по Гольджи, отчетливо видно, что пирамидные нейроны III слоя имеют правильную форму, длинные и толстые апикальные дендриты, ветвящиеся недалеко от тела нейрона, и небольшое количество (по сравнению с пирамидными нейронами поля 4р) базальных дендритов с ветвями 3-8 порядков. Аксоны пирамидных нейронов направляются в нижележащие слои коры. Наряду с гнездными группировками выявляются и лестничные группировки. Увеличение плотности расположения нейронов в группировках, очевидно, связано с нарастанием волокнистого компонента в коре, что было нами определено ранее с помощью методов стереологии [22]. В 14-15 лет площадь ППКГ увеличивается и достигает в 15 лет $4106,05 \pm 287,92$ мкм², а затем немного снижается в 16 лет. Аналогично изменяется ширина и высота группировок (см. табл.). Группировки имеют преимущественно овальную и эллипсовидную форму, в их состав входят малые, средние и крупные пирамидные нейроны, а в 15 лет – в основном средние и крупные нейроны.

В период от 13 до 16 лет в полях двигательной области, кроме отчетливо выраженных нейронных группировок, на некоторых препаратах прослеживаются макроансамбли. Так, у подростка 13 лет в поле 4р на уровне V слоя между двумя радиальными сосудами мы наблюдали макроансамбль диаметром 240 мкм, состоящий из 5-6 колонок, на уровне II слоя его ширина составляет 320 мкм (8-10 колонок), т.е. имеет вид конуса, сужающегося к белому веществу. На этом же препарате мы наблюдали макроансамбль, включающий на уровне V слоя 10 колонок и имеющий ширину 480 мкм, на уровне II слоя – 640 мкм (13-15 колонок). На другом препарате подростка 13 лет ширина макроансамбля на уровне V слоя составляла 380 мкм (6-8 колонок), на уровне II слоя – 570 мкм (10-12 колонок). В поле 4р подростка 15 лет выявлен макроансамбль, ширина которого на уровне V слоя – 530 мкм (8-10 колонок), на уровне II слоя – 690 мкм (13-15 колонок). У подростка 14 лет на вершине извилины в поле 6 прослежен макроансамбль конусообразной формы, ширина которого на уровне III³ подслоя равна 350 мкм (8 колонок), на уровне II слоя – 460 мкм (12 колонок). В поле бор нами обнаружены макроансамбли только на боковой поверхности предцентральной извилины, где они имели вид цилиндра. Ширина этих макроансамблей на уровне II слоя составляла 280 мкм (7-8 колонок) и 470 мкм (12-14 колонок).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование центральных механизмов регуляции произвольных движений выявило, что к концу подросткового возраста формируется близкий к дефинитивному тип вовлечения переднецентральных отделов коры в реализацию двигательной деятельности [15].

Период полового созревания может быть отнесен к фазе функционального дозревания моторики и налаживания работы координационных уровней [11]. Исследования по обучению движениям и дифференцировкам школьников от 7-8 до 16-17 лет позволили сделать вывод, что возрастное развитие двигательного анализатора и систем управления движениями к 13 годам в основном завершается [12]. По мнению М.М. Безруких [9], к 14 годам созревание различных функциональных механизмов зрительно-моторной координации, обеспечивающих выполнение двигательного действия в основном заканчивается, и школьники этого возраста демонстрируют тип двигательного управления, присущий взрослому человеку.

В деятельности двигательной коры можно выделить единый системный принцип, который заключается в том, что жесткие структурно организованные нейронные модули могут включаться в различные функциональные объединения для выполнения целевых движений [6, 7]. Структурный модуль сенсомоторной коры характеризуется гнёздным расположением эфферентных пирамид, дендритными пучками и наличием всех предпосылок для синхронной активации всех его компонентов и формирования эфферентного залпа [5]. С физиологической точки зрения модуль является основной единицей активности в новой коре, служащей для обработки и распределения сигналов [23].

В двигательной коре нейронные группировки, образующие модули, отличаются по размерам, форме, количеству и типам нейронов, входящих в их состав. Композиция группировок различна в разных полях и в слоях каждого из полей сенсомоторной зоны. Так, в III³ подслое поля 4p наблюдаются как гнёздные, так и лестничные группировки, состоящие в среднем из 4-5 нейронов, что совпадает с данными Е.М. Сысовой с соавт. [20]. В поле 6 небольшие гнёздные и лестничные группировки чаще образованы меньшим количеством нейронов. В поле 6b вертикальная упорядоченность клеток выражена лучше, чем в полях 4p и 6, а количество нейронов в группировках одинаково.

Крупные пирамидные нейроны III и V слоёв могут устанавливать связи со всеми нейронами клеточной колонки, чем, очевидно, достигается полная и надёжная реализация функционального взаимодействия нейронов [3, 18].

В процессе исследования было выявлено, что в ходе онтогенеза происходит перегруппировка нейронного состава слоя III по размерам нейронов. Сложные структурные преобразования группировок нейронов – одного из основных компонентов нейро-глио-сосудистого ансамбля – в изученных полях в период от 13 до 16 лет происходят по-разному и различаются по композиции нейронов. Специализацией различных группировок обусловлены межнейронные взаимодействия внутри вертикального ансамбля. Конфигурация модулей, их размеры и, следовательно, количество входящих в них нейронов непостоянно и определяется спецификой афферентных сигналов – задач, для решения которых мобилизуется соответствующий конкретный ансамбль нейронов [16].

По нашим данным в период от 13 до 16 лет продолжается увеличение количества, размеров (до средних и крупных) и разнородности пирамидных нейронов в гнёздных группировках, благодаря чему изменяется форма нейронных группировок: преобладающими становятся овальные и эллипсоидные группировки. Увеличение плотности расположения нейронов в группировках в III слое полей двигательной коры, очевидно, связано с нарастанием волокнистого компонента, что было нами определено с помощью стереологических методов.

С помощью метода компьютерного анализа оптических изображений нами получены данные о количественных изменениях гнёздных группировок нейронов III³ подслоя полей 4р, 6 и 6ор предцентральной области коры большого мозга подростков от 13 до 16 лет, что позволило выявить ряд особенностей формирования элементов ансамблевой организации этих областей коры в столь важный период развития человека. Наименьшие величины профильных полей нейронных группировок отмечены нами в поле 4р, наибольшие – в поле 6.

Значимое увеличение площади ППКГ отмечено в поле 6 к 14 и 16 годам, в поле 6ор – к 15 годам с последующим уменьшением к 16 годам, а в поле 4р существенных изменений не наблюдается. К 16 годам микроархитектоника коры изучаемых областей достигает такого уровня развития, что является структурной основой ее высокой функциональной специализации как единого целого. В двигательной коре подростков от 13 до 16 лет во всех изученных нами полях мы наблюдали ансамбли нейронов, распределяющиеся в соответствии с соматотопическим принципом и имеющие форму конуса, сужающегося к белому веществу. В макроансамблях сенсомоторной коры количество колонок нейронов изменяется от слоя к слою: на уровне V слоя наблюдается 6-8 колонок в ансамбле, а на уровне II слоя – 13-18 колонок, что было показано ранее А.М. Антоновой на взрослых людях [2] и В.Н. Казаковым с соавт. [13]. Становление ансамблевой организации коры повышает надёжность осуществления физиологических функций.

Завершение процесса полового созревания у юношей и девушек синхронно сочетается с построением в коре большого мозга сложнейших структурных композиций для осуществления его аналитической и интегративной деятельности. Надёжность постепенно усложняющейся интегративной деятельности корковых формаций структурно обеспечивается не только усложнением цито-, фибро- и глиоархитектоники неокортекса, но и возрастающим дублированием структурных компонентов, обеспечивающих резервирование и взаимозаменяемость.

Таким образом, структурные преобразования нейронных ансамблей осуществляются в различных полях двигательной коры по единому принципу, но в разные сроки, с разным количественным и качественным представительством каждого из структурных компонентов. В период от 13 до 16 лет продолжается усложнение ансамблевой организации полей предцентральной области коры большого мозга человека, что обеспечивает совершенствование регуляторных механизмов и повышение адаптационных возможностей организма подростков.

ВЫВОДЫ

1. В период от 13 до 16 лет гнёздные группировки функционально различных полей двигательной области коры большого мозга человека, являющиеся частью

модуля ансамбля нейронов, различаются по своим качественным и количественным показателям.

2. Средняя площадь профильных полей нейронных группировок в поле 6 сенсомоторной коры выше, чем в полях 4р и бор, что объясняется более крупными размерами пирамидных нейронов, составляющих эти группировки.

3. В период от 13 до 16 лет значимое увеличение площади ППКГ отмечено в поле 6 к 14 и 16 годам, в поле бор – к 15 годам, а в поле 4р существенных изменений не наблюдается. К 16 годам микроархитектоника коры изучаемых полей достигает такого уровня развития, что является структурной основой её высокой функциональной специализации как единого целого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адрианов О.С. Структурные преобразования коры большого мозга человека в пренатальном и раннем постнатальном онтогенезе / О.С. Адрианов, В.С. Кесарев, О.В. Борисенко. // Мозг и поведение младенца. – М.: Ин-т психологии РАН, 1993. – С. 30-57.

2. Антонова А.М. Ансамблевая организация двигательной области коры мозга взрослого человека // Архив анат., гистол. и эмбриологии. – 1977. – Т. 73, №11. – С. 22-23.

3. Антонова А.М. Структурные основы функциональной организации нейроглио-сосудистых ансамблей коры большого мозга: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 1985. – 32 с.

4. Бабминдра В.П. Структура и модели нейронных комплексов головного мозга: монография / В.П. Бабминдра, Т.А. Брагина, И.П. Ионов [и др.]. – Л.: Наука, 1988. – 96 с.

5. Батуев А.С. Механизмы участия сенсомоторной коры в управлении движениями // Физиол. журнал СССР. – 1977. – Т. 63, №2. – С. 239-245.

6. Батуев А.С. Нейрофизиология коры головного мозга. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. – 213 с.

7. Батуев А.С. Модули корковых нейронов и их «самосборка» /А.С. Батуев, В.П. Бабминдра, Г.В. Колла // Журнал высш. нервн. деятельности. – 1991. – Т. 41, №2. – С. 221-230.

8. Батуев А.С., Таиров О.П. Мозг и организация движений. – Л., 1978. – 138 с.

9. Безруких М.М. Возрастные особенности произвольной регуляции движений // Физиология развития ребёнка: Руководство по возрастной физиологии. – М.: Изд-во Моск. психолого-соц. ин-та.; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2010. – Гл. 7. – С. 369-436.

10. Бережная Л.А. Первичные структурные модули дорсальных ядер таламуса и моторной коры человека // Морфология. – 2006. – Т. 129, №1. – С. 24-29.

11. Бернштейн Н.А. Физиология движений и активность. – М.: Наука, 1990. – 495 с.

12. Бишаева А.А. Совершенствование сенсомоторики у молодежи в связи с подготовкой к современным видам труда: автореф. дис. ... докт. пед. наук. – Уфа, 1994. – 114 с.

13. Казаков В.Н. Колонки в коре головного мозга (морфофункциональный аспект) / В.Н. Казаков, Н.И. Шевченко, В.Т. Пронькин // Успехи физиол. наук, 1979. – Т. 10, №4. – С. 96-115.
14. Кириченко Е.Ю. Роль щелевых контактов в локальном ритмогенезе корковых колонок / Е.Ю. Кириченко, П.Е. Повилайтите, А.Г. Сухов // Морфология. – 2008. – Т. 133, №1. – С. 31-34.
15. Любомирский Л.Е., Безруких М.М. Возрастные особенности двигательной функции//Физиология подростка. – М.:Педагогика,1988. – Гл. II. – С. 36-52.
16. Новожилова А.П., Бабминдра В.П. Нейронная теория и новые концепции строения нервной системы // Морфология. – 1996. – Т. 110, №4. – С. 7-16.
17. Саркисов С.А. Структурные основы деятельности мозга. – М., 1980. – 295 с.
18. Семёнова Л.К. Структурные преобразования коры большого мозга человека в постнатальном онтогенезе / Л.К. Семёнова, В.А. Васильева, Т.А. Цехмистренко // Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. – Л.: Наука, 1990. – С. 8-44.
19. Стрелков Р.Б. Экспресс-метод статистической обработки экспериментальных и клинических данных. – М.: Изд. П МОЛГМИ, 1986. – 86 с.
20. Сысоева Е.М. Количественные показатели модульной организации слоя III^2 и III^3 поля 4 коры головного мозга у приматов и человека / Е.М. Сысоева, З.Г. Брыксина., Л.А. Бережная // Структурно-функциональные, нейрохимические и иммунохимические закономерности асимметрии и пластичности мозга. – М.: Изд-во ИКАР, 2007. – С. 615-618.
21. Фарбер Д.А. Введение // Физиология подростка. – М., 1988. – С. 3-5.
22. Цехмистренко Т.А., Васильева В.А., Шумейко Н.С., Вологиров А.С. Количественные изменения фиброархитектоники коры большого мозга человека от рождения до 12 лет //Морфология. – 2003. – Т. 124, №4. – С. 20-24.
23. Чораян О.Г. Нейронный ансамбль // Успехи физиологических наук. – 1989. – Т. 20, №2. – С. 75-95.
24. Mountcastle V.B. Chapter 3. Cells and local networks of the neocortex // In: Perfectual Neuroscience. The cerebral cortex. – Cambridge, Massachusetts: Harward University Press, 1998. – 486 p.
25. Szentagothai J. The modular architectonic principle of neural centers // Rev. Physiology, Biochemistry and Pharmacology. – 1983. – V. 98. – P. 11-61.

ДЛИНА И МАССА ТЕЛА У ДЕТЕЙ 5-11 ЛЕТ В Г. МОСКВЕ

К.В. Орлов¹

Институт возрастной физиологии РАО, Москва

В кросс-секционном исследовании детей 5-11-летнего возраста общеобразовательных учреждений г. Москвы (N=2453) изучена зависимость длины тела от возраста, а массы тела – от длины тела. На основании анализа данных мы даем процентильные таблицы, описывающие длину и массу тела детей 5-11 лет в современной Москве.

Ключевые слова: дети, длина тела, масса тела, возраст, процентиля, статистические нормы, возрастные нормы.

Height and weight 5-11-years-old children in Moscow. *The cross-sectioned research on 5-11-year-old children of Moscow comprehensive schools (N=2453) was aimed at studying the dependence of height from age and body weight from height. According to the received data special percentile tables were made. These tables describe height and body weight of children at this age.*

Key words: children, height, body weight, age, percentiles, statistic norms, age norms.

Антропометрическую статистику, в особенности – касающуюся детей, требуется время от времени обновлять. Исторические сдвиги в стране и в городе – биологические, экологические и экономические – влияют на развитие ребенка и довольно быстро старят статистические «нормы» (параметры уровня и изменчивости) показателей вроде длины или масса тела; примеры можно найти в [1,2]. Вспомним только три фактора: акселерация, благополучие и миграция. Акселерация как тренд продолжается, делая подростков все более высокими. Относительное неблагополучие (в питании главным образом) конца 80-х – начала 90-х годов прошлого века в России способствовало появлению сравнительно «хилых» и «мелких» детей, что на время затемнило эффект акселерации. Характерная же для наших дней иммиграция из регионов и зарубежья в крупные российские города, особенно Москву, сделала состав учащихся местных общеобразовательных школ менее туземным, чем это было в прежние десятилетия, а ведь антропометрические характеристики пришельцев заведомо не такие, как у коренных жителей. В этой связи предупредим читателя, что наше исследование не антропологическое (контролирующее этнический фактор), мы просто сделали снимок с учащихся, какие они попадают на сегодняшний день в Москве.

Статистические «нормы» зависят от – кроме упомянутых действительных причин – причин еще методологических. Ученые, наблюдающие популяцию и выводящие статистические нормы, могут расходиться в методах своего вывода, например на этапе анализа данных, и это становится дополнительным источником несоответствий между цифрами, публикуемыми в разные годы или разными авторами. В конце статьи мы вернемся к этому, а сейчас объявим, что подход к оценке статистических параметров длины и массы тела, который используем в данной работе мы, это подход моделирующий и процентильный. Моделирующий, потому

Контакты: ¹ Орлов К.В.: E-mail: <kior@comtv.ru>

что центральную тенденцию мы не измеряем, а оцениваем регрессионно. Процентильный, потому что центральная тенденция для нас – медиана, и степень удаленности от нее мы выражаем не стандартным отклонением («сигмой») а процентильно. Анализ, исполненный нами, есть лишь один из множества возможных подходов и не претендует ни на универсальность, ни на безупречность.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2006-2011 г. мы собрали сведения о длине и массе тела у 2453 детей обычных образовательных учреждений в Москве (11 детских садов и 11 школ). Все дети представлены в данных однократно: наше исследование кросс-секционное, а не лонгитюдное. Показатели измерялись нами стандартными ростомером и весами (соответствующим ГОСТ 29329-92). Возраст ребенка на момент замера был известен точно, в днях с момента рождения. Как принято в гигиене, возраст в годах исчисляем в данной статье календарно, или *центрованно*. Центрованное исчисление означает, что, например, 7-летним считается индивид, которому 7 лет либо исполнится через полгода или менее того, либо исполнилось полгода назад или менее того. Данные оказались хорошо сбалансированы в возрастном отношении: форма распределения возрастного отклонения в днях от возраста «ровно столько-то лет» почти равномерная для всех возрастных уровней: 5, 6, 7, 8, 9, 10 и 11 лет. Также, данные позволяют объединить наши 22 образовательных учреждений в единый массив без слежения за фактором «образовательное учреждение» в анализе: линейная смешанная модель с фиксированным фактором «возрастная группа» и случайным фактором «образовательное учреждение» показала, что эффект на длину тела значим у «возрастная группа» и взаимодействия «возрастная группа * образовательное учреждение», но не значим у «образовательное учреждение».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Описательная статистика

Средняя, медиана, межквартильный диапазон длины и массы тела у мальчиков и девочек каждого возрастного уровня отображены в **таблице 1** и на **рисунке 1**.

Таблица 1

Длина (см) и масса (кг) тела детей выборки: средняя±ошибка

	5 лет		6 лет		7 лет		8 лет		9 лет		10 лет		11 лет	
	Мал.	Дев.	Мал.	Дев.	Мал.	Дев.	Мал.	Дев.	Мал.	Дев.	Мал.	Дев.	Мал.	Дев.
Длина	111.7 ±.5	111.7 ±.6	117.7 ±.5	117.2 ±.5	124.5 ±.4	123.3 ±.4	129.5 ±.4	128.1 ±.4	134.5 ±.5	134.4 ±.6	139.3 ±.6	138.4 ±.5	144.2 ±.6	145.4 ±.6
Масса	19.6 ±.2	20.1 ±.3	22.4 ±.3	21.7 ±.4	25.9 ±.4	25.0 ±.3	28.4 ±.4	26.9 ±.4	32.3 ±.6	31.4 ±.5	35.8 ±.6	35.4 ±.7	39.1 ±.8	39.8±. 8
N	120	100	128	109	300	261	234	214	161	166	179	210	133	138

Примечание: жирным выделены значимые различия между полами в одном и том же возрасте (критерий Стьюдента; двустор. $p < .05$).

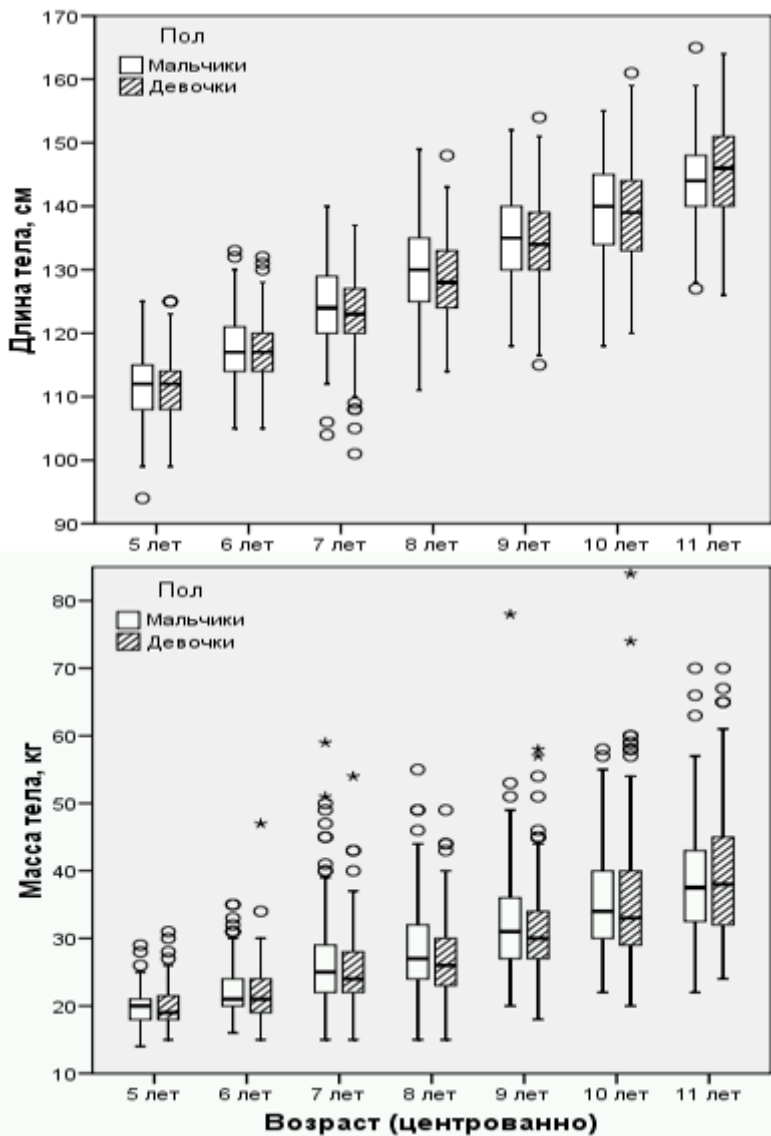


Рис. 1. Коробчатые диаграммы, показывающие длину и массу тела с их изменчивостью у детей от 5 до 11 лет

Медиана показана горизонтальной чертой внутри коробки. Высота коробки соответствует межквартильному диапазону, а весь диапазон соответствует размаху усов (за вычетом особо отклоняющихся наблюдений, показанных кружками/звездочками)

Из таблицы видно, что мальчики имеют тенденцию быть немного выше девочек (в возрасте 7-8 лет – значимо), кроме возраста 11 лет, где уже девочки превосходят ростом мальчиков. Мальчики несколько тяжелее девочек (в 8 лет – значимо), кроме возраста 5 лет и 11 лет.

Подготовка к моделированию

Мы станем моделировать зависимость длины тела от возраста и зависимость массы тела от длины тела. Обратите внимание на форму облака данных на **рисунке 3**: оно чуть утолщается слева направо – изменчивость, каковым является наше, гетероскедастичность есть неприятный сюрприз. Дело в том, что (см. **рисунок 2**) в гомоскедастичном облаке длины тела увеличивается с возрастом. Утолщение облака слева направо, более выраженное, есть и на **рисунке 5** – изменчивость массы тела увеличивается с увеличением длины тела. Подобная неодинаковость изменчивости зависимой переменной вдоль независимой переменной называется в статистике гетероскедастичностью, а одинаковость – гомоскедастичностью. В статистико-нормативном исследовании облаке для оценки «ненормальности» индивидов, т.е. силы их отклоненности от центральной тенденции («нормы»), достаточно будет использовать одно-единственное распределение для любого индивида – краевое (полное) распределение регрессионных остатков, и это вполне может быть *наблюдаемое* их распределение, ввиду массивной выборки. В условиях же гетероскедастичности для такой оценки надо использовать локальные (условные, как говорят в статистике) распределения остатков. Однако полагаться на *наблюдаемые* локальные распределение нельзя по причине нехватки данных в локусах; *моделировать* же локальные распределения может оказаться трудоемким делом. От гетероскедастичности надо избавиться посредством преобразования данных, и после в гомоскедастичном облаке останется моделировать только «норму».

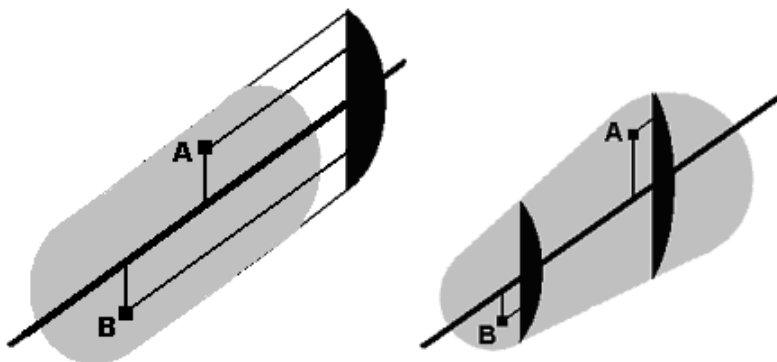


Рис. 2. Гомоскедастичное облако (слева) и гетероскедастичное (справа). При гомоскедастичности можно использовать единое распределение отклонений (черный полумесяц) для оценки силы отклонения любой точки данных. При гетероскедастичности для такой оценки приходится полагаться на локальные распределения отклонений

Поскольку увеличение с возрастом изменчивости длины тела идет заодно с увеличением уровня длины **тела, – технически**, межквартильный диапазон коррелирует с медианой (**рисунок 1**), – то сблизить изменчивость у возрастных групп поможет степенное преобразование, надо только подобрать степень, нивелирующую коррелированность. Мы возвели длину тела (см) у мальчиков в степень – .314, а у девочек в степень –1.434, после чего облако данных у тех и у других стало практически гомоскедастичным. Аналогичную операцию проделали с массой (кг): возведя ее в степень –.872 (вся выборка, игнорируя пол), устранили корреляцию изменчивости с уровнем, и тем уподобили изменчивость у возрастных групп; а т.к. возраст связан с длиной тела, это возведение в степень сделало облако данных массы практически гомоскедастичным вдоль оси «длина тела» (см. **рисунок 4** в сравнении с **рисунок 5**).

Моделирование длины тела возрастом

Преобразованные возведением в степень данные длины тела были подвергнуты регрессионному анализу с независимой переменной возраст (выраженный в тысячах дней, т.е. килоднях, прошедших со дня рождения испытуемого). Анализ делался для мальчиков и девочек раздельно. Предварительная локальная регрессия наименьших квадратов (LOESS) показала, что линия предсказания в преобразованных данных у обоих полов слегка С-образно изогнута. Поэтому в основной регрессии решено употребить квадратную модель вида $Y = a + b \cdot X + c \cdot X^2$. В этой регрессии мы минимизировали *сумму абсолютных остатков*, а не сумму квадратов остатков. Объяснение то, что минимизация абсолютных остатков аппроксимирует условную медиану, тогда как минимизация квадратов остатков аппроксимирует условную среднюю. Аппроксимация медианы, а не средней, отвечает процентильному подходу.

Т.к. наши возрастные группы имеют разное число испытуемых (см. таблицу 1), регрессия проделывалась многократно (по 30 раз с каждым полом), каждый раз со случайным отбором по 100 испытуемых данной возрастной группы. В итоге полученные 30 параметров **a**, **b**, **c** усреднены в окончательные.

Для мальчиков регрессионное уравнение получилось такое (длина в см, возраст в килоднях):

$$\text{длина}^{-.314} = .253149248 - .016381020 \cdot \text{возраст} + .001394247 \cdot \text{возраст}^2$$

Для девочек:

$$\text{длина}^{-1.434} = .001654266 - .000318654 \cdot \text{возраст} + .000026031 \cdot \text{возраст}^2$$

Если теперь снять с левой части степень, т.е. возвести правую часть в степень -1/.314 и -1/1.434 соответственно, то получим регрессионные линии в терминах исходной, непреобразованной длины тела. Эти две регрессионные линии показаны на **рисунке 3**.

Видим, что для девочек линия предсказания практически прямая, тогда как для мальчиков она заметно изогнута. В районе между 6 и 10 годами линия мальчиков находится над линией девочек – в этом возрасте, в 8 лет особенно, мальчики превосходят ростом девочек. После 10 лет линия мальчиков находится ниже линии девочек – девочки превосходят ростом мальчиков. Можно заключить, что в возрастной период до 8 лет мальчики растут быстрее девочек и начинают опережать их, но затем темпы роста у мальчиков замедляются, тогда как у девочек –

нет. Как известно, девочки в 10-11 лет вступают в пубертат, и это вступление поддерживает темпы их роста на прежнем уровне. Мальчики к 10 годам исчерпывают свой прежний ростовой темп, а до вступления в пубертат им еще ждать 2 года. Когда они вступят в него, они снова начнут набирать темп. Мы не будем обсуждать находки в свете накопленных в науке знаний о развитии ребенка, поскольку это не входит в задачу статьи.

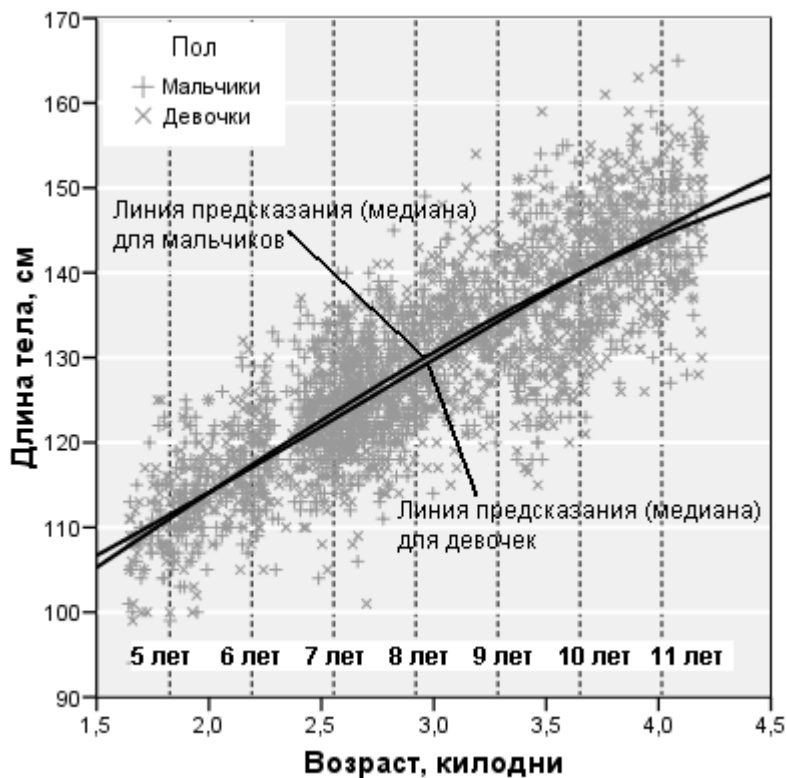


Рис. 3. Зависимость длины тела от возраста у детей 5-11 лет: облако данных и линии предсказания

Моделирование массы тела длиной тела

Преобразованные возведением в степень данные массы тела мы подвергли регрессионному анализу с независимой переменной длина тела. Но прежде явилась необходимость решить, будет ли это моделирование в каждой возрастной группе отдельное, или лучше одна модель на все группы. Локальная регрессия наименьших квадратов (LOESS), сделанная с каждой из 7 возрастных групп, продемонстрировала хорошее подчинение групп одной закономерности, – обратите внимание (**рисунок 2**, в центре), что 7 линий предсказания образовали плотную тонкую «вязанку». Это аргумент в пользу единой модели. «Вязанка» искривлена, что рекомендует использовать например квадратное уравнение $Y = a + b \cdot X + c \cdot X^2$. Добавочный резон за единую модель следующий. На том же рисунке, на пе-

риферии показана линейная регрессия с каждой из 7 возрастных групп. Мы уже знаем, что зависимость нелинейная, поэтому расхождение линий на графике не удивляет. Обратим внимание на другое. Веер линий разворачивается в определенном порядке: 11 лет, 10 лет, 9 лет и т.д., что вполне ожидаемо в нашем S-образном облаке, ведь чем старше индивид, тем правее в облаке он вероятно находится, т.к. склонен быть более высокорослым. Между тем обнаруживаем, что линии для 5-летних и 6-летних нарушают порядок: против ожидаемого, крайней снизу оказалась линия 6-летних, а не 5-летних, причем линия 6-летних сильно оторвана от остальных. О чем это может говорить? О том, что наша подвыборка 6-летних не вполне хорошо вписывается в общую закономерность, что она – особенная и имеет какое-то смещение, артефакт. В этих условиях – совершенно очевидно – нельзя было бы отважиться на специальное моделирование для 6-летних, тогда как общее для всех возрастов моделирование – делать допустимо, ибо «неправильность» 6-летних компенсируется «правильностью» остальных. Итак, модель будет одна на все наши возрастные группы.

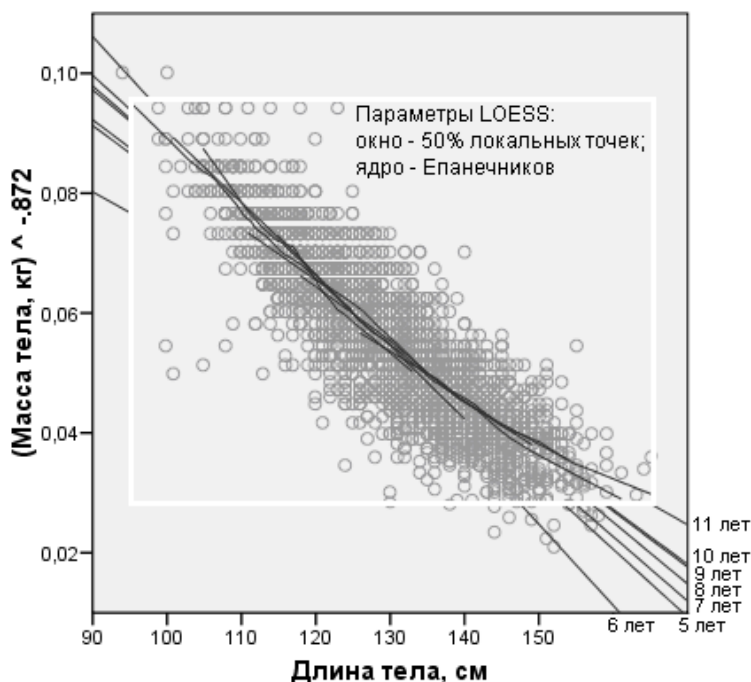


Рис. 4. Зависимость (преобразованной) массы тела от длины тела: облако данных и, для каждого возраста, линии предсказания (регрессия LOESS – внутри белой рамки, линейная регрессия – вне белой рамки).

После описанной разведки проделана основная регрессия массы по длине: квадратная модель с минимизацией суммы абсолютных остатков, как было и при моделировании длины возрастом (см. выше). Как и там, регрессия исполнена многократно (по 30 раз с каждым полом), каждый раз со случайным отбором по 100 испытуемых данной возрастной группы. В итоге полученные параметры **a**, **b**,

с усреднены в окончательные. Оказалось, что модели мальчиков и девочек практически не различаются, так что можно говорить об одной-единственной для обоих полов и всех возрастов от 5 до 11 лет зависимости массы от длины. Регрессионное уравнение вышло такое (масса в кг, длина в см):

$$\text{масса}^{-.872} = .290987380 - .002624574 * \text{длина} + .000006242 * \text{длина}^2$$

Если теперь снять с левой части степень, т.е. возвести правую часть в степень $-1/.872$, то имеем регрессионную линию в терминах исходной, непретворенной массы тела. Это есть средняя линия на **рисунке 5**.

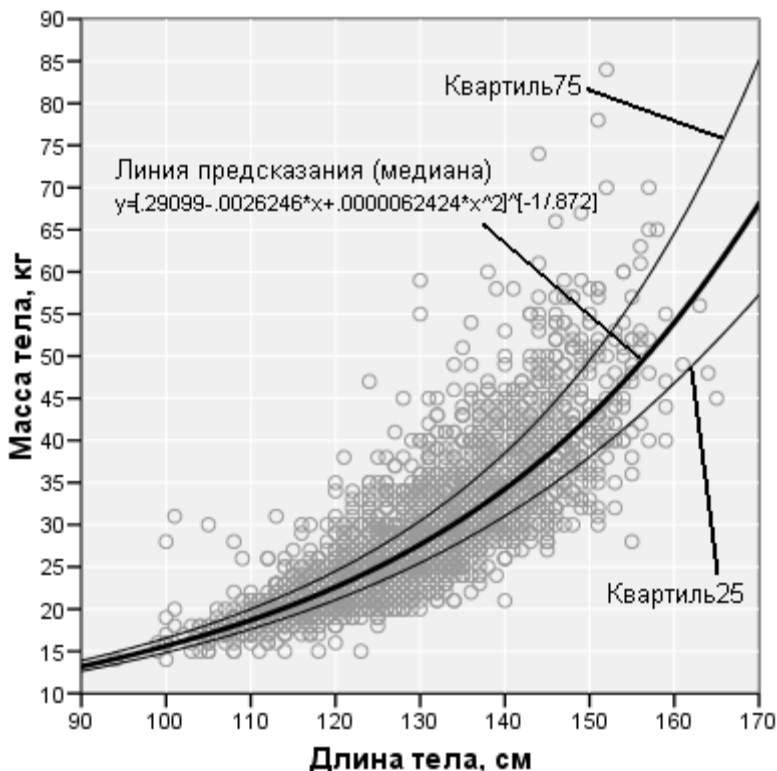


Рис. 5. Зависимость массы тела от длины тела у детей 5-11 лет: облако данных и линия предсказания

Процентильные таблицы

Предоставим наконец процентильные распределения длины тела и массы тела, вытекающие из собранных данных и проделанного анализа. Эти цифры, вероятно, могут претендовать на роль статистических норм для нынешней популяции московских детсадовских и школьных детей 5–11 лет. В **таблице 2** – длина тела в зависимости от возраста, для мальчиков и девочек раздельно. В **таблице 3** – масса тела в зависимости от длины тела. В анализе массы тела мы получили соображения в пользу единой модели для всех возрастов и не нашли сколько-нибудь достойных различий между закономерностями мальчиков и девочек. То, что маль-

чики в 8-летнем возрасте весят значимо больше девочек (см. **таблицу 1**), объясняется исключительно тем, что мальчики в это время чуть крупнее, выше ростом.

Определено 11 процентилей (1-я, 3-я, 5-я, 15-я, 25-я, 50-я, 75-я, 85-я, 95-я, 97-я, 99-я – такие процентиля использует ВОЗ [4]) в крайнем распределении регрессионных остатков. Эти 11 процентилей делят весь диапазон распределения соответственно на 12 процентильных групп. Значения процентилей регрессионных остатков показаны в ряду *res* (когда мы вычисляли эти значения, мы взвесили выборку так, чтобы испытуемых всех семи возрастных категорий было поровну). Регрессионные предсказанные значения положены в столбец *pre*. Сумма значения *pre* и значения *res*, из которой извлечена степень, в какую первоначально возводились данные, и есть искомое значение, показанное внутри таблицы.

Как пользоваться таблицей? Пусть некий мальчик Петя, которому 6 $\frac{1}{2}$ лет (возраст, напомним, следует исчислять центрованно), имеет рост 114 см. В таблице для мальчиков видим, что для возраста 6.5 лет иметь длину тела 114 см значит попасть в процентильную группу, ограниченную 5-й и 15-й процентилю, что надо понимать так, что рост Пети выше, чем у 5% самых низкорослых мальчиков, но не выше, чем у 15% самых низкорослых мальчиков. (Если бы рост Пети был 120 см, он бы почти попал на медиану, 50-ю процентилю, которая является абсолютной статистической «нормой». А 25-я и 75-я процентиля ограничивают 50% индивидов с показателем, который можно условно назвать статистически «нормальным»). Если при росте 114 см масса Пети – 22 кг, то он попадает в процентильную группу, ограниченную 75-й и 85-й процентилю, что надо понимать так, что вес его больше, чем у 75% наиболее легковесных детей, но не больше, чем у 85% наиболее легковесных детей.

Мы ознакомились с рядом недавних документов, содержащих статистические нормы длины и массы тела детей и подростков [2, 3, 5, 6]. Две работы [2, 3] почти тождественны по приведенным в них цифрам и посвящены детям московского региона. В двух других публикации мы не нашли упоминания о том, к какому региону относятся нормы.

Ни одна из этих работ, насколько мы понимаем, не изучала *длину* тела регрессионно в ее зависимости от возраста в днях. Нормы (в виде средней арифметической и стандартного отклонения [2, 3, 5] или процентилю [6]) устанавливались эмпирически путем замера в каждой возрастной группе: отдельно в группе 5-летних, отдельно в группе 6-летних, и так далее. В условиях лонгитюдного исследования, когда 5-летние и 6-летние – одна и та же выборка, это оправдано. Однако лонгитюд 579 детей, как в [2], вряд ли являет собой репрезентативную выборку, чтобы давать норму. Кросс-секционное исследование лучше в этом отношении тем, что случайные смещения в возрастных группах, составляющих выборку, взаимогасятся. Но для того, чтобы они взаимогасились, требуется не устанавливать нормы в каждой возрастной группе независимо, а делать регрессионное моделирование (как мы и делали). Либо, если уж работать с каждым возрастом отдельно, то выборка должна быть идеально случайной и огромной. Впрочем, несмотря на методологические расхождения, наши срединные нормы длины тела достаточно близки к цифрам в [2, 3, 5]: 50-я процентиля не более чем на 1 см отличается от средней, публикуемых в этих работах (сравнивать медиану и среднюю допустимо в нашем случае, т.к. форма распределения у длины тела почти симметричная). Нормы длины в [6] хуже согласуются с нашей работой и с [2, 3, 5].

Таблица 2

Процентили длины тела (см) для московских детей от 5 до 11 лет

		Процентиль										
		1-я	3-я	5-я	15-я	25-я	50-я	75-я	85-я	95-я	97-я	99-я
		МАЛЬЧИКИ										
Возраст (центрованно)	res → pre ↓	.0089738	.0066504	.0055119	.0033605	.0022089	.0000209	-.0022264	-.0033021	-.0053306	-.0062242	-.0072013
5.0 лет	.2278976	98.2	101.3	102.9	106.0	107.7	111.0	114.5	116.3	119.7	121.3	123.0
5.5 лет	.2258779	100.9	104.1	105.8	109.0	110.7	114.2	117.9	119.7	123.2	124.8	126.6
6.0 лет	.2239618	103.6	106.9	108.6	111.9	113.7	117.3	121.2	123.0	126.7	128.4	130.2
6.5 лет	.2221283	106.2	109.7	111.4	114.8	116.7	120.4	124.4	126.4	130.2	131.9	133.8
7.0 лет	.2203974	108.8	112.4	114.2	117.7	119.6	123.5	127.6	129.6	133.5	135.3	137.3
7.5 лет	.2187502	111.3	115.0	116.9	120.5	122.5	126.5	130.7	132.8	136.8	138.7	140.7
8.0 лет	.2172046	113.7	117.5	119.5	123.2	125.3	129.3	133.7	135.9	140.0	141.9	144.1
8.5 лет	.2157436	116.1	120.0	122.0	125.8	128.0	132.2	136.6	138.9	143.2	145.1	147.3
9.0 лет	.2143832	118.4	122.4	124.4	128.4	130.6	134.8	139.4	141.7	146.1	148.2	150.4
9.5 лет	.2131085	120.5	124.7	126.7	130.8	133.0	137.4	142.1	144.5	149.0	151.1	153.4
10.0 лет	.2119334	122.6	126.8	128.9	133.1	135.4	139.9	144.7	147.1	151.7	153.8	156.2
10.5 лет	.2108449	124.5	128.8	131.0	135.2	137.6	142.2	147.1	149.6	154.3	156.5	158.9
11.0 лет	.2098550	126.4	130.7	132.9	137.3	139.6	144.3	149.4	151.9	156.7	158.9	161.4

ДЕВОЧКИ												
Возраст (центрованно)	res → pre ↓	.0001959	.0001542	.0001282	.0000699	.0000458	.0000003	-.0000408	-.0000632	-.0001014	-.0001144	-.0001464
5.0 лет	.0011594	100.0	102.2	103.6	107.0	108.5	111.5	114.3	115.9	118.8	119.9	122.5
5.5 лет	.0011194	102.1	104.4	105.9	109.5	111.1	114.2	117.3	119.0	122.1	123.2	126.0
6.0 лет	.0010813	104.2	106.7	108.3	112.1	113.7	117.0	120.2	122.1	125.4	126.5	129.6
6.5 лет	.0010447	106.4	108.9	110.6	114.6	116.4	119.9	123.3	125.2	128.7	130.0	133.2
7.0 лет	.0010100	108.5	111.2	112.9	117.2	119.0	122.7	126.3	128.4	132.1	133.5	136.9
7.5 лет	.0009769	110.6	113.4	115.3	119.7	121.7	125.6	129.4	131.6	135.6	137.0	140.7
8.0 лет	.0009457	112.7	115.7	117.6	122.3	124.3	128.5	132.5	134.9	139.1	140.6	144.5
8.5 лет	.0009161	114.8	117.9	119.9	124.8	127.0	131.4	135.6	138.1	142.6	144.2	148.4
9.0 лет	.0008884	116.8	120.1	122.2	127.3	129.6	134.2	138.7	141.3	146.1	147.8	152.2
9.5 лет	.0008622	118.8	122.2	124.4	129.8	132.2	137.0	141.8	144.5	149.6	151.4	156.1
10.0 лет	.0008380	120.8	124.3	126.6	132.2	134.7	139.8	144.8	147.7	153.0	154.9	159.9
10.5 лет	.0008153	122.7	126.3	128.7	134.6	137.2	142.5	147.7	150.8	156.4	158.4	163.6
11.0 лет	.0007945	124.4	128.2	130.7	136.8	139.6	145.1	150.6	153.8	159.6	161.7	167.3

Примечания:

- Значения в столбце 50-я процентиль (она же медиана) – это значения, лежащие на линии предсказания на Рис. 3.
- *pre* = регрессионно предсказанное значение; *res* = регрессионный остаток. Процентильные нормы роста, образующие тело таблицы, посчитаны как: $(pre+res)^{(-1/.314)}$ для мальчиков и $(pre+res)^{(-1/.434)}$ для девочек.

Таблица 3

Процентили массы тела (кг) для московских детей от 5 до 11 лет

		Процентиль										
		1-я	3-я	5-я	15-я	25-я	50-я	75-я	85-я	95-я	97-я	99-я
Длина тела	res → pre ↓	.015013	.012177	.010006	.006188	.004002	.000082	.004416	.006899	.011128	.013108	.017067
	98 см	.09373	12.7	13.1	13.4	14.0	14.4	15.1	16.0	16.5	17.5	17.9
99 см	.09234	12.9	13.3	13.7	14.3	14.6	15.3	16.3	16.8	17.8	18.3	19.4
100 см	.09095	13.1	13.5	13.9	14.5	14.9	15.6	16.5	17.1	18.2	18.7	19.8
101 см	.08959	13.3	13.7	14.1	14.7	15.1	15.9	16.9	17.4	18.5	19.1	20.3
102 см	.08823	13.5	14.0	14.3	15.0	15.4	16.2	17.2	17.8	18.9	19.5	20.7
103 см	.08688	13.7	14.2	14.5	15.2	15.6	16.5	17.5	18.1	19.3	19.9	21.2
104 см	.08555	13.9	14.4	14.8	15.5	15.9	16.8	17.8	18.5	19.7	20.3	21.6
105 см	.08423	14.1	14.6	15.0	15.7	16.2	17.1	18.2	18.8	20.1	20.7	22.1
106 см	.08292	14.4	14.9	15.3	16.0	16.5	17.4	18.5	19.2	20.5	21.2	22.6
107 см	.08163	14.6	15.1	15.5	16.3	16.8	17.7	18.9	19.6	20.9	21.6	23.2
108 см	.08035	14.8	15.3	15.8	16.6	17.0	18.0	19.2	20.0	21.4	22.1	23.7
109 см	.07908	15.0	15.6	16.0	16.8	17.3	18.3	19.6	20.4	21.8	22.6	24.3
110 см	.07782	15.3	15.8	16.3	17.1	17.6	18.7	20.0	20.8	22.3	23.1	24.8
111 см	.07657	15.5	16.1	16.5	17.4	18.0	19.0	20.4	21.2	22.8	23.6	25.4
112 см	.07534	15.8	16.3	16.8	17.7	18.3	19.4	20.8	21.7	23.3	24.2	26.0
113 см	.07412	16.0	16.6	17.1	18.0	18.6	19.7	21.2	22.1	23.8	24.7	26.7
114 см	.07291	16.3	16.9	17.4	18.3	18.9	20.1	21.6	22.6	24.4	25.3	27.3
115 см	.07172	16.5	17.1	17.7	18.7	19.3	20.5	22.1	23.1	24.9	25.9	28.0
116 см	.07054	16.8	17.4	18.0	19.0	19.6	20.9	22.5	23.5	25.5	26.5	28.7
117 см	.06936	17.0	17.7	18.3	19.3	20.0	21.3	23.0	24.1	26.1	27.1	29.5

118 CM	.06821	17.3	18.0	18.6	19.7	20.4	21.7	23.5	24.6	26.7	27.8	30.3
119 CM	.06706	17.6	18.3	18.9	20.0	20.7	22.1	24.0	25.1	27.3	28.5	31.0
120 CM	.06593	17.9	18.6	19.2	20.4	21.1	22.6	24.5	25.7	27.9	29.2	31.9
121 CM	.06481	18.2	18.9	19.6	20.8	21.5	23.0	25.0	26.2	28.6	29.9	32.7
122 CM	.06370	18.4	19.2	19.9	21.1	21.9	23.5	25.5	26.8	29.3	30.6	33.6
123 CM	.06261	18.7	19.6	20.2	21.5	22.3	24.0	26.1	27.4	30.0	31.4	34.6
124 CM	.06152	19.1	19.9	20.6	21.9	22.8	24.4	26.7	28.1	30.8	32.2	35.5
125 CM	.06045	19.4	20.2	20.9	22.3	23.2	24.9	27.2	28.7	31.5	33.1	36.5
126 CM	.05940	19.7	20.6	21.3	22.7	23.6	25.4	27.8	29.4	32.3	33.9	37.6
127 CM	.05835	20.0	20.9	21.7	23.2	24.1	26.0	28.5	30.0	33.1	34.8	38.7
128 CM	.05732	20.3	21.3	22.1	23.6	24.6	26.5	29.1	30.8	34.0	35.8	39.8
129 CM	.05630	20.7	21.6	22.5	24.0	25.0	27.1	29.8	31.5	34.9	36.7	41.0
130 CM	.05529	21.0	22.0	22.9	24.5	25.5	27.6	30.4	32.2	35.8	37.7	42.2
131 CM	.05429	21.3	22.4	23.3	25.0	26.0	28.2	31.1	33.0	36.7	38.8	43.5
132 CM	.05331	21.7	22.8	23.7	25.4	26.5	28.8	31.9	33.8	37.7	39.9	44.9
133 CM	.05234	22.1	23.2	24.1	25.9	27.1	29.4	32.6	34.6	38.7	41.0	46.3
134 CM	.05138	22.4	23.6	24.5	26.4	27.6	30.0	33.4	35.5	39.8	42.2	47.8
135 CM	.05044	22.8	24.0	25.0	26.9	28.2	30.7	34.1	36.4	40.9	43.4	49.4
136 CM	.04951	23.2	24.4	25.4	27.4	28.7	31.3	35.0	37.3	42.0	44.7	51.0
137 CM	.04859	23.6	24.8	25.9	28.0	29.3	32.0	35.8	38.2	43.2	46.0	52.7
138 CM	.04768	24.0	25.3	26.4	28.5	29.9	32.7	36.7	39.2	44.5	47.4	54.5
139 CM	.04678	24.4	25.7	26.8	29.1	30.5	33.4	37.5	40.2	45.8	48.9	56.4
140 CM	.04590	24.8	26.1	27.3	29.6	31.1	34.2	38.5	41.3	47.1	50.4	58.4
141 CM	.04503	25.2	26.6	27.8	30.2	31.8	34.9	39.4	42.4	48.5	51.9	60.5
142 CM	.04417	25.6	27.1	28.3	30.8	32.4	35.7	40.4	43.5	49.9	53.6	62.7
143 CM	.04332	26.0	27.5	28.8	31.4	33.1	36.5	41.4	44.6	51.4	55.3	65.0
144 CM	.04249	26.4	28.0	29.4	32.0	33.7	37.3	42.4	45.8	53.0	57.1	67.4
145 CM	.04167	26.9	28.5	29.9	32.6	34.4	38.2	43.5	47.1	54.6	59.0	70.0
146 CM	.04086	27.3	29.0	30.4	33.3	35.2	39.0	44.6	48.4	56.3	61.0	72.7

147 см	.04007	27.8	29.5	31.0	33.9	35.9	39.9	45.8	49.7	58.1	63.0	75.6
148 см	.03928	28.2	30.0	31.6	34.6	36.6	40.8	46.9	51.1	60.0	65.2	78.7
149 см	.03851	28.7	30.6	32.1	35.3	37.4	41.8	48.2	52.5	61.9	67.5	82.0
150 см	.03776	29.2	31.1	32.7	36.0	38.2	42.7	49.4	54.0	63.9	69.9	85.4
151 см	.03701	29.7	31.6	33.3	36.7	39.0	43.7	50.7	55.5	66.1	72.4	89.1
152 см	.03628	30.2	32.2	33.9	37.4	39.8	44.7	52.1	57.1	68.3	75.0	93.0
153 см	.03556	30.6	32.7	34.5	38.2	40.6	45.8	53.4	58.8	70.6	77.8	97.2
154 см	.03485	31.1	33.3	35.2	38.9	41.5	46.8	54.9	60.5	73.0	80.7	101.6
155 см	.03415	31.7	33.9	35.8	39.7	42.3	47.9	56.3	62.3	75.5	83.8	106.4
156 см	.03347	32.2	34.5	36.4	40.5	43.2	49.1	57.9	64.1	78.2	87.0	111.5
157 см	.03280	32.7	35.1	37.1	41.3	44.1	50.2	59.4	66.0	81.0	90.4	116.9
158 см	.03214	33.2	35.7	37.8	42.1	45.0	51.4	61.1	68.0	83.9	94.0	122.8
159 см	.03150	33.7	36.3	38.4	42.9	46.0	52.6	62.7	70.0	87.0	97.8	129.1
160 см	.03086	34.3	36.9	39.1	43.8	46.9	53.8	64.4	72.2	90.2	101.8	135.9
161 см	.03024	34.8	37.5	39.8	44.6	47.9	55.1	66.2	74.4	93.5	106.0	143.3
162 см	.02963	35.4	38.1	40.5	45.5	48.9	56.4	68.1	76.7	97.1	110.5	151.3
163 см	.02904	35.9	38.7	41.2	46.4	49.9	57.7	70.0	79.0	100.8	115.3	160.0
164 см	.02845	36.5	39.4	41.9	47.3	51.0	59.1	71.9	81.5	104.7	120.3	169.4

Примечания:

- *Значения в столбце 50-я процентиль (она же медиана) – это значения, лежащие на линии предсказания на Рис. 5.*
- *pre = регрессионно предсказанное значение; res = регрессионный остаток. Процентильные нормы роста, образующие тело таблицы, посчитаны как: $(pre+res)^{-1/.872}$.*

Ни одна из работ не сообщает, какая регрессия употреблялась авторами в оценке *массы* по длине тела, однако изучение самих «нормативных таблиц» позволяет думать, что то была линейная регрессия, сделанная на непреобразованных данных. Такое использование линейной регрессии вызывает недоумение, поскольку всем известно, что масса зависит от длины тела нелинейно, как это видно на **рисунке 5**. Другое отличие упомянутых работ от нашего анализа то, что регрессии делались в каждой возрастной группе отдельно, поэтому авторы выдают статистические нормы раздельно не только для двух полов, но и для разных возрастов. Ставить так оценку нормы в зависимость от случайных смещений в подвыборках – опасно. Это ведет к странностям, вроде той, например, что в [5] 10-летние девочки ростом 150 см весят в норме на 1.5 кг больше, чем 11-летние девочки того же роста, в то время как у мальчиков ситуация наоборот. Напомним, что на базе собственных данных мы решили, что зависимость массы от длины тела одинакова у мальчиков и девочек любого возраста между 5 и 11 годами, потому и регрессия в итоге у нас одна. Наконец, и в-третьих, в [2, 3, 5] отклонение от статистической нормы измеряется в стандартных отклонениях от условной (локальной) средней, тогда как мы измеряем его процентильно, и говорим об условной (локальной) медиане. Нам представляется неуместным использовать аппроксимацию средней, а не медианы, в столь правоскошенном распределении, каковым является распределение массы тела при данной фиксированной длине тела. Если бы мы аппроксимировали среднюю в непреобразованных данных (как, по-видимому, делали авторы означенных работ), линия предсказания на **рисунке 5** легла бы выше – «норма» массы оказалась бы завышенной. Учитывая большие различия в методах анализа данных между нашей работой и [2, 3, 5], нет смысла сравнивать наши цифры из **таблицы 2** с их цифрами, тем более, что между [5] и [2, 3] наблюдается значительное несогласие. Наши цифры относительно близки к опубликованным в [6], где подход был тоже процентильный.

Напоследок два предостережения. Первое. Процентили установлены нами только для детей 5-11 лет, и их нельзя экстраполировать на детей другого возраста. Второе. Мы больше уверены за свои цифры, говоря о детях 6-10 лет, и меньше уверены, заводя речь о детях 5 лет или 11 лет, т.е. крайних возрастах нашего «окна». Моделирование всякого процесса надежнее в середине окна, чем по его краям. Если бы наше окно составляли дети, скажем, с 5 до 13 лет, моделирование тенденций в районе 11 лет было бы более адекватным из-за того, что 11 лет было бы не с края окна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов А.А., Кучма В.Р., Скоблина Н.А. Физическое развитие детей и подростков на рубеже тысячелетий. – М.: Издатель Научный центр здоровья детей РАМН, 2008.

2. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М., и др. Универсальная оценка физического развития младших школьников: пособие для медицинских работников. – М., 2010.

3. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Храмцов П.И., и др. Руководство по диагностике и профилактике школьно-обусловленных заболеваний, оздоровлению детей в образовательных учреждениях. – М., 2012.

4. Нормы роста детей // Всемирная Организация здравоохранения. – Интернет-сайт. – URL: <http://www.who.int/childgrowth/standards/ru/> [15.11.2011].
5. Оценка физического развития и состояния здоровья детей и подростков. – М.: ТЦ Сфера, 2005.
6. Справочник педиатра / ред. В.О. Быков. – Ставрополь, 2004. [См также URL: <http://www.ourbaby.ru/article/Ispolzovanie-centilnyh-tablic-dlya-ocenki-fizicheskogo-razvitiya-rebenka/> [15.11.2011]].

ИНФОРМАТИВНОСТЬ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ СКРИНИНГОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ШКОЛЬНИКОВ ГОРОДА АРЗАМАСА И АРЗАМАССКОГО РАЙОНА

*Е.А. Калюжный¹, Ю.Г. Кузмичев,
Е.А. Болтачева, С.В. Михайлова, Н.В. Жулин.
Арзамасский государственный педагогический
институт им. А.П. Гайдара,
г. Арзамас, Россия*

На основе антропометрического скрининга школьников города Арзамаса и Арзамасского района, статистического анализа полученных результатов с использованием сельского и городского региональных стандартов, выявлена противоречивость в полученных оценках одной группы наблюдаемых детей. Показана целесообразность применения регионального сельского стандарта для оценки детей города областного подчинения.

Ключевые слова: *физическое развитие, антропометрический скрининг, стандарты физического развития для городских и сельских школьников, центильное распределение, гармоничное развитие, дисгармоничное развитие.*

Use of anthropometric screening on evaluation of physical development of schoolchildren from Arzamas and Arzamas region. *On the basis of anthropometric screening of schoolchildren of Arzamas and Arzamas region, statistical analysis of the obtained results (with the use of rural and urban regional standards), there were received contradictory results in evaluation of one and the same group of children. It was shown that it is more reliable to use rural standard to evaluate children from smaller regional towns.*

Key words: *physical development, anthropometric screening, standards for physical development of children from urban and rural areas, centile distribution, harmonic development, disharmonic development.*

Подавляющее большинство исследований возрастной физиологии связаны с изучением состояния здоровья и развития детей, проживающих в условиях большого промышленного города. При этом практически без внимания остаются дети, проживающие в сельской местности. Очевидно, что условия развития сельских и городских детей в первую очередь внешнесредовые факторы, значительно отличаются, в частности, это касается особенностей экологических условий проживания, уровня информационных нагрузок, валеологического воспитания и др. [1, 6, 7]. Следовательно, возникает актуальность поиска наиболее информативной методики оценки показателей физического развития при антропометрических скринингах (АС).

Физическое развитие детей – один из обобщающих параметров здоровья, ведущими показателями которого и в большей степени отражающими состояние физического развития являются длина тела (ДТ), характеризующая ростовые про-

Контакты: ¹ Калюжный Е..А., E-mail: <eakmail@mail.ru>

цессы, и масса тела (МТ), свидетельствующая о развитии костно-мышечного аппарата и внутренних органов. ДТ, являясь наиболее устойчивым маркером, отражает индивидуальные генетические особенности ребенка. При этом МТ в большей степени указывает на реактивность организма при воздействии факторов окружающей внешней среды, интегрируя в себе индивидуальные обменные процессы [2].

Арзамасский район расположен на юге Нижегородской области, имеет компактную форму, протяжённостью с севера на юг – 40 км; с запада на восток – 50 км. Включает в себя 103 населенных пункта, на их территории расположено 23 СОШ и 11 неполных средних школ, в которых в 2010 году обучалось 3094 сельских школьников. Основная масса населения русские (96 %). Арзамас – административный центр Арзамасского района, а также город областного подчинения в Нижегородской области. Расстояние от Москвы – 410 км, расстояние от Нижнего Новгорода – 110 км. Население – 113 тысяч человек. Город Арзамас располагается в центре района. В Арзамасе действует свыше 50 крупных, средних и малых промышленных предприятий, а также 14 СОШ, в которых обучается 9411 школьников.

В связи с тем, что в исследуемой группе детей имеются представители как городской, так и сельской местности, для оценки физического развития можно использовать 2 стандарта: для городских [3, 4] и сельских школьников [5]. Трудность в выборе стандарта объясняется административно-территориальным определением города Арзамаса. Возникает вопрос: какой стандарт использовать для работы. Решение этого вопроса и является целью данного исследования. Анализ действующих вариантов антропометрических скринингов указывает на их пространственное, временное и алгоритмическое разнообразие. Территориальное положение города Арзамаса неоднозначно и создает трудности в выборе стандартов. Сведений в общедоступной литературе по сравнительному анализу информативности обсуждаемых АС и стандартов для оценки физического развития недостаточно. Следовательно, проведение подобного исследования актуально и имеет научно-практическое значение.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено на основе антропометрического обследования 3242 школьников (1700 мальчиков и 1542 девочек) 7-18 лет на базе Центра здоровья для детей г. Арзамаса, лаборатории «Мониторинг физического развития учащихся всех ступеней образования» и кафедры МП и БЖД АГПИ им. А.П.Гайдара.

Критерии включения: учащиеся 7-11 классов городских и сельских школ, которые в процессе исследования определены на 3 группы: 1 группа – все дети (n=3242); 2 группа – городские школьники города Арзамаса (n=2045); 3 группа – сельские школьники Арзамасского района (n=1197).

В процессе изучения возрастно-половых и территориальных особенностей детей была проведена оценка ДТ, МТ и индекс Кетле (ИК-2) с применением двух стандартов – стандарта для городских школьников (СГШ) и стандарта для сельских школьников (ССШ) для выявления более информативной методики оценки физического развития детей г. Арзамаса и Арзамасского района.

По результатам обследования создана персонифицированная база данных в «EXCEL 1997-2003». Статистическая обработка проводилась средствами параметрического и непараметрического анализа с использованием ППП «STADIA v.6».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Центильное распределение детей при оценке ДТ двумя стандартами (СГШ и ССШ) показывает достоверно значимые различия ($p < 0,001$) между показателями, полученными на основе применения двух нормативов во всех исследуемых когортах, а также выявляет однозначное увеличение численности детей с низким ростом во всех группах с использованием городского стандарта (табл.1).

Таблица 1

Характеристика распределения детей по данным оценки ДТ с использованием СГШ и ССШ по ЦМ (абс.–%)

ЦИ	Эта лон	1 группа (все обследованные дети)		2 группа (школьники г. Арзамаса)		3 группа (сельские школьники Арзамасского района)	
		СГШ	ССШ	СГШ	ССШ	СГШ	ССШ
1	3%	174-5,2	100-3,1	101-4,9	60-2,9	73-5,8	40-3,3
2	7%	317-9,5	268-8,3	191-9,2	161-7,9	126-10,0	107-8,9
3	15%	563-16,9	432-13,3	322-15,5	263-12,9	241-19,2	169-14,1
4	25%	813-24,4	826-25,4	500-24,1	517-25,3	313-24,9	309-25,8
5	25%	698-21,0	820-25,3	457-22,0	515-25,2	241-19,2	305-25,4
6	15%	467-14,0	499-15,4	305-14,7	329-16,1	162-12,9	170-14,2
7	7%	192-5,8	197-6,1	125-6,0	129-6,3	67-5,3	68-5,7
8	3%	110-3,3	102-3,1	77-3,7	71-3,5	33-2,7	31-2,6
статистика		$\chi^2=47,32$ c/c=7 P=0,000		$\chi^2=23,64$ c/c=7 P=0,000		$\chi^2=30,31$ c/c=7 P=0,000	

Сельский стандарт увеличивает численность средних ЦИ, давая распределение близкое к эталонному. Следовательно, оценка ДТ сельских школьников ССШ более адекватна и приемлема. Независимо от применяемого стандарта среди сельских детей меньше высокорослых, чем среди городских школьников. А так же, в таблицах сопряженности наибольшие совпадения между центильными распределениями при использовании СГШ и ССШ для оценки ДТ выявлены у городских школьников в 1 и 8 ЦИ (58-96,7% и 57-80,3% соответственно), а наименьшие – во 2 и 3 ЦИ (94-58,4% и 155-58,9% соответственно), $p < 0,001$; у сельских школьников наибольшее соответствие в 1 и 8 ЦИ (40-100% и 21-72,4% соответственно), а наименьшее – в 2 ЦИ (62-57,9%), $p < 0,001$.

При оценивании МТ выявлены достоверно значимые различия ($p < 0,05$, за исключением сельских школьников) между показателями, полученными на основе применения СГШ и ССШ во всех исследуемых группах (табл.2).

Таблица 2

Характеристика распределения детей по данным оценки МТ с использованием СГШ и ССШ по ЦМ (абс.-%)

ЦИ	Эта- лон	1 группа (все обследован- ные дети)		2 группа (школьники г. Арзамаса)		3 группа (сельские школьники Арзамасского райо- на)	
		СГШ	ССШ	СГШ	ССШ	СГШ	ССШ
1	3%	102-3,1	84-2,6	74-3,6	58-2,8	28-2,2	26-2,2
2	7%	186-5,6	160-4,9	120-5,8	117-5,7	66-5,2	43-3,6
3	15%	469-14,1	427-13,2	287-13,8	265-13,0	182-14,5	162-13,5
4	25%	744-22,3	775-23,9	459-22,0	483-23,6	285-22,7	292-24,4
5	25%	772-23,2	812-25,0	462-22,2	507-24,8	310-24,7	305-25,4
6	15%	515-15,4	494-15,2	334-16,1	299-14,6	181-14,5	195-16,2
7	7%	321-9,6	291-9,0	194-9,3	189-9,2	127-10,1	102-8,5
8	3%	225-6,7	201-6,2	148-7,1	127-6,2	77-6,1	74-6,2
статистика		$\chi^2=9,83$ c/c=7 P=0,026		$\chi^2=8,89$ c/c=7 P=0,040		$\chi^2=8,21$ c/c=7 P=0,054	

Особенностью полученного распределения является значительное количество детей с избыточной массой тела (в 8 ЦИ превышение эталона в 2 раза). При оценивании детей СГШ увеличивается число «крайних» значений, ССШ распределяет детей более приближенно к эталонному, снижая показатели детей с низкой и высокой массой, а увеличивая при этом численность школьников с нормальными значениями веса тела. Полученное центильное распределение исследуемой выборки детей по МТ также свидетельствует о более приемлемом применении сельского стандарта.

Наибольшие совпадения, согласно корреляций, между центильными распределениями при использовании СГШ и ССШ для оценки МТ выявлены у школьников г. Арзамаса в 1 и 8 ЦИ (48-82,8% и 108-85% соответственно), а наименьшее – во 2 ЦИ (65-55,6%), $p < 0,001$; у сельских школьников наибольшее соответствие в 5 и 8 ЦИ (223-73,1% и 58-80,6% соответственно), а наименьшее – в 2 ЦИ (25-58,1%), $p < 0,001$.

Недостатком центильного метода является то, что одномерная центильная шкала не дифференцирует значения признака, отнесенные к 1-му или 8-му центильным интервалам [3].

Гармоничность развития по рекомендации экспертов ВОЗ оценивается посредством ИК-2 [3]. Центильное распределение исследуемой группы детей по

двум стандартам при расчете ИК-2 превышает показатель 8 ЦИ эталона более чем в 2 раза, что опять указывает на избыточность массы тела у значительного количества школьников (табл.3).

Таблица 3

Характеристика распределения детей по данным оценки ИК-2 с использованием СГШ И ССШ по ЦМ (абс.–%)

ЦИ	Эталон	1 группа (все обследованные дети)		2 группа (школьники г. Арзамаса)		3 группа (сельские школьники Арзамасского района)	
		СГШ	ССШ	СГШ	ССШ	СГШ	ССШ
1	3%	118-3,5	117-3,6	95-4,6	97-4,7	23-1,8	20-1,7
2	7%	105-3,1	97-3,0	85-4,1	72-3,5	20-1,6	25-2,1
3	15%	361-10,8	419-12,9	233-11,2	265-13,0	128-10,2	154-12,8
4	25%	676-20,3	718-22,1	424-20,4	457-22,4	252-20,1	261-21,8
5	25%	899-27,0	837-25,8	534-25,7	502-24,6	365-29,1	335-27,9
6	15%	582-17,4	523-16,1	330-15,9	314-15,4	252-20,1	209-17,4
7	7%	237-7,1	210-6,5	151-7,3	131-6,4	86-6,7	79-6,6
8	3%	357-10,7	324-10,0	226-10,9	207-10,1	131-10,4	117-9,7
статистика		$\chi^2=13,41$ c/c=7 P=0,005		$\chi^2=7,76$ c/c=7 P=0,066		$\chi^2=8,39$ c/c=7 P=0,050	

Расчет ИК-2 также показывает превышение эталонной нормы числа городских детей с дефицитом МТ, среди сельских детей их наоборот меньше эталона. Таким образом, оценивание исследуемой группы двумя стандартами при расчете ИК-2 дает равнозначные показатели, выделяя территориальные особенности, отражающие преобладание среди городских детей представителей с пониженной и завышенной МТ.

Наибольшие совпадения между центильными распределениями при использовании СГШ и ССШ для оценки ИК-2 выявлены у городских школьников в 1 и 8 ЦИ (85-87,6% и 187-90,3% соответственно), а наименьшие – во 2 и 7 ЦИ (45-62,5% и 80-561,1% соответственно), $p<0,001$; у сельских школьников наибольшее соответствие в 1 и 8 ЦИ (16-80% и 103-89,6% соответственно), а наименьшее – в 2 и 7 ЦИ (6-24% и 47-59,5% соответственно), $p<0,001$.

Для практики представляет интерес сочетанная оценка основных антропометрических признаков. В зависимости от сочетания оценок ДТ и ИК-2 определяется группа физического развития [4]. Оценка физического развития выявляет детей с

гармоничным (НР) и дисгармоничным развитием: недостаточная и избыточная масса тела (НМТ и ИМТ), низкая и высокая длина тела (НДТ и ВДТ) (табл.4).

Таблица 4

*Структура групп физического развития
по данным СГШ и ССШ по МШР (абс.–%)*

группа физиче- ского развития	1 группа (все обследованные дети)		2 группа (школьники г. Арзамаса)		3 группа (сельские школьники Арзамасского района)	
	СГШ	ССШ	СГШ	ССШ	СГШ	ССШ
НР	2322-69,6	2355-72,6	1406- 67,7	1449- 70,9	916-72,9	906-75,5
НМТ	191-5,7	194-6,0	158-7,6	156-7,6	33-2,6	38-3,2
ИМТ	538-16,1	494-15,2	336-16,2	309-15,1	202-16,1	185-15,4
НДТ	174-5,2	100-3,1	101-4,9	60-2,9	73-5,8	40-3,3
ВДТ	110-3,3	102-3,1	77-3,7	71-3,5	33-2,6	31-2,6
статистика	$\chi^2=21,78$ c/c=4 P=0,000		$\chi^2=38,97$ c/c=4 P=0,000		$\chi^2=9,54$ c/c=4 P=0,049	

Используя в исследовании стандарты для городских и сельских школьников выявили достоверно значимые различия между полученными результатами ($p<0,001$), наибольший процент гармонично развитых детей определен среди учащихся сельских школ (72,9% по СГШ и 75,5% по ССШ). Среди городских школьников значительно больше детей с НМТ и ВДТ, чем среди сельских. Во всех 3-х сравниваемых группах ССШ определяет больший процент детей с НР, чем при использовании СГШ. Наибольшие совпадения при использовании СГШ и ССШ для оценки групп физического развития у городских и сельских школьников выявлены по НДТ (58-96,7% и 40-100% соответственно), а наименьшее – по НМТ (125-80,1% и 21-55,3% соответственно), $p<0,001$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, полученные данные позволяют сделать заключение о том, что центильное распределение обследованных детей имеет левостороннее смещение по длине и правостороннее по массе тела – т.е. представители данной выборки характеризуются слабо выраженной низкорослостью и относительно высокой упитанностью.

По структуре центильного распределения ИК-2 городские школьники, относительно сельских, имеют более выраженное представительство в 1 и 8 Ц.И., выделяя территориальные особенности, отражающие преобладание среди городских детей представителей с пониженными и завышенными ДТ и МТ.

Используя стандарты для городских и сельских школьников, выявили наибольший процент гармонично развитых детей среди учащихся сельских школ.

Городские дети, относительно сельских школьников, на современном этапе, характеризуются значительно большими частотами встречаемости с НМТ и ВДТ.

Для оценки физического развития детей школьного возраста, как города Арзамаса, так и Арзамасского района, более приемлемым является стандарт для сельских школьников.

Выявляемые при антропометрических скринингах отклонения в уровне физического развития могут скрывать в себе различного рода функциональные пограничные состояния и заболевания, поэтому своевременное выявление отклонений в физическом развитии с использованием современных, адекватных стандартов способствуют правильному оцениванию, а следовательно, сохранению и укреплению здоровья детей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохина Ж.А., Колесниченко С.М., Корденко А.Л. и др. II Междунар. конференция, посвященная 55-летию Института возрастной физиологии РАО «Физиология развития человека». – М., 2000. – С. 66.

2. Мазур Л.И., Щербицкая О.В. Региональные особенности физического развития и состояния здоровья учащихся г. Самара и Самарской области // Фундаментальные исследования. – 2006. – №12. – С. 25-28.

3. Оценка физического развития детей и подростков: учебное пособие / Е.С. Богомолова [и др.]. – Н. Новгород: Издательство НГМА, 2006. – 260 с.

4. Оценка физического развития детей и подростков г. Нижнего Новгорода: методические указания / Е.С. Богомолова [и др.]. – Н. Новгород: Издательство Нижегородской гос. медицинской академии, 2011. – 80 с.

5. Оценочные таблицы физического развития сельских школьников Нижегородской области: Метод. указания. – Н. Новгород, 2010. – 30 с.

6. Охрана здоровья и физическое развитие детей в условиях современного сельского социума: Методическое пособие – Сонькин В.Д., Зайцева В.В., Макеева А.Г. – Серия: Развитие системы образования в сельском социуме: интеграция науки и практики. Выпуск 11. – М.: АСОПиР РФ, 2000. – 92 с.

7. Федоров А.Л., Казны Э.М., Селятицкая В.Т. и др. // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 6. – С. 64-68.

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

СОЗДАНИЕ СИТУАЦИИ УСПЕХА ПРИ ОБУЧЕНИИ ЭЛЕМЕНТАМ ПОДВИЖНЫХ ИГР БЫСТРЫХ И МЕДЛИТЕЛЬНЫХ ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В.Ф. Воробьев¹

ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет»

Ю.Ю. Алексина

МДОУ «Детский сад компенсирующего вида № 85» г. Череповца

Показаны различия в обучении быстрых и медлительных детей старшего дошкольного возраста с задержкой психического развития элементам подвижных игр. Установлено, что при обучении сложным элементам подвижных игр, реализуемых в уровнях регуляции движений D и E, требующих определенного уровня развития специфических координационных способностей, продуктивно использование типоспецифического подхода в создании ситуации успеха.

Ключевые слова: дети дошкольного возраста с задержкой психического развития, подвижные игры, индивидуализация обучения, ситуация успеха, индивидуальный темп движений.

Successful teaching senior preschool children with mental retardation to play active outdoor games. *The article shows the differences in training slow and quick children of senior preschool age to use elements of active outdoor games. It was found out that when teaching these children complicated elements that are to be fulfilled at D and E levels and that require a certain level of coordination the use of type-specific approach appears to be productive and leads to successful learning in such children.*

Keywords: children of preschool age with mental retardation, outdoor games, individual individualization, successful situation, individual rate of movements.

У детей старшего дошкольного возраста с ЗПР отмечаются не только нарушения в развитии моторики, но и недоразвитие игровой деятельности [10]. Поэтому обучение элементам подвижных игр разной сложности будет обеспечивать не только обогащение двигательного репертуара ребёнка, но и позволит формировать эмоционально-волевую сферу, что особенно важно для детей с ЗПР. Как известно, К.Д. Ушинский в работе «Труд в его психическом и воспитательном значении» делает вывод о том, что только успех поддерживает интерес ученика к учению. В.А. Сухомлинский в широко известном труде «Сердце отдаю детям» утверждал, что каждому ученику ситуацию успеха должен создать учитель, а учебное заведение — стать школой радости: познания, творчества, общения. Под «ситуацией успеха» в учебной деятельности понимается «целенаправленное сочетание психолого-педагогических приемов, которые способствуют осознанному включению каждого учащегося в активную учебную деятельность в зависимости от индивидуальных возможностей, обеспечивают положительный эмоциональный

Контакты: ¹ Воробьев В.Ф., E-mail: <vovovo@mail.ru>

настрой учащихся на выполнение учебной задачи и способствуют адекватному восприятию результатов своей деятельности» [9, с. 5].

По мнению В.В. Зайцевой и В.Д. Сонькина, задача индивидуализации обучения и физического совершенствования имеет конкретный путь решения — необходимо возможно более точно идентифицировать типологическую принадлежность человека и все дальнейшие воздействия проводить с учетом его конституционально-типологических возможностей [4, с. 304]. Н.И. Чуприкова указывает, что неуспеваемость многих детей никак не вызвана их недостаточным умственным развитием. Они просто инертны, не поспевают за темпом обучения [2, с. 141]. М.М. Безруких показала, что игнорирование темповых особенностей детей является существенным препятствием в их успешной учебной деятельности [1]. У медлительных детей не только более медленный темп, но более длительный латентный период зрительно-моторных и слухомоторных реакций, часто плохо развита координация движений. Установлено, что у медлительных детей отмечается низкая подвижность нервных процессов, они склонны к стереотипным действиям, у них замедлено протекание умственной деятельности, скорость работы у медлительных детей меньше, чем у подвижных детей на 24%, при ускорении темпа у медлительных детей уменьшается количество усваиваемой информации [7]. В то же время среди детей с ЗПР 8 – 11 лет все реже встречаются дети с быстрыми реакциями и чаще с крайне медленными [3, с. 6].

На наш взгляд, индивидуальный темп движений не просто одна из характеристик моторного профиля, а индикатор типологических различий, поэтому успешность обучения детей с крайними проявлениями темповых особенностей увеличивается, если траектории обучения в образовательном пространстве адаптивного физического воспитания проектируются и конструируются различно для быстрых и медлительных детей. Целесообразность такого подхода доказана в опытно-экспериментальной работе ДООУ № 1 компенсирующего вида г. Череповца для детей с ранней туберкулезной инфекцией [5]. Отсюда цель нашего исследования: оценить результативность создания ситуации успеха для детей с различными темповыми характеристиками при обучении элементам подвижных игр различной сложности детей старшего дошкольного возраста с ЗПР.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обучение элементам подвижных игр детей с ЗПР проводилось на базе МДОУ «Детский сад компенсирующего вида № 85» г. Череповца с октября 2010 по май 2011 года. В исследовании принимали участие дети двух подготовительных к школе групп: 26 детей, из них 5 девочек и 21 мальчик. Оценка темповых особенностей детей проводилась на основе теппинг-теста в модификации Е.П. Ильина. В контрольной группе игры с детьми проводилась по базовой программе. В экспериментальной группе создавали ситуацию успеха для быстрых и медлительных детей. Результат обучения элементам подвижных игр, различающихся уровнями регуляции движений по Н.А. Бернштейну, оценивался на протяжении 6 контрольных срезов на основе разработанной нами шкалы:

- 9 баллов – качественное усвоение всех элементов игры;
- 8 баллов – качественное усвоение большинства элементов игры, негрубые ошибки в выполнении нескольких элементов игры;

- 7 баллов — качественное усвоение половины выполняемых элементов игры, негрубые ошибки в выполнении остальных элементов игры;
- 6 баллов — негрубые ошибки в структуре выполняемых элементов игры, качественное усвоение нескольких элементов игры;
- 5 баллов — негрубые ошибки в структуре выполняемых элементов игры, качественное усвоение одного элемента игры;
- 4 балла — негрубые ошибки в структуре выполняемых элементов игры, грубое искажение структуры выполнения одного элемента игры;
- 3 балла — грубое искажение структуры нескольких выполняемых элементов игры; негрубые ошибки в выполнении остальных элементов игры;
- 2 балла — грубое искажение структуры большинства выполняемых элементов игры, негрубые ошибки в выполнении нескольких элементов игры;
- 1 балл — грубое искажение структуры выполняемых элементов игры, нарушение их смыслового содержания.
- Достоверность различий в результатах обучения быстрых и медлительных детей оценивалась с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни в статистическом пакете Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам констатирующего эксперимента установлено, что дети с низкими темповыми характеристиками имеют низкую двигательную подготовленность, и наоборот, дети с высокими темповыми характеристиками имеют высокую двигательную подготовленность. По результатам тестирования дети разделены на три группы:

- 1) дети с высоким уровнем темповых характеристик (быстрые дети), средним и высоким уровнем двигательной подготовленности (6 детей);
- 2) дети со средним уровнем темповых характеристик и средним уровнем двигательной подготовленности (44 ребенка);
- 3) дети с низким уровнем темповых характеристик (медлительные дети) и низким уровнем двигательной подготовленности (9 детей).

На протяжении констатирующего этапа эксперимента анализировались особенности освоения игровых ролей быстрыми и медлительными детьми обеих групп. В частности, были выявлены особенности освоения ролей «охотника» и «дичи» быстрыми детьми. Быстрые дети часто невнимательны, и поэтому им приходилось повторять правила игры. Движения у них резкие и быстрые, следовательно, у такого ребенка быстро получалось запятнать своих неповоротливых товарищей, но эти движения выполнялись не ловко. С увеличением темпа игры, скорость выполнения движений не падала, а наоборот возрастала, точность снижалась. За ними не успевали остальные. Из-за своей неусидчивости, им бывало трудно устоять на одном месте. Поэтому в роли «дичи» они часто нарушали правила игры. По окончании игры могли продолжать изображать «дичь».

Освоение ролей «охотника» и «дичи» медлительными детьми было своеобразно. Медлительные дети чаще выбирали малоподвижные роли, т.е. роль «дичи», поскольку предпочитали малоподвижные действия. Дети заторможены, у них замедленная двигательная реакция, что приводило к тому, что «дичь» быстро попа-

дала в руки «охотника». Если у ребёнка не получалось успевать за темпом игры, то «дичь» просто поддавалась «охотнику». Часто медлительному «охотнику» не удавалось поймать ни одной «дичи». Дети быстро утомляемы, не могут быстро переключаться, и если уставали, то могли отойти в сторону и не продолжали играть. Темп их игры заметно снижался из-за низкой работоспособности. У «дичи» наблюдались часто повторяющиеся действия, так например, изображая «зайчика», они просто прыгали. Другие действия, которые может выполнять «зайчик» просто исключались. При переключении с одного вида деятельности — роль «охотника» на другую — роль «зайчика» медлительные дети испытывали трудности. Из-за нарушенного восприятия детям приходилось объяснять правила игры по частям, иногда даже показывая движения. При увеличении темпа игры скорость движений и быстрота реакции падала, т.к. ребёнок затрачивал больше времени на обдумывание движений. Вследствие чего, «охотник» быстро терялся, у него пропадал интерес к игре.

Ситуацию успеха реализовывали в 3 этапа:

1. На мотивационном этапе задавали установку на предполагаемую деятельность. Причем у медлительного ребенка актуализировали потребность успешно выполнить задание, достичь положительного результата, а у быстрого дошкольника формировали готовность к усвоению движений, акцентировался не результат, а сам процесс освоения движений.

2. На организационном этапе происходило обеспечение деятельности. Причем для медлительных детей положительный эмоциональный настрой поддерживался в течение всего обучения элементам подвижных игр, а для быстрых детей между двумя ситуациями успеха располагалась ситуация неуспеха. Такой подход осуществлялся потому, что у детей с особыми образовательными потребностями зачастую формируется иждивенческая позиция. Если ребенок не учится преодолевать неудачи, то его сознание может формироваться как амбициозное, абсолютно зависимое и эгоистическое [11, с. 106-107]. Для медлительных детей такой опыт эмоционального переживания неудовлетворения собой быстрым сверстником в ходе и результате совершения деятельности тоже важен. Педагог специально указывает, что такой неуспех лишь этап при переходе от одного успеха к другому.

3. Сравнение ожидаемого результата с реальным происходит на этапе оценки. При этом результат обучения элементу подвижной игры трансформируется в эмоциональный стимул, в осознанный мотив для выполнения следующего задания. На этом этапе обязательна положительная оценка педагогом или детьми игровой деятельности каждого ребенка, признание его успеха.

Остановимся на характеристиках игр и результатов освоения их элементов быстрыми и медлительными детьми контрольной и экспериментальной групп (табл. 1, 2).

В таблицах приведены результаты оценки игровых элементов в 1-м и 6-м контрольных срезах, а также цепные показатели – накопленная разница между сравниваемым уровнем и уровнем более раннего периода, т.е. баллы набранные ребенком в течение шести наблюдений.

На этапе констатирующего эксперимента, при проведении 1-го среза оценки уровня владения детьми элементами подвижных игр различия между контрольной и экспериментальной группой статистически не достоверны. На протяжении пе-

дагогического эксперимента в игре «Северный и южный ветер» дети осваивали следующие элементы подвижной игры — осаливание и бег с изменением направления. Эти движения реализуются в уровне С1. Не достоверны различия между подгруппами детей, как по результатам итогового среза, так и по цепным показателям.

Таблица 1

Результаты обучения простым элементам подвижных игр детей старшего дошкольного возраста с ЗПР

Имя	Северный и южный ветер			Охотник			Кот и мыши		
	н	к	ЦП	н	к	ЦП	н	к	ЦП
<u>Олеся*</u>	3	9	6	3	9	6	4	9	5
<u>Саша*</u>	2	7	5	2	7	5	2	8	6
<u>Миша*</u>	2	7	5	2	7	5	2	8	6
<u>Никита*</u>	2	6	4	2	7	5	2	7	5
<u>Саня</u>	3	7	4	3	7	4	3	7	4
<u>Рита</u>	3	8	5	3	7	4	3	7	4
<u>Слава</u>	3	8	5	3	7	4	3	7	4
<u>Ярик</u>	2	6	4	2	6	4	2	6	4
<u>Лука</u>	2	5	3	2	5	3	2	5	3
<u>Коля</u>	2	6	4	2	6	4	2	6	4

Примечание табл. 1,2: * – дети экспериментальной группы, подчеркнуты имена быстрых детей

курсивом выделены дети, отнесенные к подгруппе медлительных детей; н – констатирующий срез, к – итоговый срез, ЦП – цепные показатели.

Таблица 2

Результаты обучения сложным элементам подвижных игр детей старшего дошкольного возраста с ЗПР

Имя	Охотники и утки			Два мороза			Коршун и наседка		
	н	к	ЦП	н	к	ЦП	н	к	ЦП
<u>Олеся*</u>	1	9	6	4	9	5	4	9	5
<u>Саша*</u>	3	6	4	2	8	6	2	8	6
<u>Миша*</u>	2	6	4	2	8	6	2	8	6
<u>Никита*</u>	2	6	4	2	7	5	2	7	5
<u>Саня</u>	2	7	4	2	7	5	2	7	5
<u>Рита</u>	3	8	5	3	7	4	3	7	4
<u>Слава</u>	3	7	4	3	6	3	3	6	3
<u>Ярик</u>	3	5	3	2	5	3	2	5	3
<u>Лука</u>	2	5	3	2	5	3	2	5	3
<u>Коля</u>	2	6	4	2	6	4	2	6	4

В игре «Охотник» дети осваивали бросок и ловлю мяча (уровень С2) и увертывание от мяча (уровень С2). В игре «Кот и мыши» дети обучались ходьбе с заданиями (С2) и прыжкам (С2). В обеих играх не достоверны различия между под-

группами детей по результатам итогового среза, но дети экспериментальной группы более результативно обучались элементам игр (различия по цепным показателям достоверны — уровень значимости в обоих случаях 0,011).

Игра «Охотники и утки» отличается большой интенсивностью (табл. 2). Передача мяча партнеру в процессе игры реализуется в уровнях С2 и D. Дети экспериментальной группы достоверно опережают своих сверстников из контрольной группы по результатам итогового среза ($p=0,019$). Эта игра включает в себя элементы баскетбола: ловлю и передачу мяча, а соединение этих движений затруднено в силу особенностей детей с ЗПР. Различия по цепным показателям не достоверны между подгруппами быстрых и медлительных детей.

Игра «Два Мороза» обеспечивает развитие внимания, чувства партнерства, также включает в себя элементы баскетбола (уровень D). Длительное поддержание статичных поз вызывает трудности у детей с ЗПР. Различия между детьми экспериментальной и контрольной групп достоверны как по данным итогового среза ($p = 0,025$), так и по цепным показателям ($p = 0,019$).

Подвижная игра «Коршун и наседка» отличается высокой интенсивностью, что приводит к трудностям в освоении, как у быстрых, так и у медлительных детей. Дети в игре обучаются осуществлять совместные движения с партнерами (уровень D и E), не позволяя «коршуну» коснуться крайнего ребенка в роли цыпленка.

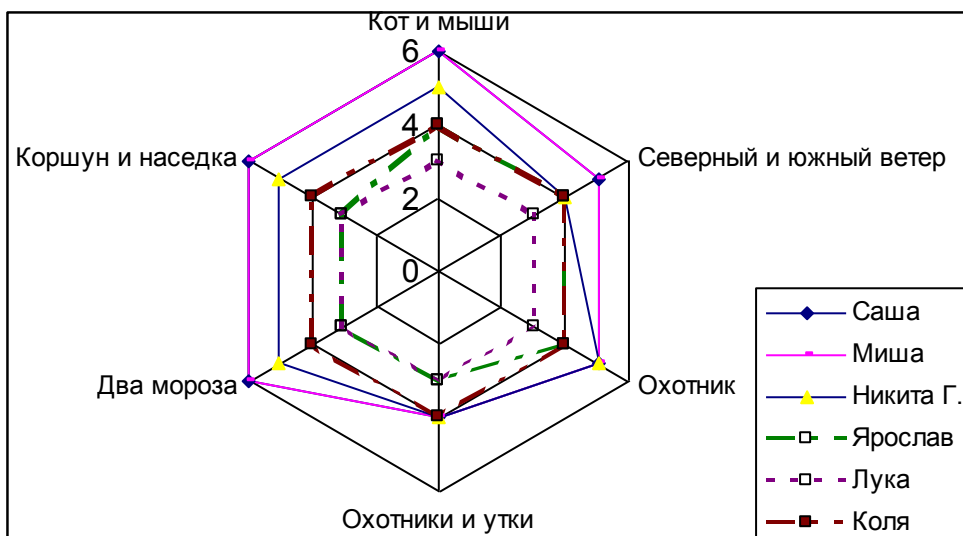


Рис. Профиль медлительных мальчиков по результатам обучения игровым действиям

Различия между детьми экспериментальной и контрольной групп достоверны как по данным итогового среза ($p = 0,019$), так и по цепным показателям ($p = 0,019$).

Как отмечено выше, медлительные дети имеют исходно более низкий уровень двигательной подготовленности. Создание ситуации успеха обеспечило более

успешное обучение медлительных детей экспериментальной группы. Большие значения цепных показателей Саши, Миши и Никиты окружают меньшие значения аналогичных показателей медлительных детей контрольной группы (рис.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существует мнение, что только исключительно талантливые педагоги способны интуитивно соразмерять свои педагогические приемы с индивидуальными характерологическими особенностями каждого ученика [6, с. 17]. Тем не менее, используя простые тесты, мы можем выявить детей крайних типологических групп, которые будут отличаться от своих сверстников по ряду психодинамических особенностей. Значительная выраженность таких особенностей позволяет точно подобрать и использовать конкретные педагогические приемы. Конечно, педагог не в состоянии на протяжении ряда занятий уделять большее внимание только детям группы риска. Оптимальным представляется оказывать помощь тогда, когда она действительно необходима.

Как показали результаты нашего исследования, при обучении простым элементам подвижных игр, базирующихся на движениях в уровне пространства С, быстрые и медлительные дети справляются с заданиями без специального создания ситуации успеха. При проведении таких игр стандартно-нормативный подход оправдывает себя. Элементы подвижных игр «Охотники и утки», «Два Мороза», «Коршун и наседка» выполняются в уровнях D и E благодаря активности филогенетически более молодых отделов лобной и теменной коры. Такие игры из-за нарушений корковой динамики оказались трудны для дошкольников с ЗПР.

Как известно, готовность обучаемых к практическому разучиванию двигательных действий базируется не только на двигательном опыте и обеспечивается психологическими факторами, но и предполагает, в частности, определенный уровень развития координационных способностей. Элементы подвижных игр «Северный и южный ветер», «Охотник», «Кот и мыши» реализуются благодаря специальным координационным способностям по терминологии В.И. Ляха в циклических и ациклических двигательных действиях, поэтому они не вызвали особых затруднений в освоении элементов. В этих играх различия между экспериментальной и контрольной групп статистически не достоверны, как по результатам первого, так и последнего контрольных срезов. Успешное обучение трем последующим играм предполагает определенный уровень развития специфических координационных способностей. Игра «Охотники и утки» требует быстроты реакции, ориентировки в пространстве, дифференцировки мышечных усилий. Игра «Два Мороза» предполагает быстроту реакции, ориентировку в пространстве, дифференцировку усилий, способность к перестроению двигательных действий. В игре «Коршун и наседка» необходима ориентировка в пространстве, способность к перестроению двигательных действий, высокая быстрота реакции. Недостаточный уровень развития специфических способностей позволяет ребенку освоить двигательное действие лишь до стадии первоначального умения, а развитие требуемых способностей непосредственно в игре требует создания ситуации успеха.

ВЫВОДЫ

По результатам исследования можно констатировать, что при проведении простых игр, ориентированных на развитие специальных координационных способностей, дети легко усваивают игровые элементы и поэтому создание дополнительных педагогических условий, в частности создание ситуации успеха с учетом особенностей темповых особенностей детей, не требуется. Но при обучении более сложным элементам подвижных игр продуктивным оказывается создание ситуации успеха в соответствии с психодинамическими особенностями быстрых и медлительных детей, типоспецифический подход оказывается и необходимым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких, М.М. Каких детей называют медлительными и отчего им трудно учиться?. – М., 1994. – 56 с.
2. Голубева, Э.А. Значение психофизиологических исследований для педагогической психологии. Дискуссии и обсуждение / Э.А. Голубева, Н.И. Чуприкова, Н.Н. Подъяков и др. // Вопросы психологии. – 1983. – № 5. – С. 139-142.
3. Григорьев, Д.В. Коррекция двигательных нарушений младших школьников с задержкой психического развития: учеб.-метод. пособие. – СПб.: ЛГОУ им. А.С. Пушкина, 2003. – 44 с.
4. Зайцева, В.В. Компьютерные технологии в физическом воспитании / В.В. Зайцева, В.Д. Сонькин // Физиология развития ребенка: теоретические и практические аспекты. – М., Образование от А до Я, 2000. – С. 296 – 312.
5. Региональный образовательный форум «Педагогическая инноватика – 2008». Официальный каталог экспозиционной программы. – Вологда, 2008. – С. 23.
6. Кибальченко, И.А. Психодиагностика: учебное пособие на модульной основе с диагностико-квалиметрическим обеспечением / И.А. Кибальченко, Е.В. Голубева. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009. – 302 с.
7. Кольцова М.М. Медлительные дети / М.М. Кольцова. – СПб.: Речь, 2003. – 94 с.
8. Кондракова, С.О. Успех как стимул учения // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2007. – № 3. – С. 282-288.
9. Ларионова И.А. Ситуация успеха в учебной деятельности как фактор развития отношений сотрудничества в системе «учитель– ученик»: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Екатеринбург, 1996. – 28 с.
10. Мамайчук И.И., Ильина М.Н. Помощь психолога ребенку с задержкой психического развития. Научно-практическое руководство. – СПб.: Речь, 2004. – 352 с.
11. Михайлова Н.К. Педагогика поддержки / Н.К. Михайлова, С.М. Юсфин. – М., 2001. – С. 106-107.

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕВОЧЕК 9-10 ЛЕТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ «ВЕДУЩЕГО» ФИЗИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА

Д.В. Мельников¹, И.А. Криволапчук
Федеральное государственное научное учреждение
«Институт возрастной физиологии»
Российской академии образования, Москва

Сообщение 1: Особенности двигательной подготовленности, физического развития и биоэнергетики мышечной системы девочек 9-10 лет в зависимости от уровня развития выносливости

Исследуются особенности двигательной подготовленности девочек 9-10 лет с разным уровнем развития выносливости как «ведущего» физического качества. Установлено, что девочки с низким уровнем развития выносливости отличаются от сверстниц с высоким и средним уровнем развития этого физического качества достоверно более высокими показателями физического развития, абсолютного МПК, PWC_{170} и мощности фосфагенного источника энергообеспечения. Но у них достоверно меньше показатели развития быстроты, силовой выносливости, скоростно-силовых качеств, ловкости, относительной силы, общей мышечной работоспособности, показателей мощности работы в режиме анаэробного гликолитического, смешанного аэробно-анаэробного и аэробного энергообеспечения. У сверстниц с высоким и средним уровнем развития выносливости значительно меньше различий в изучаемых показателях. У девочек с высоким уровнем развития выносливости по сравнению со сверстницами, имеющими средний уровень развития этого качества, отмечается достоверно более высокое развитие быстроты, скоростно-силовых качеств, абсолютной и относительной силы, общей мышечной работоспособности, показателей мощности работы в режиме анаэробного гликолитического, смешанного и аэробного энергообеспечения. При этом параметры физического развития не имели достоверных различий.

Ключевые слова. Двигательная подготовленность, физическое развитие, физическая работоспособность, биоэнергетика мышечной системы

State of physical development of 9-10-year-old girls depending on the developmental level of “leading” physical characteristics. The paper presents the study of motor fitness in 9-10-year-old girls with different levels of endurance as a “leading” physical characteristic. It is found out that girls with low level of endurance differ from their peers with high and medium levels of this physical quality and show significantly better physical development, higher levels of bone mineral density, PWC_{170} and intensity of phosphagen source of power supply to the muscles. However, they have significantly lower indices of quickness, tolerance, speed and power qualities, dexterity, relative strength, anaerobic glycolysis rate, aerobic and glycolytic energy supply, aerobic source, general muscle performance. Peers with high and medium level of endurance differ much less in terms of the studied parameters. Girls with high endurance level compared with their peers with medium level of this quality show

Контакты:¹ Мельников Д.В., E-mail: <melnikov.dmitry@pochta.ru>

significantly better fastness, tolerance, speed and power qualities, dexterity, relative strength, anaerobic glycolysis rate, aerobic and glycolytic energy supply, aerobic source, general muscle performance. At the same time physical development indices did not show any significant differences.

Keywords. *Motor fitness, physical development, physical efficiency, muscle bioenergy.*

В условиях сложной социально-демографической ситуации общества, особую тревогу вызывает состояние здоровья организма девочек и девушек [10, 9, 17, 8, 2, 4, 1, 19, 6, 7]. Как свидетельствуют научные исследования Н.Н. Куинджи, М.А. Поленовой [14], Н.А. Ананьевой, Ю.А. Ямпольской [2, 3, 18], В.А. Богдановой [9], Л.Ф. Игнатовой [12] и др. к концу XX столетия 75 % выпускниц школ имели различного рода хронические заболевания, нарушения опорно-двигательного аппарата, отклонения в темпах полового созревания, низкий уровень развития базовых двигательных качеств, координационных способностей. Кроме того, факторами риска здоровья школьников является недостаточное обоснование интенсификации учебной деятельности. При этом не учитываются индивидуально-типологические особенности развития организма девочек, необоснованное освобождение школьниц от уроков физической культуры, а также снижение общей двигательной активности и интереса к урокам физической культуры [13, 11, 16].

Наиболее сложным и противоречивым является этап постнатального онтогенеза, относящийся к разряду критических периодов развития. Возрастной период от 9-10 до 11-13 лет обычно называют «препубертатом». У девочек начинает меняться характер жирового обмена, и формируются грудные железы. Меняются (нередко в худшую сторону) стереотипы двигательных реакций и др. [5]. Поэтому в этом возрасте следует более точно дифференцировать физические нагрузки.

Цель исследования – выявление особенностей развития двигательной подготовленности, физического развития, физической работоспособности и биоэнергетики мышечной системы девочек 9-10 лет на основе дифференцирования двигательных способностей по «ведущему» физическому качеству.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Контингент испытуемых: здоровые девочки 9-10 лет общеобразовательных школ г. Липецка в количестве 200 человек.

Для решения поставленных задач использовались следующие **методы исследования**:

- педагогические – бег 30 м, бег 60м, челночный бег, 6 минутный бег, прыжок в длину с места;
- антропометрические – длина тела, окружность груди, ширина плеч, ширина таза, ЖЕЛ;
- физиологические – расчётное МПК, PWC_{170} ; биоэнергетические характеристики мышечной системы (по уравнению Мюллера,);
- анализ научной литературы;
- методы математической статистики.

Прежде всего, исследовали у девочек показатели двигательной подготовленности, физического развития, физической работоспособности и биоэнергетики

мышечной системы. Далее перегруппировывали показатели матрицы, используя т.н. «ведущие» физические качества.

Дифференциация по уровню развития ведущих двигательных качеств

В качестве т.н. «ведущих» двигательных качеств были использованы показатели 6-минутного бега, бега на 30 м, прыжков в длину с места и относительной становой динамометрии. Так, например, показатели 6-минутного бега перегруппировали по формуле $M \pm 0,67\sigma$ на три группы: с высоким, средним и низким уровнем показателей 6-минутного бега. В соответствии с этим перегруппировывались другие т.н. «ведомые» изучаемые показатели двигательной подготовленности, физического развития, физической работоспособности и биоэнергетики мышечной системы. Рассчитали достоверность различий между изучаемыми показателями высокого и низкого, высокого и среднего, среднего и низкого уровня. То же было проделано в отношении других «ведущих» физических качеств.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены статистики «ведущего» показателя – 6-минутного бега (выносливость): среднее значение, стандартное отклонение, уровни развития этого показателя у девочек 9-10 лет (высокий, средний, низкие), рассчитанные на основе использования сигмовидной шкалы ($M \pm 0,67\sigma$). В таблице 2 – результаты перераспределения изучаемых показателей общей выборки: их средние значения и стандартные отклонения.

Таблица 1

Группировка данных по показателям 6-минутного бега (м)

Среднее (M)	954,6
Сигма (σ)	132,5
$M + 0,67\sigma$	1043
$M - 0,67\sigma$	865,8
Высокий уровень развития	от 1043
Средний уровень развития	от 865,8 до 1043
Низкий уровень развития	до 865,8

Между группами с **высоким** и **низким** уровнями результатов 6-минутного бега зарегистрированы достоверные различия ($p < 0,01$) по этому показателю. У девочек с высоким уровнем развития выносливости (6-минутный бег) по сравнению со сверстницами, имеющими низкий уровень развития этого физического качества, отмечается достоверно более высокое развитие быстроты ($p < 0,01$), силовой выносливости ($p < 0,01$), скоростно-силовых качеств ($p < 0,01$), ловкости ($p < 0,01$), относительной силы ($p < 0,01$), показателей мощности анаэробного гликолиза ($p < 0,01$), аэробно-гликолитического энергообеспечения ($p < 0,01$), аэробного источника ($p < 0,01$), общей мышечной работоспособности ($p < 0,01$). Девочки с высоким уровнем развития выносливости обладают достоверно меньшими показате-

лями физического развития: длины тела ($p<0,05$), массы тела ($p<0,01$), окружности грудной клетки ($p<0,01$), ширины таза ($p<0,01$), ширины плеч ($p<0,01$) и др. Видимо, поэтому у девочек с низким уровнем развития выносливости выше абсолютные показатели МПК ($p<0,01$). В относительных показателях МПК и PWC_{170} , и абсолютного PWC_{170} достоверных различий не обнаружено. В то же время, у сверстниц с низким уровнем развития выносливости зарегистрировано достоверно более высокое развитие мощности фосфагенного источника ($p<0,01$).

Таблица 2

Физическое состояние девочек 9-10 лет с различным уровнем развития выносливости (6-минутный бег)

Показатели	Уровни развития, М±σ			Дост. разл., t/p		
	Высокий n=52	Средний n=85	Низкий n=63	В-Н	В-С	С-Н
Бег 6 мин, м	1109 ±37	986 ±27 89 (-11)	784 ±59 71% (-29%)	36,03 0,01	22,32 0,01	25,30 0,01
Бег 30 м, с	6,03 ±0,39	6,57±1,12 91 (-9)	6,57 ±0,47 91% (-9%)	-6,59 0,01	-3,31 0,0	-0,03 -
	11,71 ±0,65	11,95 ±0,59 98% (-2%)	12,42 ±0,70 94% (-6)	-5,65 0,001	-2,26 0,05	-4,47 0,01
Челн. бег, с	9,29 ±0,54	9,42 ±0,51 99% (-1%)	9,66 ±0,53 96% (-4%)	-3,67 0,01	-1,353 -	-2,81 0,01
Пр.дл/м, см	142 ±9,5	134 ±11,9 95 (-5)	129 ±15,5 90% (-10%)	5,89, 0,01	4,31 0,01	2,64 0,01
Наклон вперед, см	7,9 ±4,9	8,0 ±4,4 101% (1%)	6,3 ±3,8 79% (-21%)	2,02 0,05	-0,07 -	2,43 0,05
Подним. туловища, раз	29 ±6	29 ±8 100% (0%)	26 ±8 90% (-10%)	2,55 0,01	0,37 -	2,19 0,05
Стан. динам., кг	42 ±13	37 ±12 88% (-12%)	39 ±12 93% (-7%)	1,14 -	2,08 0,05	-0,9 -
Ст/кг массы тела, отн. ед.	1,29 ±0,38	1,14 ±0,37 88 (-12)	0,98 ±0,25 76% (-24%)	5,00 0,01	2,34 0,05	2,98,3 0,05
МПК, мл/мин	1457 ±238	1486 ±208 102% (2%)	1665 ±275 114% (14%)	-4,29 0,01	-0,75 -	-4,33 0,01
МПК/кг, мл/мин*кг	45,5 ±7,66	46,3 ±8,93 102% (2%)	42,6 ±7,85 94% (-6%)	1,97 -	-0,56 -	2,63 0,01

Показатели	Уровни развития, М±σ			Дост. разл., t/p		
PWC ₁₇₀ , кгМ/мин	451 ±144	434 ±113 96% (-4%)	509 ±184 113% (13%)	-1,89 -	0,76 -	-2,85 0,01
PWC/кг, кгМ/мин*кг	14,0 ±4,45	13,3 ±2,65 95% (-5%)	13,1 ±5,10 94% (-6%)	0,98 -	1,24 -	0,20 -
Lns, усл.ед.	47,9 ±2,7	38,1 ±13,4 0% (-20%)	32,9 ±2,4 69% (-31%)	31,60 0,01	5,18 0,01	3,06 0,01
Wmax, м/с	6,17 ±0,53	5,93 ±0,85 96% (-4%)	6,50 ±0,55 105% (5%)	-3,31 0,01	1,77 -	-4,62 0,01
W40, м/с	3,97 ±0,14	3,64 ±0,23 92% (-8%)	3,27 ±0,16 82% (-18%)	25,17 0,01	9,61 0,01	10,88 0,01
W240, м/с	3,23 ±0,10	2,89 ±0,08 89% (-11%)	2,35 ±0,16 73% (-27%)	36,02 0,01	22,63 0,01	24,48 0,01
W900, м/с	2,77 ±0,12	2,44 ±0,12 88% (-12%)	1,84 ±0,17 66% (-34%)	34,78 0,01	15,76 0,01	24,12 0,01
Коэфф. а, усл.ед.	8,6 ±1,20	6,1 ±7,45 71% (-29%)	5,5 ±0,65 64% (-36%)	17,34 0,01	2,43 0,05	0,83 -
Коэфф. б, усл.ед.	15,7 ±1,55	12,1 ±7,60 77% (-23%)	10,2 ±0,85 65% (-35%)	22,86 0,01	3,36 0,01	2,28 0,05
Длина тела, см	143,1 ±8,0	141,0 ±8,6 99% (-1%)	147,3 ±11,5 103% (3%)	-2,28 0,05	1,43 -	-3,65 0,01
Масса тела, кг	32,3 ±5,07	32,9 ±6,91 102% (2%)	40,0 ±9,12 124% (24%)	-5,66 0,01	-0,57 -	-5,13 0,01
Окр. груди, см	69,2 ±5,12	68,7 ±8,32 99% (-1%)	73,6 ±9,32 106% (6%)	-3,25 0,01	0,32 -	-3,35 0,01
Ширина плеч, см	31,9 ±2,43	31,2 ±2,80 98% (-2%)	33,4 ±3,56 105% (5%)	-2,63 0,01	1,49 -	-4,01 0,01
Ширина таза, см	22,3 ±2,00	22,6 ±2,58 101% (1%)	24,2 ±2,53 109% (9%)	-4,47 0,01	-0,74 -	-3,85 0,01
ЖЕЛ, мл	1639 ±459	1563 ±451 95% (-5%)	1672 ±468 102% (2%)	-0,38 -	0,96 -	-1,43 -

Примечание. 100% – показатели девочек с высоким уровнем развития выносливости. В скобках – разница данного показателя от 100%, знак «-» соответствует ухудшению показателя. Прочерка – различия недостоверные.

Между высоким и средним уровнями результатов 6-минутного бега зарегистрированы достоверные различия ($p < 0,01$). У девочек с высоким уровнем развития выносливости (6-минутный бег) по сравнению со сверстницами, имеющими средний уровень развития этого качества, отмечается достоверно более высокое развитие быстроты ($p < 0,01$), скоростно-силовых качеств ($p < 0,01$), абсолютной ($p < 0,05$) и относительной ($p < 0,05$) силы, мощности анаэробного гликолиза ($p < 0,01$), аэробно-гликолитического энергообеспечения ($p < 0,01$), аэробного источника ($p < 0,01$), общей мышечной работоспособности ($p < 0,01$). Отсутствуют достоверные различия в абсолютных и относительных показателях МПК и PWC_{170} , показателях физического развития и ЖЁЛ.

Между средним и низким уровнями результатов 6-минутного бега также зарегистрированы достоверные различия ($p < 0,01$). Такой же характер различий отмечается в показателях бега на 60 м ($p < 0,01$), челночного бега ($p < 0,01$), прыжков в длину с места ($p < 0,01$), гибкости ($p < 0,01$), поднимании туловища ($p < 0,01$), относительной становой динамометрии ($p < 0,01$). Абсолютные значения МПК и PWC_{170} были достоверно более высокими у девочек с низким уровнем развития выносливости, но относительные значения МПК – у сверстниц с высоким уровнем.

Показатели ЖЁЛ не имели достоверных различий, а все изучаемые показатели физического развития были достоверно выше у представителей с низким уровнем развития выносливости. Анализ показателей биоэнергетики мышечной системы выявил следующее. Мощность фосфагенного источника (V_{max}) была достоверно выше у девочек с низким уровнем развития показателей 6-минутного бега ($p < 0,01$). Другие изучаемые показатели биоэнергетики ($V_{40} - p < 0,01$, $V_{240} - p < 0,01$, $V_{900} - p < 0,01$, $LnS - p < 0,01$, коэффициент «b» – $p < 0,05$) были достоверно выше у сверстниц со средними показателями 6-минутного бега.

У девочек со средним уровнем развития выносливости (6-минутный бег) по сравнению со сверстницами, имеющими низкий уровень развития этого качества ($p < 0,01$), отмечается достоверно более высокое развитие скоростной выносливости ($p < 0,01$), ловкости ($p < 0,01$), скоростно-силовых качеств ($p < 0,01$), силовой выносливости ($p < 0,01$), гибкости ($p < 0,01$), относительной силы ($p < 0,01$), относительного МПК ($p < 0,01$), показателей мощности анаэробного гликолиза ($p < 0,01$), аэробно-гликолитического энергообеспечения ($p < 0,01$), аэробного источника ($p < 0,01$), общей мышечной работоспособности ($p < 0,01$). Девочки с низким уровнем развития выносливости имеют достоверно более высокие показатели физического развития, абсолютного МПК и PWC_{170} .

Полученные данные свидетельствуют о том, что выявление особенностей физического состояния девочек 9–10 лет на основе дифференцирования двигательных способностей по т.н. «ведущему показателю» позволит определить рациональное соотношение средств совершенствования основных физических качеств и обосновать комплектование девочек по группам для их развития на основе этих особенностей.

ВЫВОДЫ

1. Девочки с низким уровнем развития выносливости (6-минутный бег) отличаются от сверстниц с высоким ($p < 0,01$) и средним ($p < 0,01$) уровнем развития

этого физического качества достоверно более высокими показателями физического развития (длина, масса тела, окружность грудной клетки и др.), абсолютного МПК, PWC_{170} и мощности фосфагенного источника мышечного энергообеспечения. Но у них достоверно меньше показатели развития быстроты, силовой выносливости, скоростно-силовых качеств, ловкости, относительной силы, общей мышечной работоспособности, показателей мощности работы в режиме анаэробного гликолитического, смешанного аэробно-анаэробного и аэробного энергообеспечения.

2. У сверстниц с высоким и средним уровнем развития выносливости значительно меньше различий в изучаемых показателях. У девочек с высоким уровнем развития выносливости ($p < 0,01$) по сравнению со сверстницами, имеющими средний уровень развития этого качества, отмечается достоверно более высокое ($p < 0,01$) развитие быстроты, скоростно-силовых качеств, абсолютной и относительной силы, общей мышечной работоспособности, показателей мощности работы в режиме анаэробного гликолитического, смешанного аэробно-анаэробного и аэробного энергообеспечения. При этом параметры физического развития не имели достоверных различий.

Работа поддержана грантом РГНФ (№ 12-06-00037а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абаскакова, Н.П. Физиологические и социальные аспекты полового созревания подростков / Н.П. Абаскакова, И.Н. Сидорова, И.Г. Ткаченко. – Валеология, 2000. – № 3. – С.47-48.

2. Ананьева, Н.А. О необходимости особого контроля за здоровьем и физическим развитием девочек-школьниц / Н.А. Ананьева, Ю.А. Ямпольская // Школа здоровья. – 1995. – №4. – С. 13-16.

3. Ананьева, Н.А. Физическое развитие и адаптационные возможности школьниц / Н.А. Ананьева, Ю.А. Ямпольская // Вестник Российской АМН. 1993. – № 5. – С. 19-24.

4. Антропова М.В. Физиолого-гигиеническая оценка эффективности индивидуально-дифференцированного обучения учащихся / М.В. Антропова, Г.Г. Манке, Г.В. Бородкина, Л.М. Кузнецова, Т.М. Параничева // Гигиена и санитария. – 1997. – №1. – С. 24-26.

5. Физиология развития ребенка: Руководство по возрастной физиологии / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2010. – 768 с.

6. Блинков С.Н., Левушкин С.П. Методика реализации индивидуального подхода в физической подготовке школьников-подростков // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2002. – № 2. – С. 8-13.

7. Блинков, С.Н. Индивидуализация физического воспитания школьников 12-14 лет на основе учета структуры моторики: автореф. дис. ... канд. пед. наук / С.Н. Блинков. – М., 2000. – 24 с.

8. Богатырев, В.С. Физиологическая характеристика физического развития и репродуктивного здоровья выпускниц средней школы, проживающих на экологи-

чески различных территориях Кировской области: автореф. дис. канд. пед. наук / В.С. Богатырев. – М., 1999. – 34 с.

9. Богданова, В.А. Охрана здоровья девочек и девушек основа репродуктивного здоровья женщин / В.А. Богданова, М.Н. Кузнецова, О.Г. Фролова // Акушерство и гинекология. – 1992. – №3. – С.46-48.

10. Бокач, А.М. Половое созревание девочек разных конституциональных типов / А.М. Бокач // Педиатрия. – 1980. – №6. – С. 8-11.

11. Ванина, О.Г. Комплексное использование средств видов гимнастики на уроках физической культуры со школьницами 5-7 классов: автореф. дис. ... канд. пед. наук / О.Г. Ванина. – Омск, 2002. – 27 с.

12. Игнатова, Л.Ф. Мониторинг состояния здоровья и факторов риска детского населения / Л.Ф. Игнатова // Школа здоровья. – 1997. – №4. – С. 74-78

13. Коричко, Ю.В. Методика применения ритмической гимнастики на уроках физической культуры в 5-7 классах: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Ю.В. Коричко. – Омск, 2000. – 25 с.

14. Куинджи Н.Н. Гигиенические проблемы сельских школ ждут решения. Материалы VIII Конгресса педиатров России «Современные проблемы профилактической педиатрии». – М., 2003. – С 184.

15. Фарбер, Д.А. Физиология школьника / Д.А. Фарбер, И.А. Корниенко, В.Д. Сонькин. – М.: Педагогика, 1990. – 64 с.

16. Хозяинова, Д.А. Совершенствование координационных способностей девочек 14-15 лет средствами аэробики с учетом типа телосложения: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Д.А. Хозяинова. – Омск, 2004. – 21 с.

17. Ямпольская, Ю.А. Анализ акселерации роста морфологических признаков у девочек с учетом различий в их возрасте развития / Ю.А. Ямпольская // Гигиена детей и подростков. – М., 1992. – Вып. 3. – С. 228-234.

18. Ямпольская, Ю.А. Популяционный мониторинг физического развития детского населения / Ю.А. Ямпольская // Гигиена и санитария. – 1996. – №1. – С. 24-26.

19. Pinto В.М. A stages of change approach to understanding college students physical activity / В.М. Pinto, В.Н. Marcus // J. Am. College Helthe. – 1995. – V.44. – P. 27-31.

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 0,85 авторского листа (18 стр.), кратких сообщений и методических статей – не более 0,5 авторского листа (12 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 носителе (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. С аспирантов и докторантов плата за публикацию рукописей не взимается.

Номер подписан в печать 07.06.2012.
Усл. п. л. 7,675. Тираж 500 экз.
Отпечатано ИП Скороходов В.А.
111401, г. Москва, ул. 3-я Владимирская, 11-18