***На правах рукописи***

Сафоненкова Елена Викторовна

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ РАЗЛИЧНЫХ СОМАТИЧЕСКИХ ТИПОВ И ВАРИАНТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

03.03.01 – Физиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

 кандидата биологических наук

Смоленск 2013

Работа выполнена на кафедре анатомии и биомеханики ФГБОУ ВПО «Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма»

Научный руководитель: **Дорохов Ратмир Николаевич,**

доктор медицинских наук, профессор

Научный консультант: **Брук Татьяна Михайловна,**

доктор биологических наук, профессор

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, доцент

**Литвин Федор Борисович,**  профессоркафедры биологических дисциплинСмоленской государственной академии физической культуры, спорта и туризма

доктор медицинских наук, профессор

**Глотов Владимир Александрович,** профессор кафедры анатомии человека Смоленской государственной медицинской академии

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф.Лесгафта, Санкт-Петербург»

Защита состоится «24» октября 2013 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 311.008.01 в ФГБОУ ВПО «Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма» по адресу: 214018, г. Смоленск, проспект Гагарина, 23, зал ученого совета

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Смоленской государственной академии физической культуры, спорта и туризма.

Автореферат разослан «23» сентября 2013 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

А.И.Павлов

кандидат педагогических наук, доцент

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

***Актуальность исследования****.* Проблема глубокого изучения возрастной динамики ростовых процессов отдельных звеньев тела, их морфологических признаков, биологической зрелости человеческого организма вновь стала одной из важнейших в современной антропологической (А.М. Урысон, 1962; А.В. Чикина, 1963; И.И. Бахрах, 1975; В.П. Чтецов, 1978) и спортивной науке (А.А. Гужаловский, 1986; А.А. Зайцев, 2003; М.М. Чернецов, 2009; Л.К. Серова, 2011). Причиной являются возрастающие потребности специалистов в области педагогики, физиологии, спортивной морфологии, адаптивной физической культуры, связанные с необходимостью учета параметров индивидуального развития организма в целом и его отдельных звеньев при формировании спортивной техники, оценке гармоничности развития силы мышц в сочетании с индивидуальным соматическим типом и вариантом биологического развития, эффективного восстановления при повреждениях опорно-двигательного аппарата и протезировании конечностей.

В последнее время активно исследуются биомеханические и нейрофизиологические аспекты основного двигательного механизма звеньев свободной верхней конечности, её дистального отдела (J. Freund et al., 2002; А.Р. Georgopoulos et al., 1999: Sh. Li et al., 2001; Y. Liu et al., 2000; R. Reilmann et al., 2001; M.H. Sсhieber, 2002; U. Ziemann, M. Hallett, 2001). Морфологическая база этих исследований на сегодня весьма скромна и включает единичные работы (Du Bois D., Du Bois E.F., 1989; М.М. Безруких, 2005; С.В. Хрущев, 2005), большинство из которых в спортивной практике посвящено изучению нижней конечности (Н.Р. Дорохов, 1997; А.Н. Хорунжий, 2010; Р.Н. Дорохов, 2011). Верхней конечности уделено значительно меньше внимания. Слабо изучены ростовые изменения относительных размеров сегментов верхней конечности, с учетом конституциональных особенностей, несмотря на то, что они выполняют ведущую роль в таких видах спорта как: штанга, борьба, гиревой спорт, гимнастика (А.Н. Воробьёв, 1989; В.Н. Селуянов, 1995; В.И. Михалев, 1998; В.Н. Гомонов, 2000; А.А. Гужаловский, 2001).

В связи с различными темпами роста и развития отдельных звеньев организма ребенка изменяются пропорции его телосложения, соотношения жировой и мышечной масс тела (И.И. Бахрах, 1975; Дж. Таннер, 1968; В.Е. Дерябин, 1987; П.К. Прусов, 2000). Требуются новые исследования не столько обобщенных характеристик ростовых процессов, сколько частных показателей соматического и функционального развития отдельных сегментов тела, в том числе верхней конечности у лиц различных вариантов биологического развития (А.А. Зайцев, 2006; Л.И. Лубышева, 2011; Р.Н.Дорохов, 2012).

***Цель исследования.*** Определить проявления соматических и функциональных особенностей роста и развития организма от 4 до 20 лет, используя показатели возрастных изменений верхней конечности в качестве модели локальной конституции.

***Предмет исследования.*** Постнатальные особенности формирования соматической и функциональной индивидуальности роста и развития организма в целом и верхней конечности с позиции соматодиагностики и темпов роста детей и подростков.

***Объект исследования.*** Процесс онтогенетических преобразований соматических и функциональных показателей верхней конечности у лиц мужского и женского пола различных соматических типов и вариантов биологического развития, как модели ростовых особенностей организма в целом.

***Гипотеза исследования.*** Предполагалось, что верхняя конечность, как звено тела, обладающее сниженной гравитационной нагрузкой, может:

* служить моделью индивидуальной изменчивости, характеризующей типовые особенности роста организма;
* отражать индивидуальный соматогенез компонентов тела;
* служить объективной основой построения рационального физического воспитания в школе и прогностического отбора в виды спорта с учетом изосомного и изохронного подходов;
* отражать индивидуальные – возрастные особенности формы тела в целом.

***Задачи исследования:***

* Выявить особенности изменения ростовых показателей и проявления феномена «децелерации» у детей и подростков конца ХХ и начала ХХI века;
* определить динамику пропорционных соотношений звеньев верхней конечности и компонентный состав тела по периодам развития организма до матурантной зрелости;
* изучить возрастные особенности изменения подвижности суставов верхней конечности и силы мышц у лиц различных вариантов биологического развития;
* Разработать и сгруппировать в таблицы критерии оценки габаритных, компонентных и пропорционных характеристик выраженности жировой и мышечной массы для детей различных соматических типов и вариантов биологического развития начала XXI века.

***Методы исследования:***

* Ретроспективный анализ научно-исследовательской литературы.
* Соматометрические: антропометрия, метрическое соматотипирование, компонентная оценка верхней конечности, реперная оценка мышечной массы.
* Функциональные: ступенчатая динамометрия, гониометрия с использованием нестандартной аппаратной диагностики, антропометрическая фотосъемка с использованием стандартного и стереофотометрического метода, определение типа кисти.
* Статистическая обработка цифрового материала с использованием программ «Прогноз-93» и «Сила».

***Теоретико-методологическую основу* *исследования*** составили теории и концепции ведущих ученых по: антропологии (В.В. Бунак, М.Ф. Неструх, Я.Я. Рогинский, В.В. Гинсбург, Д.Г. Рохлин), развитию детей и подростков (Г.Н. Башкиров, Э.Г. Мартиросов, И.И. Бахрах, Р.Н. Дорохов, Г. Гримм, Дж. Таннер, Б.А. Никитюк, В.Г. Властовский, В.В. Куприянов, В.П. Чтецов, Н.И. Миклашевская, В.Г. Штефко, А.Д. Островский, С.Б. Тихвинский), дисентометрии (Э.Г. Мартиросов, Н. Барникот, В.К. Бальсевич, Н.Ж. Булгакова, И.П. Ратов, С.В. Хрущев, В.П. Филин).

***Организация исследования.*** В исследованиях приняли участие обследуемые от 4 до 7 лет ДДУ г.Ярцево и Смоленска, от 7 до 17 лет – школьники МБОУ ЯСОШ №10 г.Ярцево, от 17 до 20 лет – абитуриенты и студенты СГАФКСТ.

**Обследовано 1031 человек**

**229** человек

Лица, занимающиеся спортом

**812** человек

Лица, не занимающиеся спортом

**130** - женщины

**99** - мужчины

**398** - женщины

**414** - мужчины

Лиц женского пола, разделенные по возрастным периодам:

**146** – период первого детства

**95** – период второго детства

**83** – подростковый возраст

**204** - юношеский возраст

(периодизация В.В.Бунака, 1965)

Лиц мужского пола, разделенные по возрастным периодам:

**122** – период первого детства

**122** – период второго детства

**84** – подростковый возраст

**185** – юношеский возраст

Проводились продольно-поперечные соматометрические, динамо- и гониометрические измерения тела в целом и звеньев верхней конечности. Исследования осуществлялось с сентября 2006 по май 2012 года (6 лет). Измерения производились не менее 2 раз в год. Для чистоты эксперимента в разработку включены только лица русской и белорусской национальности, коренных жителей Смоленской и Витебской областей первой и второй групп здоровья без отклонений в деятельности опорно-двигательного аппарата.

У лиц мужского пола (возраст 6–20 лет) к микросоматическому типу относилось 78 (18,8%), мезосоматическому – 262 (63,3%) и макросоматическому – 74 (17,9) человека.

По вариантам биологического развития было обследовано ВБР «А» 84 (22,53%), ВБР «В» – 191 (51,2%) и ВБР «С» – 98 (26,27%) человек.

У лиц женского пола (возраст 6-20 лет) к микросоматическому типу относилось 58 (14,6%), мезосоматическому – 272 (68,3%) и макросоматическому – 68 (17,1%) человек.

По вариантам биологического развития было обследовано ВБР «А» 75 (22,87%), ВБР «В» – 175 (53,35%) и ВБР «С» – 78 (23,78%) человек.

Исследование проводилось в ***три этапа***:

**I этап** - поисковый, осуществлялся анализ научно-методической литературы, формулировались цели, задачи исследования, выбирались методы и контингент испытуемых;

**II этап** – исследовательский, проводились измерения соматометрических и функциональных (динамометрия и гониометрия) показателей. Определялись обхватные, продольные и поперечные размеры верхней конечности. Применялась фотосъемка, определялся тип кисти;

**III этап** – аналитический, весь цифровой материал подвергался компьютерной обработке, анализу и интерпретации. Следствием явилось написание диссертации, формулировка выводов и практических рекомендаций.

***Научная новизна исследования:***

* Впервые по оригинальному методу соматодиагностики Р.Н.Дорохова (1979-1991) произведена оценка соматометрических и функциональных показателей верхней конечности у детей и подростков первого десятилетия XXI века. Разработаны оценочные таблицы развития с учетом соматического типа и варианта биологического развития детей, подростков и юношей 4-20 лет.
* С использованием реперной и денситометрической диагностики жировой и мышечной массы тела и верхней конечности детей и подростков определена динамика роста масс тела.
* Проведена метрическая оценка билатеральной асимметрии развития соматических и функциональных показателей верхней конечности и ее звеньев.
* Определен возрастной и половой диморфизм звеньев верхней конечности и тела в целом на изучаемых этапах онтогенеза.

***Теоретическая значимость исследования.***Полученные результаты существенно дополняют новыми научными данными современные представления о ростовых особенностях – гетерохронности, закономерностях развития – аллометричности звеньев верхней конечности и тотальных размеров тела детей и подростков первых десятилетий XXI века различных соматических типов и индивидуальной изменчивости соматических и функциональных признаков.

***Практическая значимость исследования.*** Практическая значимость предпринятого исследования определяется его направленностью на изучение и выявление особенностей роста звеньев верхней конечности и формирования подвижности и силы мышц на этапах онтогенеза у лиц различных соматических типов и вариантов биологического развития, которые являются одним из ведущих факторов планирования физической нагрузки с учетом здоровьеразвивающих и здоровьеформирующих технологий, изосомного и изохронного принципов формирования групп для занятий, особенно в ДДУ и начальной школе.

Разработанные автором оценочные таблицы по габаритному и компонентному уровням варьирования служат ориентиром для выявления групп «риска» при первичном отборе для занятий спортом.

Результаты исследования нашли практическое применение на занятиях по спортивной и возрастной морфологии на кафедре анатомии и биомеханики Смоленской государственной академии физической культуры, спорта и туризма.

***Основные положения, выносимые на защиту:***

1. Процесс индивидуализации ростовой и межвозрастной изменчивости жителей Смоленского региона и восточной части Белоруссии характеризуется анализом ростовых особенностей детей и подростков первого десятилетия XXI века и последних десятилетий ХХ века с целью выявления существования феномена «децелерации».
2. Морфологические закономерности роста и развития верхней конечности на этапах онтогенеза у лиц мужского и женского пола обусловлены ее гетерохронностью, аллометричностью и вариативностью развития и, как следствие, определяют проявление индивидуальности соматического типа.
3. Возрастные изменения подвижности и силы мышц суставов верхней конечности зависят от степени развития компонентной структуры тела.
4. Разработанные оценочные таблицы уточняют габаритные, компонентные и пропорционные характеристики организма, служат ориентиром для прогнозирования роста и развития лиц мужского и женского пола 4-20 лет различных соматических типов и вариантов биологического развития начала XXI века.

***Апробация работы*.** Основные положения диссертации докладывались и получили положительную оценку на конференциях студентов, магистрантов и аспирантов СГАФКСТ (2006-2012); VI Российской научно-практической конференции «Здоровье и здоровый образ жизни» (Смоленск, 2008); IV научно-практической интернет-конференции студентов, аспирантов, молодых ученых: «Физкультурное образование: спорт и здоровье» (1 место) (Омск, 2012); 2-ой Международной научно-практической конференции «Проблемы качества физкультурно-оздоровительной и здоровьесберегающей деятельности образовательных учреждений» (Екатеринбург, 2012); XVI - XVII научно-практической конференции молодых ученых СГАФКСТ (2011-2012); Международной научно-практической конференции «Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии» (Екатеринбург, 2013).

Издано учебно-методическое пособие «Рост и развитие двигательного аппарата школьников» (верхняя конечность) (2013), учебно-методическое пособие «Возрастная спортивная морфология» (2013) с Грифом УМО. Методические разработки внедрены в работу детского сада №7 общеразвивающего вида г.Ярцево, школы МБОУ ЯСОШ №10 г. Ярцево и в деятельность СГАФКСТ.

***Структура диссертационной работы.*** Работа состоит из введения, четырех глав, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложений. Работа изложена на 171 листе компьютерного текста, состоит из 15 таблиц, 105 рисунков. Библиографический указатель содержит 297 источников, из них 32 на иностранных языках.

**ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Полученный фактический материал показывает, что активный прирост ДТ у лиц женского пола начинается за 3 года до наступления ее матурантной величины, у лиц мужского пола – за 2 года. Масса тела увеличивается у субъектов женского пола с 12 лет на 2,5 года раньше, чем у субъектов мужского пола. Полученные результаты несколько расходятся с данными 70-х годов прошлого столетия. Дети XX века уступают в длине и массе тела обследуемым XXI столетия. Возможно, это следствие биологической подготовки к дезакселерации (децелерации), отмечающейся в работах начала ХХI века (Д.А. Жданов, 1968; И.И. Бахрах, 1977).

По величине внутривозрастного коэффициента вариации выявлено, что организм женщин более консервативен в своем развитии, что отражает темп биологического развития.

Корреляционный анализ показал, что увеличение коэффициента вариации массы тела значительно связано с двигательной активностью. Лица, посещающие спортивные школы, замедляют прирост МТ за счет меньшей жировой массы.

Сравнение соматограммы лиц МиС и МаС типов показало, что их количество, даже при продольных наблюдениях, изменяется за счет лиц, опережающих в развитии, которые временно переходят в зону «непредсказуемости», соматотип остается прежним.

Распределение длины тела по соматическим типам подчинено наследственному контролю, массы тела – внешним средовым факторам, что проявляется после разделения их на возрастные периоды по классификации В.В. Бунака (табл. 1).

Таблица 1

Показатели длины тела обследованных различных соматических типов (периодизация В.В. Бунака, 1965) (см)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ВозрастныепериодыСТ | Первое детство | Второе детство | Подростковый возраст | Юношеский возраст |
| Лица мужского пола |
| МиС | 106,4 | 133,4 | 151,8 | 168,2 |
| МеС | 111,6 | 139,3 | 162,6 | 174,6 |
| МаС | 114,9 | 145,4 | 171,9 | 179,5 |
| Лица женского пола |
| МиС | 101,1 | 128,9 | 147,4 | 164,8 |
| МеС | 106,5 | 134,3 | 157,1 | 172,5 |
| МаС | 110,2 | 139,5 | 165,8 | 176,4 |

У лиц мужского и женского пола в указанные возрастные периоды распределение происходит по несколько иным закономерностям, прирост длины конечности отстает от увеличения длины тела на полтора года, но увеличивается процент лиц, входящих в зону «непредсказуемого» дальнейшего развития. Зона «непредсказуемости» различий по длине конечности у лиц обоего пола постепенно сужается по мере завершения полового развития.

Результаты сравнения показателей ДТ у лиц мужского и женского пола 2006-2012 гг. с результатами 1968-1979 гг. показали несовпадение с данными о децелерации по длине тела. Это согласуется с мнением Г. Гримма (1967) о том, что судить по одному показателю о глобальном явлении – акселерация развития, весьма смело.

По всей вероятности, длина тела без учета ВБР не может быть ведущим типологическим признаком. Одну и ту же ДТ могут иметь лица различных вариантов развития. При первичном отборе и ориентации детей в виды спорта необходимо учитывать ВБР и соматометрические показатели.

Нами проведен анализ оценки выраженности мышечной массы тела в целом и отдельных его звеньев.

Сравнение ИР массы тела и ИР мышечной массы показало, что у лиц мужского и женского пола в период первого детства и юношеском возрасте ИР мышечной массы несколько выше, чем у массы тела в остальные возрастные периоды.

Корреляционный анализ соотношений длиннотных показателей тела и выраженности ММ выявил, что они имеют достоверную (отрицательную) связь в период активного роста длин звеньев тела (r= – 0,768-0,980). Величина соотношения ММ, измеренной в мае и октябре, достоверно различается у лиц мужского и женского пола (р<0,05), видимо, из-за различных сезонных двигательных нагрузок.

Статистический анализ показывает гетерохронность прироста мышечной массы тела и отдельных звеньев верхней конечности. Вначале увеличивается масса тела, а через год - полтора – мышечная масса.

Вариант биологического развития организма детей и подростков оказывает влияние на возрастные изменения мышечной массы. Дети ВБР «А» в возрасте 4 лет имеют мышечную массу на 2-3% выше, чем дети ВБР «С». К 20 годам обследуемые ВБР «А» на 4-6% опережают сверстников ВБР «С». Лица ВБР «А» по выраженности мышечной массы достигают максимальных значений к 12-14 годам, а обследуемые ВБР «С» - к 17-18 годам. Лица ускоренного варианта биологического развития в более ранние сроки достигают успехов в спортивной деятельности и «угасают», тогда как субъекты растянутого варианта развития позже достигают этого уровня и являются «долгожителями» в спорте.

В плане решения второй задачи установлено, что показатели длины верхней конечности и закономерности ее роста могут служить интегральным отражением ростовых процессов отдельных звеньев тела лиц различных СТ мужского и женского пола (рис.1).

В период первого детства верхняя конечность длиннее у лиц мужского пола, разница превышает первый порог значимости (р<0,05). Статистически достоверные различия сохраняются и в подростковом возрастном периоде (р<0,01).

МиС

МиМеС

 МеС

МеМаС

Зона пересечения кривых

Зона пересечения кривых

CV=14%

CV=7%

МаС

 I II III IV

0,05<t<0,01

 I II III IV

р<0,01

р<0,05

♀

Рис. 1. Показатели длины верхней конечности у лиц различных соматических типов мужского и женского пола по возрастным периодам

( - зона пересечения кривых)

Возрастные приоды: I – период первого детства, II – период второго детства, III – подростковый возраст, IV – юношеский возраст

В период второго детства длина верхней конечности достоверно больше у лиц женского пола (0,05<t<0,01), при равной длине тела.

Зрелых форм верхние конечности достигают у лиц мужского пола МеС типа ВБР «В» к 18 годам, у лиц женского пола - к 16-17 годам (рис. 2 и 3).

Зона пересечения кривых

Зона пересечения кривых

МиС

МеС

МаС

♂

Рис. 2. Показатели интенсивности роста верхней конечности у лиц мужского и женского пола различных соматических типов

♀

♂

Рис. 3. Показатели интенсивности роста длины верхней конечности у лиц мужского и женского пола различных вариантов биологического развития

Вариативность длины верхней конечности более высока у лиц женского пола CV -14%, у лиц мужского пола она в 2 раза ниже.

Верхняя конечность растет скачкообразно и результаты физической подготовленности не могут увеличиваться линейно.

Рост плечевой кости и костей предплечья оканчивается не одновременно, а с интервалом в 2-3 года, т.е. наиболее интенсивный рост длины свойственен длине плеча (табл. 2).

До 12 лет интенсивнее увеличивается длина плеча. После 12 лет – предплечья. Эта тенденция хорошо просматривается при проведении «Филиппинского» теста. Длина плеча у детей до 6 лет меньше длины костей предплечья (рис. 4).

Коэффициенты корреляции прироста длины тела и длины плеча в возрасте 10-12 и 17-20 лет минимальны, т.е. по длине тела нельзя судить об абсолютной длине плеча.

Длина кисти активно увеличивается после 14 лет, т.е. в подростковом и юношеском возрасте (t<3,84; р<0,001). Костные структуры длины кисти оканчивают рост между 16 и 17 годами, к этому времени формируется кисть зрелого человека.

Анализ соотношения II и IV лучей кисти показал, что эта величина меняется с возрастом. Радиальный тип кисти преобладает в 14 лет, ульнарный - в 18-20 лет.

Корреляционная связь абсолютных величин прироста длиннотных размеров звеньев верхней конечности отражает длину кисти.

Мы рассматривали периоды однонаправленного и разнонаправленного роста звеньев верхней конечности.

Таблица 2

Возрастные изменения габаритных характеристик и показателей верхней конечности и ее звеньев у лиц мужского и женского пола МеС типа ВБР «В»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Возрастные периоды | первого детства | второго детства | подростковый возраст | юношескийвозраст  | первого детства | второго детства | подростковый возраст | юношеский возраст |
| Соматометрические показатели | Лица мужского пола | Лица женского пола |
| Длина тела (см) | 110,1 | 139,7 | 158,8 | 167,2 | 109,1 | 139,3 | 157,8 | 166,1 |
| Масса тела (кг) | 20,0 | 34,4 | 51,5 | 73,9 | 16,1 | 29,7 | 49,4 | 57,7 |
| **Длина (см)** | Вк | 47,8 | 58,7 | 67,6 | 77,5 | 61,8 | 66,44 | 71,9 | 76,6 |
| Плеча | 20,9 | 26,0 | 29,6 | 33,06 | 25,6 | 28,9 | 30,0 | 33,5 |
| Предплечья | 15,9 | 21,3 | 22,3 | 26,7 | 21,6 | 22,4 | 24,2 | 25,6 |
| Кисти | 12,1 | 14,9 | 16,2 | 18,6 | 14,9 | 15,7 | 17,8 | 18,413 |
| **S (см²)** | Вк | 531,4 | 725,2 | 848,5 | 1496,67 | 698,2 | 776,7 | 963,0 | 1171,6 |
| Плеча | 230,3 | 326,4 | 403,8 | 521,2 | 329,0 | 396,2 | 461,2 | 542,8 |
| Предплечья | 159,0 | 232,8 | 263,9 | 333,3 | 223,5 | 249,5 | 292,3 | 346,8 |
| **V (см³)** | Вк | 1161,7 | 1740,0 | 2180,0 | 3520,0 | 1635,0 | 1911,8 | 2694,4 | 3650,8 |
| Плеча | 542,5 | 879,5 | 1167,5 | 1759,7 | 870,6 | 1116,2 | 1459,1 | 1874,0 |
| Предплечья | 330,1 | 527,7 | 650,0 | 928,5 | 494,2 | 580,3 | 741,3 | 982,5 |
| **Жировая масса (г)** | Тела (кг) | 3,4 | 6,1 | 7,1 | 9,6 | 6,0 | 8,9 | 8,8 | 10,4 |
| Вк | 191,5 | 292,2 | 349,5 | 399,0 | 259,6 | 351,4 | 417,9 | 410,2 |
| Плеча | 106,3 | 165,3 | 200,8 | 233,2 | 134,9 | 216,9 | 213,6 | 242,9 |
| Предплечья | 57,9 | 94,8 | 97,8 | 123,4 | 87,4 | 94,5 | 119,9 | 128,0 |
| **Мышеч-ная масса (г)** | Тела (кг) | 7,1 | 11,6 | 17,2 | 24,2 | 10,8 | 14,8 | 19,8 | 25,4 |
| Вк | 559,9 | 835,7 | 1047,7 | 1618 | 673,9 | 765,8 | 1108,9 | 1747,2 |
| Плеча | 249,6 | 381,4 | 513,0 | 871,2 | 362,9 | 443,1 | 615,9 | 947,9 |
| Предплечья | 151,5 | 231,6 | 274,0 | 338,2 | 231,6 | 273,9 | 350,2 | 350,2 |

Условные обозначения: Вк – верхняя конечность, S – площадь боковой поверхности, V - объем

 I II III IV

%

♂

♀

♂

♀



 I II III IV

%

♀

♀

♀

♂

♂

1

1

2

 I II III IV

%

♀

♂

♂

3

3

2

Рис. 4. Градиенты отношения длины звеньев верхней конечности к длине верхней конечности (1), отношения длины предплечья и кисти к длине плеча (2), отношения длины кисти к длине предплечья (3) у лиц мужского и женского пола

 Возрастные периоды: I-первого детства, II-второго детства, III-юношеский возраст, IV-подростковый возраст

Высокие значения коэффициентов вариации отражают разнонаправленный рост показателей одно- и двуэпифизарных костей. Костные структуры длины предплечья и кисти оканчивают рост между 16 и 17 годами, рост плечевой кости продолжается. Достоверные различия в увеличении длины кисти наблюдаются после 14 лет, т.е. в подростковом возрасте (t<3,8; р<0,05).

Изменение значений CV в достаточной мере отражает не только гетерохронность роста, но и неодновременность прироста показателей звеньев верхней конечности в группах обследованных. Было установлено, что чем меньше размер измеряемого звена, тем больше коэффициент его вариации.

Судить о возрастных изменениях градиента роста помогает анализ динамики индексов, характеризующих изменения одного размера по отношению к другому (табл. 3).

Таблица 3

Онтогенетические изменения градиентов роста звеньев верхней конечности у лиц мужского и женского пола (в %)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Индексы «соответствия роста» | Длина кисти/Длина тела | Длина кисти/Длина верхней конечности | Длина кисти/Длина плеча | Длина кисти/Длина предплечья |
| СТВозраст-ные периоды | МиС | МаС | МиС | МаС | МиС | МаС | МиС | МаС |
| Лица мужского пола |
| Первое детство  | 11,2 | 11,6 | 25,2 | 25,2 | 62,6 | 60,2 | 75,7 | 71,8 |
| Второе детство | 10,3 | 11,1 | 23,1 | 25,0 | 56,5 | 57,4 | 67,1 | 71,6 |
| Подростковый | 10,0 | 11,3 | 23,2 | 26,0 | 54,3 | 59,9 | 68,1 | 77,6 |
| Юношеский | 9,7 | 11,9 | 22,4 | 26,7 | 52,6 | 63,4 | 67,9 | 78,4 |
| Лица женского пола |
| Первое детство  | 11,2 | 11,3 | 26,4 | 24,7 | 62,7 | 59,6 | 75,9 | 73,6 |
| Второе детство | 10,1 | 10,5 | 23,7 | 24,5 | 58,2 | 57,1 | 68,7 | 69,8 |
| Подростковый | 9,8 | 10,3 | 22,8 | 23,5 | 54,1 | 54,6 | 70,2 | 68,0 |
| Юношеский | 10,5 | 11,2 | 24,5 | 24,8 | 59,3 | 58,8 | 75,2 | 72,8 |

Условные обозначения: цветом выделены максимальные значения признака

Выявлено, что для роста верхней конечности характерна не только аллометричность, но и гетерохронность, гендерные различия. Новые функции учета градиентов роста информативны при определении варианта биологического развития.

Некоторые исследователи рекомендуют считать величину индекса за показатель биологической зрелости организма.

Результаты соматометрических исследований показали, что в возрастных группах звенья свободной верхней конечности имеют различную дефинитивную величину зрелости, прослеживается различный «градиент созревания» (по терминологии Уоддингтона).

Обхватные размеры верхней конечности изменяются с возрастом по мере роста жировой и мышечной массы, в меньшей степени костной массы.

Приросты интенсивности жировой массы верхней конечности у лиц мужского и женского пола различных соматических типов (рис.5) протекают однотипно.

Рис. 5. Показатели интенсивности роста жировой массы верхней конечности у лиц мужского и женского пола различных соматических типов

Показатели интенсивности роста жировой массы, как на плече, так и на предплечье имеют схожую тенденцию изменений.

 Выявление динамики обхватов мышц плеча, проведенное с сентября по май, показало достоверное снижение мышечной массы, несмотря на то, что общая масса тела увеличивалась. Результаты измерения обхватов звеньев тела не согласуются с сезонами года и двигательной активностью, что приводит к большому разбросу коэффициентов вариации. В 13-15 лет происходит прирост мышц - разгибателей задней поверхности плеча, особенно у лиц мужского пола. Максимума прирост достигает к 16-17 годам. Этому способствуют школьные программы по физической подготовке.

Жировая масса максимальна в верхней трети плеча с постепенным снижением ее к нижней трети. На предплечье усредненная толщина жировой складки соответствует измерениям на ее середине. Выявлено, что жировая и мышечная массы на этапах онтогенеза увеличиваются с различной скоростью, особенно в препубертатном и начале пубертатного периода. Размеры верхней конечности у детей первого и второго детства определяются развитием жировой массы, придающей ей то цилиндрическую, то коническую форму. У взрослых форму звена определяет развитие мышечной массы конечности. У лиц женского пола происходит уменьшение жировой массы, конечность принимает цилиндрическую форму, которая к матурантной зрелости за счет отложения жира в верхней трети представляет усеченный конус. Форма конечности не коррелирует с изменениями показателей в тестовых упражнениях (см. табл. 2).

Приведенные результаты отражают требования к планированию физических нагрузок. Несомненно, физические нагрузки в сенситивные периоды активно способствуют приросту динамических показателей.

Для расчета объемов верхней конечности использовано математическое моделирование, основанное на приближении звеньев тела к геометрическим фигурам. Использовался компьютерный вариант, разработанный Р.Н. Дороховым, В.А. Левченковым. Показано, что объем верхней конечности и ее звеньев увеличивается у субъектов мужского пола в 15 лет в 4,7 раза, у лиц женского пола - в 3,9 раза.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что форма образования звеньев верхней конечности в подростковом возрасте соответствует особенностям физических нагрузок.

Для решения третьей задачи - изучение силы мышц в суставах верхней конечности, использовалась ступенчатая динамометрия.

В детском саду не имеет смысла измерять силу мышц, т.к. дети не умеют ее проявлять. Коэффициент вариации достигает 80-90%. Достоверные величины можно получить, начиная с 10-летнего возраста, когда внутригрупповая изменчивость снижается до 30%.

Звенья тела, имеющие коническую форму, способствуют проявлению большей силы мышц. Параллельно-волокнистые мышцы менее сильны.

Установлена корреляционная связь уровня габаритного варьирования (после 10 лет) с выраженностью мышечной массы и вариантом биологического развития обследуемого.

У лиц мужского пола четко выражены возрастные периоды увеличения интенсивности роста силы мышц, у лиц женского пола отмечается плавное снижение прироста интенсивности роста.

Результаты ступенчатой динамометрии показали, что максимальная сила при разгибании в плечевом суставе проявляется при угле 150° и 90°. При сгибании в плечевом суставе максимальная сила проявляется при угле -30°. При этом же угле выявлена минимальная сила мышц - разгибателей.

Изменения силы мышц - сгибателей и разгибателей в локтевом суставе показали, что максимум наблюдается при угле 70-90°, минимум – при угле 180° и при полном сгибании локтевого сустава.

Показатели интенсивности роста массы верхней конечности и интенсивности прироста силы мышц кисти ведущей руки полностью совпадают, т.е. ИР мышечной массы с возрастом может служить основой для прогнозирования должных измерений силы мышц. Это характерно для всех соматических типов (рис. 6).

МиС

МеС

МаС

Возраст, лет

МиС

МеС

МаС

Возраст, лет

б

а

25% 0%

25% 0%

Рис. 6. Онтогенетические изменения соотношений соматического типа и показателей силы правой (а) и левой (б) кисти у лиц мужского пола

Распределение показателей силы мышц кистевой динамометрии правой и левой кисти показало тенденцию наибольшей силы мышц кисти до 82-91%, отмечающейся у леворуких.

Формирование групп обследованных по варианту биологического развития выявило, что интенсивность роста силы кисти имеет высокую корреляционную взаимосвязь (r= 0,95; t=3,84; р<0,001) ВБР «А» в 12,5-13 лет, у девочек ВБР «С» в 14,5-16 лет.

Установлено, что сила мышц достоверно увеличивается через 1-1,5 года после прироста ее массы у лиц ускоренного варианта развития. Динамика прироста относительной силы мышц связана с сезонными накоплениями жировой массы.

Сравнивая прирост силы II и IV лучей кисти, определено, что вначале «вытягивается» указательный палец, что совпадает с увеличением его силы.

Рассматривая силу функциональных групп мышц тенора и гипотенора, установили, что максимума сила мышц большого и малого пальцев у лиц мужского пола достигает к 19-20 годам, у лиц женского пола – к 13-14 годам. Преобладание силы у субъектов мужского пола в юношеском возрасте связано с тренировочными нагрузками. Изменение силы у лиц женского пола в подростковом возрасте можно объяснить их физическим развитием.

Подвижность в суставах верхней конечности в возрасте от 4 до 20 лет не имеет достоверных различий. Незначительные увеличения наблюдаются в подростковом возрасте. Форма предплечья и плеча связана с изменением подвижности.

Подвижность в суставах верхней конечности не имеет корреляционной взаимосвязи с выраженностью соматометрических показателей верхней конечности и силой мышц в целом. Выявлена низкая корреляция показателей подвижности с выраженностью объемных характеристик. Силовые виды спорта приводят к ограничению подвижности в лучезапястном суставе, гимнастика и плавание увеличивают ее в плечевом и грудино-ключичном суставах. Эти результаты создали представление о взаимосвязи подвижности с направленными воздействиями на опорно-двигательный аппарат, связанный с началом занятий.

В рамках решения четвертой задачи разработаны оценочные возрастные таблицы соматического типа по габаритному и компонентному уровням варьирования, а также определению варианта биологического развития по метрическим показателям, т.е. его объективной оценки. Эти данные существенно дополняют имеющиеся субъективные методы выделения конституциональных типов, позволяют оперативно оценивать группы по изохронному и изосомному формированию для занятий физической подготовкой.

**ВЫВОДЫ**

1. Результаты собственных исследований и оценки соматической и функциональной изменчивости на этапах онтогенеза от 4 до 20 лет начала XXI века выявили высокую индивидуализацию ростовых процессов, но незначительную межвозрастную изменчивость. Это не согласуется с мнением ряда авторов, выявивших в своих исследованиях наличие феномена «децелерации» у поколения детей и подростков XXI века.
2. Определено, что звенья свободной верхней конечности на этапах онтогенеза проходят созревание длиннотных размеров с интервалами в 2-3 года, кисть быстрее приближается к своей матурантной зрелости, особенно по сравнению с плечом, т.е. наблюдается чередование темпов созревания мышечной массы звеньев верхней конечности. Вначале увеличиваются обхватные размеры звена конечности, затем отмечается прирост длиннотных размеров и силы мышц. Различия в темпах роста звеньев верхней конечности имеют низкую корреляцию с темпами прироста длины и массы.

Выявлено, что величины индексов интенсивности роста длины верхней конечности и длины тела у лиц мужского и женского пола имеют высокую межвозрастную вариативность, отражающую аллометричность и гетерохронность роста, связанную с индивидуальной компонентной структурой массы тела, особенно выраженностью мышечной массы и габаритным варьированием.

Показатели жировой и мышечной масс верхней конечности на этапах онтогенеза увеличиваются с различной скоростью, особенно в препубертатном и пубертатном периодах, что может служить оценкой варианта биологического развития, т.е. темпа созревания. Форма верхней конечности у детей первого и второго детства связана с развитием жировой массы, придающей ей цилиндрическую форму, у лиц постпубертатного развития – с мышечной массой, определяющей форму звена конечности.

У лиц женского пола к 10-13 годам происходит уменьшение жировой массы, конечность принимает цилиндрическую форму, которая к наступлению матурантной зрелости, за счет отложения жира в верхней трети плеча, приобретает форму усеченного конуса.

У лиц мужского пола изменение формы звена конечности происходит за счет индивидуальных особенностей развития мышечной массы и под влиянием экзогенных факторов - физических нагрузок.

Установлено, что в онтогенезе распределение детей и подростков по линии габаритного варьирования имеет в 79% нормальное распределение. На долю МиС и МаС типов приходится от 15 до 25% обследуемых. Наносомные и мегалосомные дети и подростки составляют не более 2%.

Лица банального варианта биологического развития (ВБР «В») составляют 67-72%. Лица ускоренного развития (ВБР «А») составляют 18-24%, растянутого развития (ВБР «С») – 21-25%.

Принадлежность субъекта к тому или иному СТ проявляется, в основном, за счет выраженности у лиц женского пола жировой и мышечной массы, у лиц мужского пола – мышечного и костного компонентов.

1. Доказано, что скорость формирования тканевого состава тела играет неравноценную роль в развитии динамики проявления функциональных показателей. Подвижность в суставах верхней конечности имеет отрицательную корреляционную связь с пассивной подвижностью и выраженностью жировой массы тела, положительную – с мышечной массой. В постпубертатном периоде ограничение подвижности обусловлено развитием жировой массы. Активная подвижность в локтевом суставе положительно связана с развитием мышц - сгибателей плеча.

Отмечено, что изменение подвижности в лучезапястном суставе связано с формой предплечья. При конической форме предплечья больше выражена активная подвижность, при цилиндрической – пассивная подвижность.

Показатели силы мышц с возрастом возрастают, а характер активной подвижности в суставах снижается по чисто механическим показателям. Звенья тела, имеющие коническую форму, способствуют проявлению большей силы мышц. Максимальные показатели силы сгибателей в плечевом суставе отмечаются при -30°, разгибателей – 150°, в локтевом суставе максимальная сила при сгибании – 90-120°, в лучезапястном суставе – при угле сгибания 90°. Установлено, что сила у обследуемых до 10 лет больше коррелирует с оценкой уровня габаритного варьирования, после 10 лет – с выраженностью мышечной массы и вариантом биологического развития обследуемого.

Отмечено, что в период увеличения длины звеньев конечности сила мышц не изменяется, т.е. отмечается отрицательная корреляция с временной долихоморфией. В период замедления роста длины звена тела за 1,5-2 года восстанавливается положительная корреляция с относительной брахиморфией. Эта закономерность общая для лиц обоего пола и не связана с соматическим типом по габаритному варьированию.

Исследования онтогенетических изменений соматометрических и функциональных показателей верхней конечности с возрастом выявили признаки лабильные, ограниченно-лабильные и независимые от внешних факторов. Наследственно обусловленные показатели находятся в корреляционной связи с внешними факторами – рациональной физической нагрузкой, основанной на формировании групп для занятий с учетом изосомного и изохронного подходов. При оценке силы мышц необходим учет полового диморфизма по уровню выраженности жировой и мышечной массы звеньев тела, а также продольных размеров, которые имеют высокую вариативность у лиц мужского пола.

1. Разработанные оценочные таблицы могут быть использованы для формирования однородных групп детей и подростков различных соматических типов и вариантов биологического развития по показателям габаритного, компонентного и пропорционного уровней варьирования верхней конечности и тотальных размеров тела детей и подростков первых десятилетий XXI века для эффективных занятий физическими упражнениями.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

Для улучшения качества воспитательного процесса в начальной школе и ДДУ, а также тренировочного процесса, воспитателям, инструкторам, тренерам и преподавателям физической культуры необходимо учитывать не только биологический возраст каждого ребенка и группы в целом по соматическим и функциональным показателям, но и скорость ростовых процессов звеньев тела, в том числе верхней конечности.

Целесообразно в программу занятий по возрастной и спортивной морфологии в педагогических вузах и институтах физической культуры ввести темы по оценке возрастной и онтогенетической изменчивости растущего и развивающегося организма ребенка, изучать метрическую оценку соматического типа и выраженности масс тела (реперная диагностика).

Необходимо в существующие медицинские карты обследования детей, подростков и лиц, занимающихся различными видами спортивной деятельности, внести раздел по метрической соматодиагностике по методу Р.Н.Дорохова, В.Г.Петрухина с целью объективной оценки гармоничности развития силы мышц в сочетании с индивидуальным соматотипом и вариантом биологического развития.

Рекомендовать разработанные оценочные таблицы для учета выраженности жировой и мышечной массы, внедрять их в работу школьного медицинского персонала. Необходимо переработать школьные нормативы оценки физической подготовленности детей в сочетании с соматометрическими показателями.

Использовать в практике индексы при оценке физической подготовленности детей начальной школы, приведенные сроки сенситивных приростов масс тела, градиентов роста верхней конечности и ее звеньев.

Рекомендовать строить индивидуальный график занятий физическими упражнениями и тренировки с учетом СТ и ВБР обследуемого.

**СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. К компонентным особенностям тела детей 1998-2000 гг. рождения (статья) / Е.В. Сафоненкова, О.М. Бубненкова // - URL: <http://www.np-drozd.ru/files/V-DROZD-2007.pdf> (авт. - 85%).
2. **Соматометрические и функциональные показатели предплечья и кисти студенток 1986-1989 гг. рождения СГАФКСТ / Е.В. Сафоненкова // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. - Т. 7. - Вып. 3. - 2008. -** **URL:http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-19 html/saphonenkova/saphonenkova.htm**
3. **Соматометрические и функциональные показатели предплечья и кисти студенток 19-22 лет СГАФКСТ / Е.В. Сафоненкова // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал.- Т. 8.- Вып. 3 .-2009.- УДК 611.97: 796.053.7.-URL:** [**http://www.Smolensk.ru/user/sgma/MMORPN/N-23 html/safonenkova/**](http://www.Smolensk.ru/user/sgma/MMORPN/N-23%20html/safonenkova/)**safonenkova. htm.**

4. Результаты корреляционного анализа пальцевой и кистевой динамометрии лиц женского пола / Е.В.Сафоненкова //Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. - Т. 9. - Вып. 4. - 2010. - URL:http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-28-html/safonenkova-2/safonenkova-2.htm.

1. Возрастная изменчивость соматитических показателей детей и подростков / Р.Н. Дорохов, Е.В. Сафоненкова // Дети, спорт, здоровье: межрег. сб. науч. тр. по проблемам интегративной и спортивной антропологии; под общ. ред. д.м.н., профессора Р.Н. Дорохова. – Смоленск: СГАФКСТ, 2011.- Вып. 7. – С. 15-24 (авт. - 50%).
2. Подвижность кисти в лучезапястном суставе у высоко-квалифицированных спортсменов / Е.В. Сафоненкова // Актуальные проблемы физической культуры: сб. науч. тр. молодых ученых; под общ. ред. А.Б. Куделина. – Смоленск: СГАФКСТ, 2011. – Вып. 18. – С. 89-93.
3. Закономерности роста верхней конечности детей в возрасте 7-10 лет / Е.В. Сафоненкова // Спорт. Олимпизм. Гуманизм: межвуз. сб. науч. тр.; под ред. Г.Н. Греца, К.Н. Ефременкова, А.С. Селиванова. – Смоленск: СГАФКСТ, СОА, 2012. – Вып. 10. – С. 169-171.
4. Возрастные изменения жировой и мышечной массы верхней конечности у лиц мужского и женского пола / Е.В. Сафоненкова // Информационно-методический журнал «Физическая культура и спорт Северо-Запада России»; под общ. ред. д.п.н., профессора Г.Н. Греца. – Смоленск: СГАФКСТ, 2012, – Вып. 10. – С. 31-33.
5. Соматические особенности организма детей дошкольного возраста / Р.Н. Дорохов, Е.В. Сафоненкова // Дети, спорт, здоровье: межрег. сб. науч. тр. по проблемам интегративной и спортивной антропологии; под общ. ред. д.м.н., профессора Р.Н. Дорохова. – Смоленск: СГАФКСТ, 2012. – Вып. 8. - С. 8-15 (авт. – 50%).
6. Кистевая динамометрия как маркер при формировании групп для занятий по физическому развитию у лиц различных соматических типов и вариантов развития / Е.В. Сафоненкова // Актуальные проблемы и перспективы развития студенческого спорта в Российской Федерации: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф.; под ред Г.Н. Греца, Д.Ф. Палецкого, Е.В. Алпацкой. – Смоленск: СГАФКСТ, 2012. - С. 159-164.
7. Место парциальных размеров мышечных групп конечностей в подготовке юных спортсменов / Р.Н. Дорохов, Е.В. Сафоненкова // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2013. – С. 411-415 (авт. 40%).
8. **Онтогенетические изменения выраженности мышечной массы верхней конечности и ее звеньев у лиц мужского и женского пола / Е.В. Сафоненкова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, 2013. – № 2 (96). – С. 153-157.**
9. **Определение габаритных характеристик конечностей в онтогенезе/** Р.Н. Дорохов, Е.В. Сафоненкова // Дети, спорт, здоровье: межрег. сб. науч. тр. по проблемам интегративной и спортивной антропологии; под общ. ред. д.м.н., профессора Р.Н. Дорохова. – Смоленск: СГАФКСТ, 2013. – Вып. 9. – С.118-121 (авт. 50%).
10. Индекс «соответствия роста» как метод оценки гетерохронности развития верхней конечности и ее звеньев у детей и подростков различных соматических типов и вариантов развития / Е.В. Сафоненкова // Дети, спорт, здоровье: межрег. сб. науч. тр. по проблемам интегративной и спортивной антропологии; под общ. ред. д.м.н., профессора Р.Н. Дорохова. – Смоленск: СГАФКСТ, 2013. – Вып. 9. – С. 42-46.
11. **Онтогенез и изменчивость подвижности в плечевом суставе у лиц различных соматических типов и вариантов биологического развития / Е.В. Сафоненкова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, 2013.– №6 (100). – С. 113-118.**

Подписано к печати 17.09.2013 г. Формат 60-84/16. Бумага офсетная.

Печать ризографическая. Усл. печ. листов 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 8769/1 .

Отпечатано в типографии «Полиграф-интер»,

г. Смоленск, ул. Кирова, д. 22б Тел.: (4812) 31-95-99