

ВНУТРИГРУППОВЫЕ СВЯЗИ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАЗМЕРОВ ТЕЛА С ПРОЦЕССАМИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Т.К. Федотова¹, В.П. Чтецов²

¹ МГУ имени М.В.Ломоносова, НИИ и Музей антропологии, Москва

² МГУ имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, кафедра антропологии, Москва

Цель исследования. Рассматриваются корреляции интегративного показателя полового созревания (ИППС), построенного с учетом взаимной коррелированности частных показателей полового созревания, с динамикой соматических признаков у детей школьного возраста. Материалы и методы. Работа выполнена по материалам продольной серии данных 1982–1991 гг. обследования численностью: 121 мальчик и 125 девочек, московские школьники 8–17 лет. Программа обследования включала блок соматических размеров – масса тела, длина тела, туловища, ноги, ширина плеч и таза, продольный и поперечный диаметры груди, обхваты головы и груди, жировые складки под лопаткой, на бицепсе, талии и животе; показатели динамометрии; показатели полового созревания – лобковое и подмышечное оволосение у мальчиков и девочек, развитие грудной железы и возраст менархе у девочек. При разработке ИППС, в основе которого лежат методы многомерного анализа данных, была использована та же самая методика, которая применялась при построении типологических характеристик телосложения [Дерябин, 1990, 2000, 2003, 2005]. Для оценки тесноты связи ИППС с размерами тела в разных возрастах использовались коэффициенты корреляции. Результаты и обсуждение. Для большинства соматических размеров, исключая жировые складки, в периоде второго детства характерны невысокие уровни связей с ИППС, в подростковом возрасте теснота этих связей заметно увеличивается, в ряде случаев приближаясь к уровню 0.7 на пике пубертата, далее постепенно ослабевает вплоть до отрицательных значений, достигая минимальных уровней к 17 годам, что особенно отчетливо проявляется для девочек. Наблюдается очень слабая связь акселерированности развития со средними величинами развития жировой клетчатки, тогда как редардированность сопровождается некоторой гиподипозностью. Заключение. ИППС является информативным показателем процессов полового созревания детей школьного возраста, обнаруживающим тесную связь с возрастной динамикой скелетно-мышечных размеров тела в интервале 8–17 лет и известную автономность от развития жировотложения.

Ключевые слова: физическое развитие, ауксология, продольное исследование, дети 8–17 лет, интегративный показатель полового созревания, скелетно-мышечные размеры, жировотложение, возрастная динамика

Введение

Биологический возраст [Мажуга, Хрисанфова, 1980; Павловский, 1987; Смирнова, Соловьева, 1986; Jurimae, Jurimae, 2000; Година, 2003; Мартироосов и др., 2004], определение которого опирается на целый набор критериев, имеет особое значение в период развития для характеристики уровня индивидуальной дифференцировки морфофункционального статуса организма. В популяционных исследованиях рост и развитие рассматриваются обычно как функция хронологического возраста, выступающего как независимая или контрольная переменная. Однако существование

индивидуальных различий по вариантам биологического возраста накладывает ограничения на хронологический возраст как маркер индивидуального развития. Обзор критериев биологического возраста [Мажуга, Хрисанфова, 1980] свидетельствует о том, что, возможно, наиболее универсальными являются физиологические показатели, однако вопрос о взаимоотношениях физиологического и морфологического уровней изменчивости разработан мало. Из морфологических критериев наиболее информативен на протяжении всего онтогенеза скелетный возраст, связанный с половым и соматическим развитием. Корреляция между скелетным и половым развитием

в зависимости от возраста выборки и конкретного признака половой формулы составляет 0.6–0.9. Так, связь между скелетным возрастом, возрастом менархе и максимальной скоростью роста обычно выражается корреляциями уровня 0.6–0.8. Раннее наступление менархе связано со скелетной акселерированностью не только в подростковом возрасте, но и в 5–6 лет. Связь скелетного возраста с соматическим развитием выражена наиболее отчетливо в случае ретардации скелетного развития и составляет 0.3–0.7. По некоторым данным в возрасте 14–15 лет скелетный возраст определяет максимум вариации размеров тела из всего подросткового периода 12–19 лет, в первую очередь длины тела (до 50%), далее в порядке убывания следуют продольные размеры, масса, поперечные скелетные размеры и объемы; а жировые складки под лопаткой и на трицепсе связей со скелетным возрастом не обнаруживают [Beuren et al., 1981]. Согласно другим исследованиям скелетный возраст связан с соматическим развитием у детей перипубертатного возраста, однако темпы роста и развития в перипубертатном периоде в значительной степени автономны от скорости пубертатных процессов роста (материалы Вроцлавского ростового исследования польских детей 8–18 лет) [Jurimae, Jurimae, 2000]. Анализируемые в этом исследовании критерии темпов морфофункциональной дифференцировки разделились на два кластера. Первый кластер включает маркеры пубертатного роста – возраст максимальной скорости роста, достигнутый уровень (степень) полового созревания, скелетный возраст в 14 и 15 лет, возраст достижения 90, 95 и 99% дефинитивной длины тела, возраст ускорения прироста длины тела. Второй кластер объединяет маркеры перипубертатного роста и развития – скелетный возраст в 11, 12 и 13 лет и возраст достижения 80% дефинитивной длины тела.

Менее выражены взаимосвязи между скелетным и зубным возрастом (корреляции не превышают уровень 0.4). Последний является наиболее автономным из критериев биологической зрелости, мало связанным также и с соматическим развитием, и особенно с половым (коэффициент корреляции порядка 0.2). Наиболее часто обсуждается взаимосвязь между соматическим и половым развитием, однако однозначных непротиворечивых мнений по поводу связи темпов полового развития и специфики соматической динамики в литературе не существует. Так, в обзоре факторов возраста менархе, предлагаемых современными исследователями [Cole, 2000], приводится целый спектр возможных причин, запускающих механизм

воспроизводства. В их числе: возраст менархе матери как генетический фактор; критическая масса тела; жировая масса тела; обезжиренная масса тела; масса тела при рождении; время достижения пика скорости роста длины тела. Очевидно, что некоторые из них являются взаимоисключающими и целостной картины регуляторных механизмов наступления возраста менархе не существует.

Настоящая статья рассматривает внутригрупповую связь показателей полового созревания с соматической изменчивостью у детей школьного возраста. Признаки полового созревания (аксиллярное (AX) и лобковое (PU) оволосение у детей обоего пола, развитие грудной железы (MA) и возраст первых месячных (ME) у девочек) являются наиболее информативными и распространенными в широком мониторинге маркерами уровня морфофункциональной дифференцировки организма в перипубертатном периоде. Заметим, что для определения скелетного возраста детей и взрослых существуют разработанные методики оценки единого хронологического показателя, отражающего индивидуальные темпы возрастных изменений, в частности, система OSSEO [Бацевич и др., 1998; Павловский, 1970, 2004; Павловский и др., 1998]. Для других аналогичных характеристик, в том числе полового созревания, отсутствует единый показатель, учитывающий в своей вариации то общее, что проявляется в его отдельных признаках. Простое сведение балловых характеристик, полученных по отдельным признакам, в единый вид «половой формулы» позволяет построить возрастные стандарты для наиболее часто встречающихся ее состояний. Однако конкретные варианты этой конструкции не слишком хорошо упорядочены, и трудно сказать, например, какая из двух девочек с формулами $P3Ax2Ma3Me+$ или $P2Ax3Ma2Me+$ имеет более зрелый статус.

В нашей работе использован интегративный показатель полового созревания (ИППС), учитывающий совокупность его частных проявлений, в основе которого лежат методы многомерного анализа данных [Дерябин, 1990, 2000, 2003a]. При его разработке была использована та же самая методика, которая применялась при построении типологических характеристик телосложения [Дерябин, 1990, 2000, 2003, 2005]. Сходный подход был применен на практике для вычисления, например, у девочек 11 лет коэффициентов корреляции степени развития грудной железы и оволосения лобка с длиной и массой тела, а также с возрастом менархе, достигнутым через некоторое время [Mascie-Taylor, Boldsen, 1987].

При рассмотрении продольных наблюдений по признакам полового созревания в подростковом периоде была обнаружена достаточно высокая стабильность вариации ИППС, которая несколько уменьшалась в пре- и постпубертатном возрастах [Дерябин, 2000], когда вариация, а следовательно, информативность этих показателей для основной массы индивидов оказывалась сравнительно небольшой. Кроме этого, практически непрерывная форма варьирования ИППС позволила в разных поло-возрастных группах детей 9–17 лет найти его коэффициенты корреляции с так называемыми типологическими характеристиками, описывающими в явном виде свойства телосложения у детей этого возраста [Дерябин, 1990, 2000, 2003а].

Материал и методика

Работа выполнена по материалам продольной серии данных 1982–1991 гг. обследования [Дерябин и др., 2005] общей численностью 121 мальчик и 125 девочек, московские школьники 8–17 лет. Блок рассматриваемых размерных признаков включает массу тела, длины тела, ноги, туловища, ширину плеч и таза, поперечный и продольный диаметры груди, объемы головы и груди, жировые складки под лопаткой, на бицепсе, талии, животе, показатель динамометрии. Из признаков полового созревания для мальчиков рассматриваются оценки уровней аксиллярного и лобкового оволосения, у девочек кроме этих признаков также стадия развития молочной железы и возраст *menarche*.

Для мальчиков в возрасте 11 лет проявления полового созревания по характеру аксиллярного волосяного покрова еще отсутствуют, а для развития волос на лобке представлены в единичных случаях. В возрасте 17 лет у юношей еще имеется значительная индивидуальная вариация для этих двух признаков, когда представлены практически все возможные состояния от нулевого уровня до дефинитивного. Поэтому ИППС для мальчиков и юношей был определен в каждой возрастной группе на интервале 12–17 лет. В соответствии с вышеизложенными соображениями он был найден как первая главная компонента этих двух признаков. Оба показателя развития третичного волосяного покрова скоррелированы с ИППС с теснотой около 0.9. Этот новый признак описывает 61–66% общей вариации уровней развития двух вторичных половых признаков.

Для девочек в возрасте 9 лет по лобковому оволосению проявления полового созревания отсутствуют, тогда как по аксиллярному волосяному покрову и развитию молочной железы отклонения от нулевой стадии встречаются только в единичных случаях. Напротив, в 10 лет все три балловых признака обнаруживают более заметную вариацию с максимальной индивидуальной выраженностью до 2 баллов. Минимальный возраст появления первых месячных – 10.6 лет. Напротив, в возрасте 16–17 лет лобковое оволосение и развитие молочной железы у всех девушек достигает окончательного развития и наиболее поздний срок наступления месячных составляет 15.5 лет. Поэтому получение ИППС для 16–17-летних девушек невозможно. Таким образом, этот показатель был найден как первая главная компонента для набора четырех признаков на интервале 10–15 лет.

В таблицах 1–2 приведены коэффициенты корреляции признаков полового созревания в годовых группах мальчиков и девочек. Для мальчиков в годовых группах развитие подмышечного и лобкового оволосения скоррелировано с теснотой связи 0.5–0.8. Для девочек наиболее тесно связаны (0.5 – 0.9) развитие лобкового оволосения и развитие молочной железы. Аксиллярное оволосение связано с другими признаками полового созревания слабее (0.2–0.7). Примерно также связан с остальными признаками возраст первых месячных.

В таблицах 3–4 приведены нагрузки признаков и доля их суммарной вариации, описываемая это главной компонентой. Сильнее всего ИППС скоррелирован с уровнем развития лобкового оволосения и развития молочной железы, где теснота связи имеет уровни 0.74–0.93. Для возраста первых месячных аналогичные связи характеризуются коэффициентами корреляции (нагрузками) от 0.52 до 0.81. Отрицательный знак соответствует меньшему возрасту *menarche*, наблюдаемому при ускоренном развитии. Для уровня подмышечного оволосения аналогичные нагрузки равны 0.50–0.85. Первая главная компонента, найденная для четырех показателей полового созревания, описывает 49–76% их суммарной вариации.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции признаков полового созревания в годовых группах мальчиков (АХ и РУ – аксиллярное и лобковое оволосение)

Возраст, лет	12	13	14	15	16	17
АХ–РУ	0.48	0.57	0.65	0.77	0.61	0.56

Таблица 2. Коэффициенты корреляции признаков полового созревания в годовых группах девочек (АХ и РU – аксиллярное и лобковое оволосение, МА – развитие грудной железы, МЕ – возраст первых месячных)

Признаки	АХ	РU	МА	МЕ	АХ	РU	МА	МЕ
Возраст	10 лет				11 лет			
АХ	1.00	0.21	0.31	-0.23	1.00	0.74	0.67	-0.42
РU	0.21	1.00	0.46	-0.32	0.74	1.00	0.76	-0.55
МА	0.31	0.46	1.00	-0.33	0.67	0.76	1.00	-0.52
МЕ	-0.23	-0.32	-0.33	1.00	-0.42	-0.55	-0.52	1.00
Возраст	12 лет				13 лет			
АХ	1.00	0.70	0.72	-0.49	1.00	0.66	0.67	-0.53
РU	0.70	1.00	0.87	-0.66	0.66	1.00	0.86	-0.62
МА	0.72	0.87	1.00	-0.62	0.67	0.86	1.00	-0.70
МЕ	-0.49	-0.66	-0.62	1.00	-0.53	-0.62	-0.70	1.00
Возраст	14 лет				15 лет			
АХ	1.00	0.45	0.50	-0.45	1.00	0.28	0.16	-0.29
РU	0.45	1.00	0.78	-0.42	0.28	1.00	0.81	-0.26
МА	0.50	0.78	1.00	-0.50	0.16	0.81	1.00	-0.22
МЕ	-0.45	-0.42	-0.50	1.00	-0.29	-0.26	-0.22	1.00

Таблица 3. Нагрузки на признаки полового созревания первой главной компоненты и процент описываемой изменчивости в возрастных группах мальчиков (АХ и РU – аксиллярное и лобковое оволосение)

Возраст, лет	12	13	14	15	16	17
АХ	0.861	0.886	0.909	0.935	0.897	0.883
РU	0.861	0.886	0.909	0.935	0.897	0.883
Процент описываемой вариации	60.85	62.65	64.25	66.15	63.45	62.45

Таблица 4. Нагрузки на признаки полового созревания первой главной компоненты и процент описываемой изменчивости в возрастных группах девочек (АХ и РU – аксиллярное и лобковое оволосение, МА – развитие грудной железы, Ме – возраст первых месячных)

Возраст, лет	10	11	12	13	14	15
АХ	0.582	0.847	0.833	0.817	0.732	0.497
РU	0.735	0.915	0.934	0.911	0.847	0.902
МА	0.784	0.884	0.928	0.933	0.888	0.860
МЕ	-0.667	-0.714	-0.784	-0.812	-0.721	-0.526
Процент описываемой вариации	48.52	71.27	76.08	75.76	64.12	52.00

Результаты и обсуждение

При нахождении нагрузок на первую главную компоненту, которая является ИППС, также были найдены ее конкретные индивидуальные оценки для всех детей, что позволило вычислить показатели его коррелированности с соматическими признаками. Индивидуальные значения ИППС характеризуются достаточно большим количеством встречающихся вариантов. Для мальчиков 12–17 лет ИППС принимает от 8 до 12 различных состояний, для девочек – от 60 до 109. Последнее связано с большим количеством признаков, на ко-

торый опирается конструкция ИППС. Наличие большого числа вариантов этого показателя позволяет для изучения статистических связей его значений с соматическими признаками использовать обычный коэффициент корреляции. Правда, распределения значений ИППС характеризуются наличием правосторонней асимметрии в младших группах, когда лишь немногие акселерированные индивиды обнаружат заметные проявления полового созревания. Аналогичным образом, в старших возрастах эти распределения приобретают отрицательную асимметричность, вследствие того, что немногие ретарданты все еще отлича-

ются сравнительно невысоким развитием вторичных половых признаков. Сходная картина была получена и в исследовании В.Е. Дерябина [Дерябин, 2000]. Поэтому оценки неслучайности отличий от нуля найденных коэффициентов корреляции, измеряющих связи ИППС с антропометрическими признаками, следует считать всего лишь приближенными.

Продольный характер рассматриваемых в статье материалов позволял находить коэффициенты корреляции размеров тела в разных возрастных группах от 8 до 17 лет со значениями ИППС, полученными на интервалах 12–17 лет (у мальчиков) и 10–15 лет (у девочек). Их возрастные изменения наглядно представлены на рис. 1–15.

Для большинства соматических признаков за исключением жировых складок (рис. 11–14) наблюдается весьма сходная картина возрастных изменений уровня коррелированности с ИППС, оцененным в разных возрастных группах. Для периода второго детства характерны в целом невысокие уровни связей антропометрических признаков с ИППС. В подростковом периоде теснота этих корреляций заметно увеличивается, достигая максимума примерно в середине этого интервала. Затем величина связей постепенно ослабевает и достигает минимальных уровней к возрасту 17 лет. Наиболее отчетливо последняя особенность проявляется для девочек. Естественно, что для них по сравнению с мальчиками время максимальной величины связей соматических признаков с ИППС приходится на более ранние сроки.

Отмеченная динамика находит свое естественное объяснение. В допубертатный период, когда соматических проявлений полового созревания еще не наблюдается у всех детей, связи размеров тела с ИППС описываются невысокими коэффициентами корреляции 0.2–0.4. Таким образом, допубертатные дети, которые впоследствии будут характеризоваться ускоренным половым созреванием, в среднем уже имеют несколько большие размеры тела, а будущие ретарданты – меньшие. В связи с этим результатом можно вспомнить аналогичное наблюдение [Хрисанфова, 1990], в соответствии с которым в допубертатном периоде адренархе, примерно соответствующем времени второго детства, обнаруживается связь раннего усиления выработки гормонов надпочечников с повышением скелетного возраста.

В конце второго детства и в течение подросткового периода уровень корреляций ИППС с большинством соматических признаков за исключением жировых складок заметно увеличивается, составляя 0.3–0.6 и достигая в ряде случаев значений, приближающихся к 0.7. Это явление связано с увеличением вариации биологического возраста

та в этом периоде развития, когда акселерированные индивиды параллельно демонстрируют как ускорение ростовых процессов, так и более раннее соматическое проявление признаков полового созревания. Для ретардированных индивидов наблюдается обратная картина. Эти наблюдения хорошо сочетаются с известными фактами увеличения вариации и коррелированности большинства размеров тела и закономерностями возрастных изменений асимметричности кривых распределения этих признаков [Боровка, 1928; Berkson, 1929; Бродовская, 1934; Арон, 1940; Куршакова, 1962; Соловьева, 1964, 1965; Урысон, 1973; Властовский, 1976; Дерябин, 2000, 2004, 2005; Дерябин и др., 2004, 2005]. В наглядном виде подростковое увеличение различий соматического статуса акселерированных и ретардированных индивидов было продемонстрировано В.Г. Властовским [Властовский, 1976].

В конце пубертатного периода и начале юношеского возраста уровень коэффициентов корреляции ИППС с большинством размеров тела начинает постепенно уменьшаться, достигая к 17 годам значений у мальчиков 0.1–0.4 и у девочек 0.0–0.2. Впрочем, для ширины плеч у юношей уровень связей с ИППС в возрасте 17 лет все еще характеризуется величиной коэффициента корреляции около 0.5. На наш взгляд здесь важными являются следующие обстоятельства.

Во-первых, само уменьшение тесноты связей уровня соматического развития и значений ИППС со всей очевидностью связано с достижением большинством индивидов дефинитивных стадий полового созревания и практическим завершением ростовых процессов. Характерно, что у девушек в возрасте 17 лет для многих размеров тела (длины тела, длины нижней конечности, ширины плеч, трансверзального диаметра груди) наблюдаются практически нулевые корреляции с показателями полового созревания, оцененными в разных возрастных группах. Именно эти признаки у девушек в начале юношеского периода практически завершают свой рост. Для других признаков (массы тела, обхвата груди и его сагиттального диаметра, ширины таза) у девушек-старшеклассниц все еще отмечаются корреляции, достигающие уровня 0.2. Для этой второй группы признаков ростовые процессы завершаются позже, и слабая связь некоторой акселерированности хода полового созревания в пубертасе с несколько большими значениями перечисленных размеров тела в начале юношеского периода все еще проявляется.

Для мальчиков ход всех процессов развития сдвинут на более поздние сроки примерно на год. Поэтому к 17 годам для длины тела, длины ноги и ширины таза у юношей все еще обнаруживается

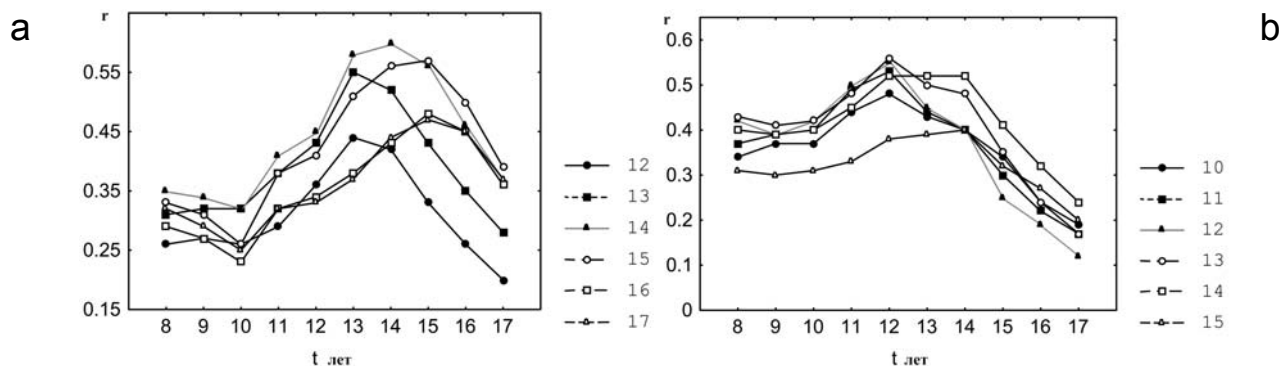


Рис. 1. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) массы тела у мальчиков (а) и девочек (б) с ИППС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде), t – возраст, лет

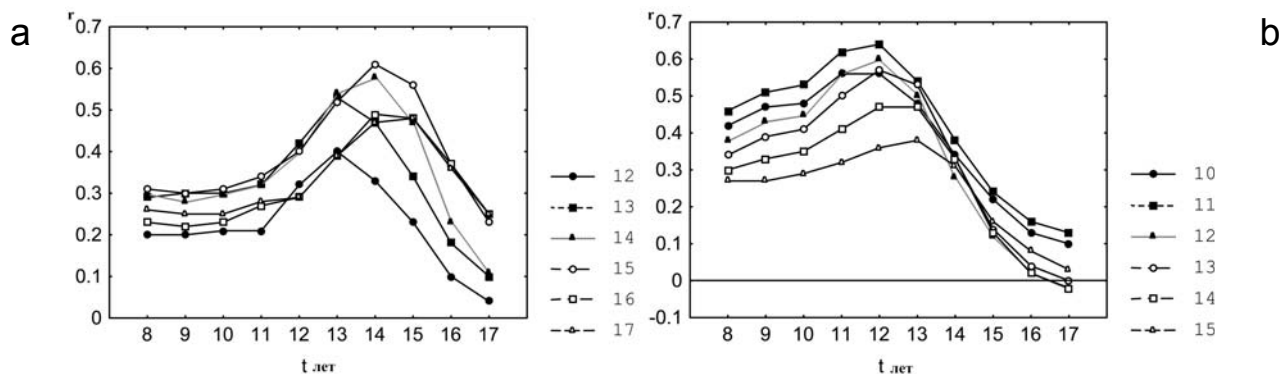


Рис. 2. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) длины тела у мальчиков (а) и девочек (б) с ИППС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде), t – возраст, лет

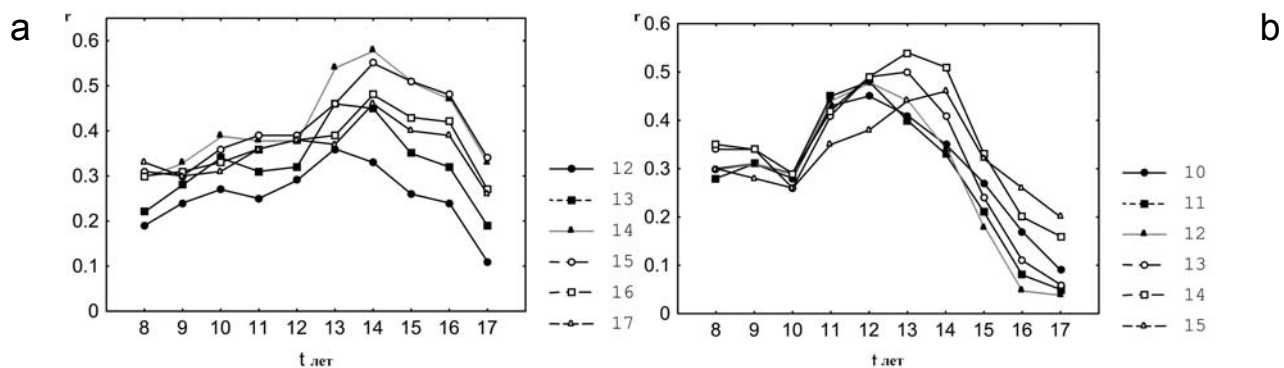


Рис. 3. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) обхвата груди у мальчиков (а) и девочек (б) с ИППС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде), t – возраст, лет

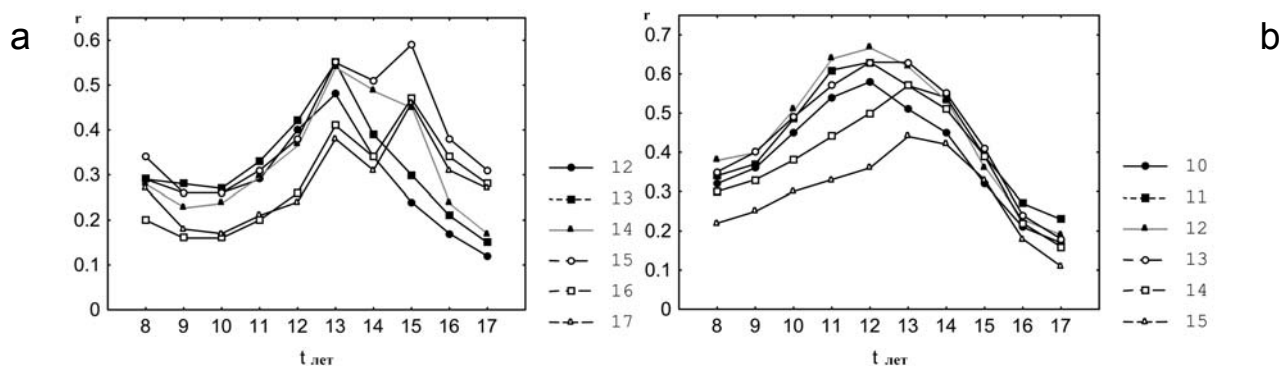


Рис. 4. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) длины туловища у мальчиков (а) и девочек (б) с ИППС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде), t – возраст, лет

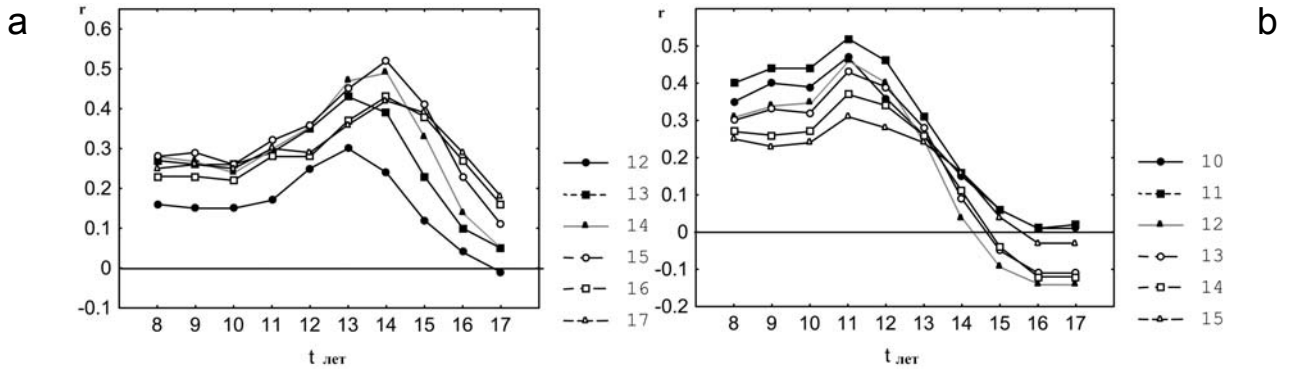


Рис. 5. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) длины ноги у мальчиков (а) и девочек (б) с ИППС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде), t – возраст, лет

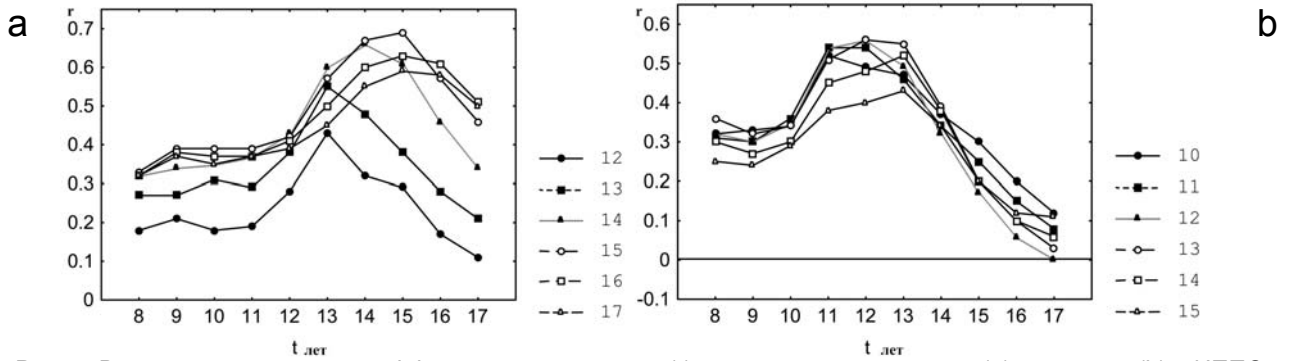


Рис. 5. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) длины ноги у мальчиков (а) и девочек (б) с ИППС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде), t – возраст, лет

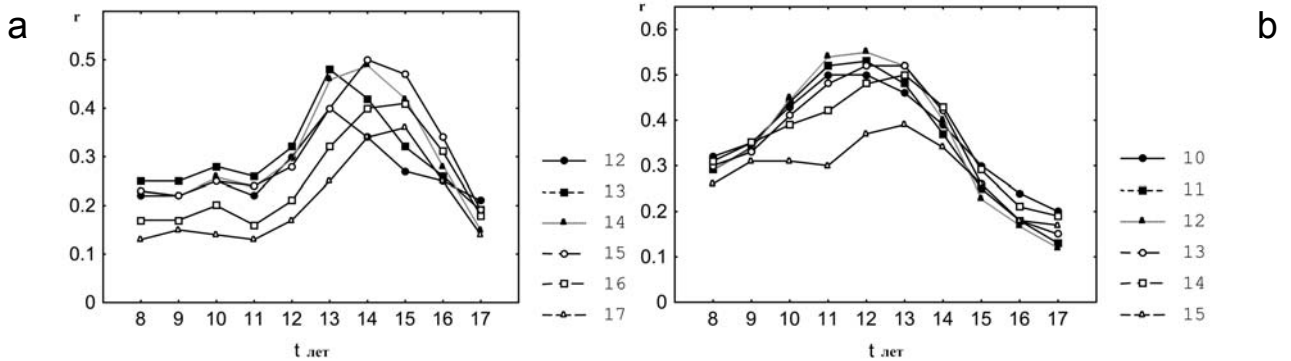


Рис. 7. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) ширины таза у мальчиков (а) и девочек (б) с ИППС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде), t – возраст, лет

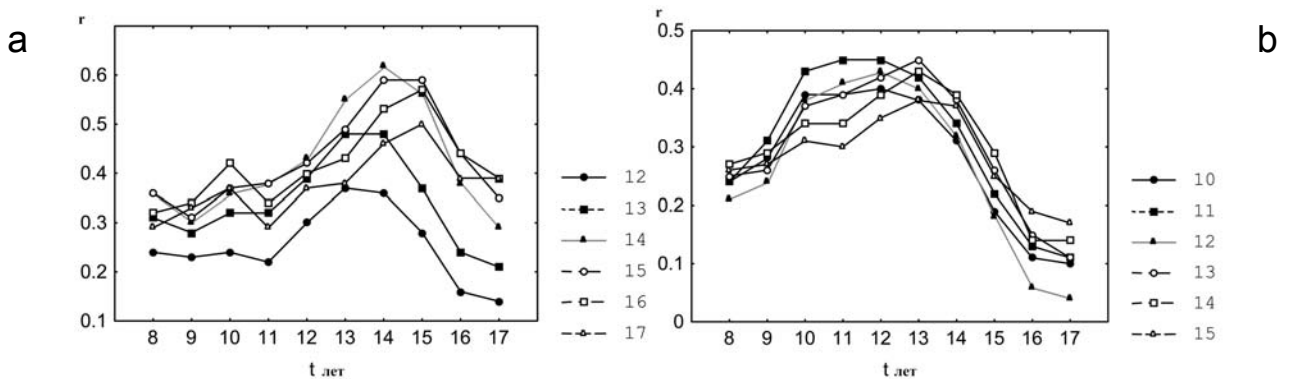


Рис. 8. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) трансверсального диаметра груди у мальчиков (а) и девочек (б) с ИППС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде). t – возраст, лет

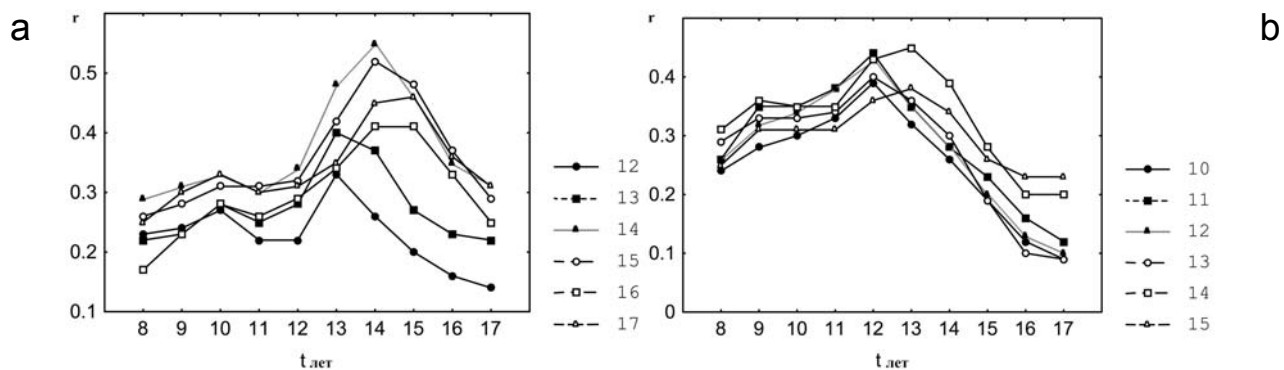


Рис. 9. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) сагиттального диаметра груди у мальчиков (а) и девочек (б) с ИПГС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде). t – возраст, лет

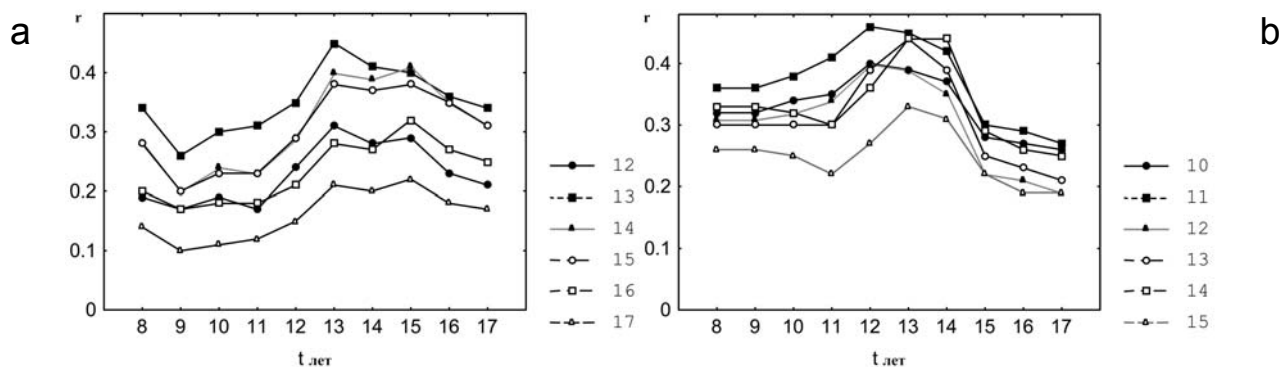


Рис. 10. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) обхвата головы у мальчиков (а) и девочек (б) с ИПГС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде), t – возраст, лет

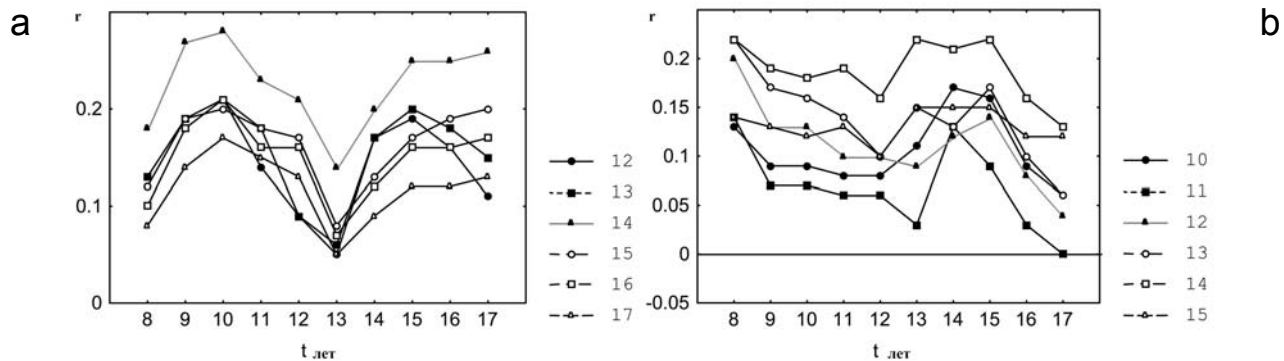


Рис. 11. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) жировой складки под лопаткой у мальчиков (а) и девочек (б) с ИПГС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде). t – возраст, лет

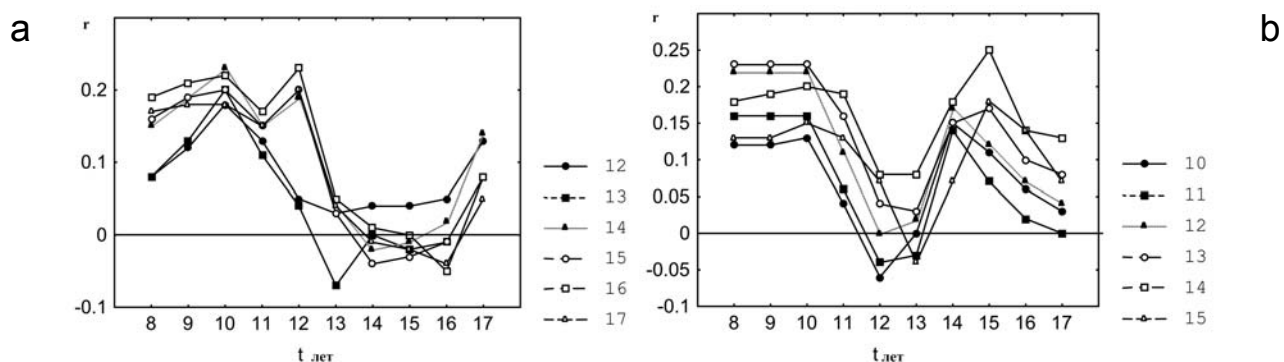


Рис. 12. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) жировой складки на плече у мальчиков (а) и девочек (б) с ИПГС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде). t – возраст, лет

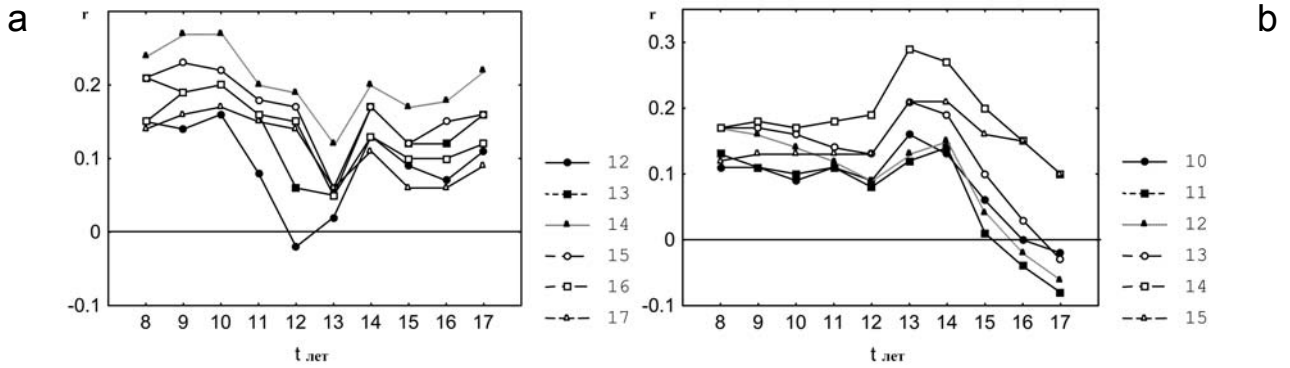


Рис. 13. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) жировой складки на животе у мальчиков (а) и девочек (б) с ИППС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде). t – возраст, лет

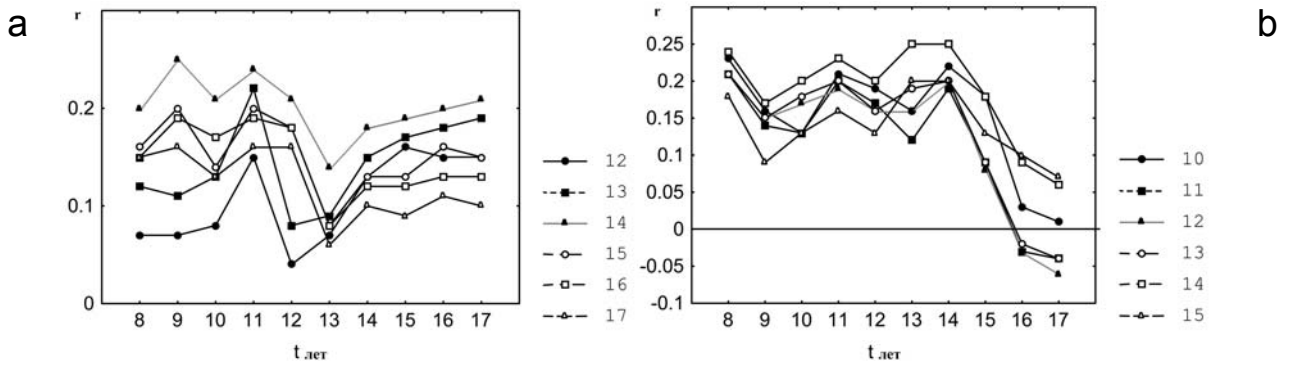


Рис. 14. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) жировой складки на талии у мальчиков (а) и девочек (б) с ИППС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде). t – возраст, лет

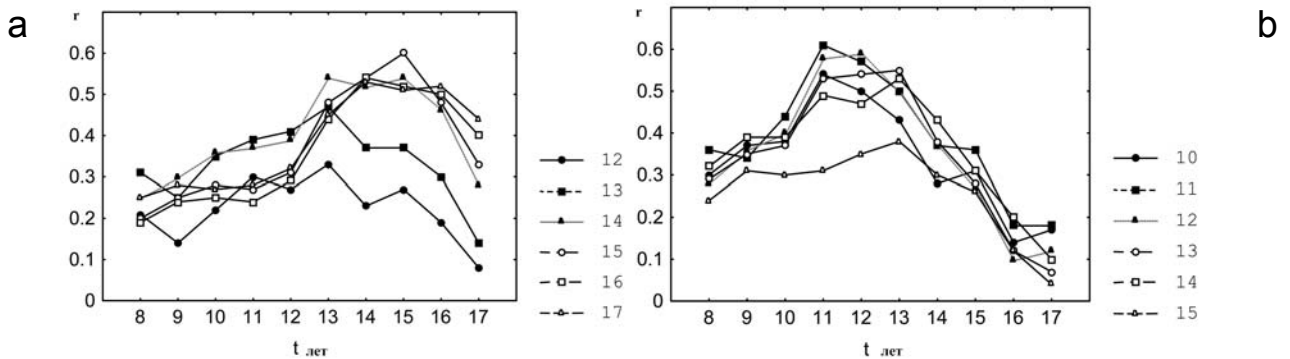


Рис. 15. Возрастная динамика коэффициента корреляции (r) динамометрии у мальчиков (а) и девочек (б) с ИППС, найденным в разных возрастных группах (указаны в легенде), t – возраст, лет

определенная, хотя и небольшая (около 0.2) связь большей величины этих признаков с акселерированностью хода полового созревания. Вероятно, по мере завершения ростовых процессов эта связь к 18–19 годам исчезнет, примерно так, как это характерно для девушек в возрасте 17 лет. Напротив, для таких признаков как масса тела, обхват и диаметры груди, длина туловища в начале юношеского периода у мальчиков наблюдаются все еще вполне заметные связи с ИППС с уровнями 0.3–0.4, а для акромиального диаметра – 0.5. Это является свидетельством продолжения у мужского пола ростовых процессов поперечного развития скелета и мускулатуры, когда индивиды, демонстрировавшие акселерированность полового созревания в подростковом периоде, продолжают отличаться несколько большим уровнем соматического развития и в юношеском возрасте.

Эти результаты хорошо соответствуют результатам, полученным для выборки студентов [Дерябин, Негашева, 2005], согласно которым возрастные процессы увеличения среднего уровня у юношей-студентов были обнаружены для длины корпуса, ширины плеч, трансверзального и сагитального диаметров груди и ее окружности, обхватов талии, плеча, предплечья и кисти. Для большинства этих признаков наблюдается возрастное увеличение средних уровней на интервале 16–21 год. Напротив, для длин верхней и нижней конечностей возрастные различия, наблюдаемые у студентов, по-видимому, свидетельствовали не о продолжении ростовых процессов, а отражали скорее ход эпохальных изменений, когда более молодые группы юношей обнаруживают неслучайно большие уровни этих признаков по сравнению с более старшими их группами. Отмеченные для московских студентов закономерности возрастных и эпохальных изменений рассматриваемых соматических свойств хорошо соответствуют аналогичным явлениям, наблюдавшимся для молодых мужчин 18–22 лет, обследованных в 1974 году [Куршакова, 1978]. Напротив, для московских студентов неслучайные возрастные различия в возрасте 16–20 лет были найдены только для единичных размеров тела, и эффекты возрастной неоднородности у них проявлялись намного слабее по сравнению с юношами. Это может быть связано с большей ускоренностью развития женского пола по сравнению с мужским, когда финальные ростовые процессы у первых завершаются раньше и в юношеском периоде проявляются менее отчетливо.

Сохранение значительного уровня коррелированности многих размеров тела у юношей 17 лет с оценками ИППС может иметь еще одну

причину. Вполне вероятно, что акселерированное половое созревание, проявляющееся в более ранней выработке половых гормонов, и впоследствии оказывается связанным с более высоким индивидуальным уровнем их секреции [Частная сексопатология, 1983; Хрисанфова, 1990]. Это обстоятельство за счет существования гормональных связей может проявляться в более высоком проявлении маскулинных соматических свойств у тех юношей, для которых в подростковом периоде наблюдался акселерированный вариант развития.

Полученные результаты очень хорошо соответствуют аналогичным итогам изучения связей биологической зрелости, оцениваемой при помощи интегративного показателя полового созревания, с типологическими характеристиками, описывающими общие направления вариации телосложения у детей школьного возраста [Дерябин, 2000]. Для характеристики общего развития скелета, опирающейся на продольные размеры корпуса и конечностей и на ширину плеч и отражающей интегративную величину этих признаков, у мальчиков до возраста 12 лет наблюдались величины коэффициента корреляции с ИППС, изменявшиеся от 0 до 0.3. На интервале 12–15 лет величина показателя оказывалась уже весьма сильно связанной с уровнем половой зрелости с величиной коэффициента корреляции 0.4–0.7. С окончанием пубертатного ускорения ростовых процессов к возрасту 16–17 лет наблюдается значительное уменьшение тесноты связей до величин коэффициента корреляции 0.3. У девочек наблюдалась во многом сходные закономерности связей ИППС с типологической характеристикой величины скелета, с той лишь разницей, что временные характеристики соответствующих линий динамики сдвинуты на более ранние сроки. Так, здесь подъем уровня связи с ИППС начинался уже в 10–11 лет, а к 15 годам эта корреляция резко уменьшалась. У девочек 17 лет в связи с завершением роста различия условных вариантов полового созревания практически исчезали.

Возрастная динамика коррелированности показателя общего поперечного развития мускулатуры с ИППС обнаруживала сходные черты. В препубертатном периоде у мальчиков уровень этой связи характеризовался малыми значениями коэффициента корреляции 0.2–0.3. В возрасте 13–15 лет эти значения резко возрастали до уровня 0.5–0.7, а к 17 годам происходило их уменьшение до величин 0.3. У девочек повышение коррелированности ИППС с поперечным развитием мускулатуры наблюдалось в 11–13 лет, а не в 13–15 лет, как это было характерно для мальчиков.

Следует заметить, что возрастная динамика связей соматических признаков с возрастом пер-

вых месячных у девочек демонстрирует примерно те же самые особенности, что и аналогичная картина, найденная для ИППС. Правда, для возраста менархе уровень коэффициентов корреляции с размерами тела оказывается несколько меньшим, что можно объяснить за счет большей информативности ИППС, включающего кроме этого показателя также уровни развития вторичных половых признаков. Отрицательные знаки связей возраста первых месячных с размерами тела объясняются тем, что акселерированность развития проявляется в более раннем наступлении этого события, ретардированность – в более позднем.

Несколько иной характер имеют связи интегративного показателя полового созревания с жировыми складками (рис. 11–14). Так, здесь характерен весьма высокий уровень этих корреляций с коэффициентом, принимающим значения от нуля до уровня 0.2 и лишь в редких случаях приближающимся к 0.3. Поэтому можно сделать вывод о существовании очень слабой связи акселерированности развития со средним увеличением развития жировой клетчатки, тогда как ретардированность сочетается с некоторой гипoadипозностью.

Для девочек ассоциированность раннего наступления полового созревания с повышенным уровнем жирового отложения часто обсуждается в литературе. Для мальчиков найденный нами аналогичный, хотя и слабый эффект согласуется с данными А.И. Клиорина [Клиорин, 1989] о существовании для мальчиков 14 лет непрямолинейной связи уровня полового созревания и величины подкожного жирового отложения, при которой понижение развития этого соматического компонента связано с некоторой ретардацией развития, тогда как уровни жировых складок в 10–20 мм ассоциированы с его акселерированностью. Напротив, увеличение толщины жировых складок свыше 20 мм скоррелировано с весьма заметной ретардированностью проявления характеристик полового созревания. Следует заметить, что рассматриваемая группа московских школьников характеризуется не слишком высоким уровнем развития подкожного жирового отложения. Здесь у мальчиков средние величины соответствующих признаков весьма невелики, составляя в разных возрастных группах 4–10 мм [Дерябин и др., 2006], максимальные же значения имеют также не слишком высокие уровни в 10–30 мм. Поэтому основная масса мальчиков, подростков и юношей имеет малые и средние величины жировых складок, что не позволяет в полной мере проявиться криволинейной связи этих признаков с уровнем полового созревания и выявляет всего лишь ассоциацию ретардированности его хода с гипoadипозностью и

акселерированности – со средним уровнем развития жировой клетчатки.

Полученные в настоящей работе результаты хорошо согласуются с данными морфогормональных исследований. Так, в препубертатном и пубертатном возрасте обычно находят значительные связи уровней соматотропного гормона [Саяпина, 1975], андрогенов надпочечников и половых желез, эстрогенов [Бец, Саяпина, 1977; Хрисанфова, Эльгурт, 1972, 1976; Хрисанфова, Титова, 1986; Титова, 1987]. Коэффициенты корреляции скелетных размеров тела с уровнем концентрации гормонов, которые также тесно связаны с морфологическими проявлениями, значительно варьирующего статуса созревания, оказываются довольно высокими (до 0.6–0.7). У взрослых молодых мужчин и женщин связь концентраций половых гормонов с этими признаками может варьировать в разных выборках. У юношей обнаруживаются значительные положительные корреляции (около 0.4) уровня содержания в моче 17-кетостероидов с длиной тела [Костина, 1975]. Для молодых женщин отмечается наличие значительной (около 0.6) отрицательной связи с длиной тела общего количества эстрогенов [Желнина, 1969]. У молодых мужчин встречаются также практически нулевые корреляции длины тела с содержанием 17-кетостероидов в моче [Tanner et al., 1959; Савостьянова, 1971] или с уровнем тестостерона в сыворотке крови [Knusmann, Sperwien, 1988]. Таким образом, отсутствие положительной связи общей величины скелетных размеров тела и маркера полового созревания ИППС в пубертатном периоде, в целом, соответствует результатам морфогормональных исследований.

Коэффициенты корреляции ИППС с обхватом груди и динамометрией, значительно зависящих от поперечного развития мускулатуры, в пубертатном периоде у мальчиков и девочек имеют величину около 0.4–0.6. В возрасте 16–17 лет у юношей для этой связи можно еще найти корреляцию около 0.3–0.4, тогда как для девочек она оказывается весьма небольшой (около 0.1–0.2). Эти данные соответствуют известному результату об ускоренном половом созревании мальчиков и девочек с более развитым мышечным компонентом, а также наличию в препубертатном и пубертатном периодах значительных морфогормональных связей степени развития мускулатуры и уровня половых гормонов [Савостьянова, 1971; Хрисанфова, Эльгурт, 1972; Бец, Саяпина, 1976; Хрисанфова, Титова, 1986; Титова, 1987]. Однако во взрослом состоянии проявление морфогормональных связей развития мускулатуры имеет выраженный половой диморфизм. Для молодых мужчин характерен уровень соответствующих коэффициентов

корреляции около 0.4–0.5 [Tanner et al., 1959; Савостьянова, 1971; Костина, 1975] тогда как для женщин – 0.2–0.3. Очевидно, влияние комплекса мужских половых гормонов, в первую очередь тестостерона, вызывающих анаболический эффект, приводит к большей морфогормональной зависимости вариации развития мускулатуры у мужчин по сравнению с женщинами. К этому же кругу явлений, по-видимому, относится более выраженная возрастная динамика показателя поперечно-развития мускулатуры у взрослых мужчин по сравнению с женщинами [Дерябин, 2003].

В подчеркнутом виде наличие морфогормональной связи развития мускулатуры проявляется в клинических вариантах. Так, при синдроме Кляйнфельтера, как это можно определить по данным Т.А. Благовещенской [Благовещенская, 1975], среднее отличие уровня показателя развития мускулатуры от нормальных мужчин имеет крайне большую величину в 2.7 среднего квадратического отклонения этой типологической характеристики [Дерябин, 1985]. В менее выраженной степени уменьшение развития мускулатуры характерно для случаев замедленного полового созревания [Тетер, 1968]. Напротив, *pubertas praesox* приводит к раннему значительному нарастанию поперечника мышц [Тетер, 1968; Бец, 1970; Жуковский, 1982; Скородок, Савченко, 1984].

При изучении динамики признаков соматического развития у детей 8–17 лет в связи с вариациями уровня полового созревания установлено, что усиление вариации биологического возраста в пубертатном периоде приводит к появлению дополнительного временного увеличения вариации признаков, эффект которого накладывается либо на стабильный ее базовый уровень, либо на естественно существующий и монотонный процесс его подъема [Дерябин и др., 2006]. Учет коррелированности соматических признаков с ИППС, описывающим уровень биологической зрелости, устраняет подростковое увеличение их изменчивости.

Заключение

Основными итогами исследования можно считать, во-первых, то, что уровень полового созревания у детей школьного возраста, описываемый интегративным показателем полового созревания, очень слабо связан с развитием жировой клетчатки. К аналогичным выводам приходит в своем исследовании Е.И. Балахонова [Балахонова, 1991]: ведущим компонентом состава тела в процессе развития вторичных половых признаков является обезжиренная масса тела у детей обоего пола.

Более того, в подгруппе мальчиков с признаками полового созревания содержание жирового компонента даже ниже, чем в подгруппе мальчиков без признаков полового созревания. Аналогичная картина связи жиросотложения и показателей зрелости отмечается и для других периодов онтогенеза. Так, замедленное моторное развитие и более позднее прорезывание зубов в грудном возрасте имеет место у мальчиков и отчасти девочек мышечного типа конституции с более развитым жиросотложением сравнительно с детьми торакального типа [Хазанова, 1975]. У новорожденных с большой массой тела, свыше 4000 г, существует обратная корреляция уровня -0.75 с показателями физиологической зрелости (Апгар тест). По нашим материалам на возрастном интервале от рождения до 7 лет показатели биологического возраста (моторный и зубной возраст в грудном периоде развития, зубной возраст и филиппинский тест у дошкольников) также связаны преимущественно с развитием в первую очередь скелетных размеров тела, но не показателей жиросотложения [Дерябин и др., 2005].

Во-вторых, для большинства других соматических признаков картина уровня коррелированности с уровнем полового созревания имеет определенную возрастную динамику. В целом невысокие связи в период первого детства, их нарастание в подростковом периоде вплоть до середины пубертата до уровня 0.7 в ряде случаев (для скелетных размеров тела в первую очередь) и постепенное ослабление до минимальных уровней к 17 годам. Последняя особенность наиболее отчетливо проявляется для девочек. Это еще одно из проявлений полового диморфизма в добавление к общеизвестному факту, зафиксированному, безусловно, и в нашей работе – у мальчиков пубертатные процессы «отложены» во времени относительно девочек. Хотелось бы упомянуть интересные факты полового диморфизма у подростков, имеющие, правда, косвенное отношение к настоящей работе, полученные в исследовании динамики массы жира у детей от 6 до 18 лет [Мяляренко, 1988]. У детей до 12-летнего возраста различий практически нет. На интервале от 12 до 18 лет интенсивность динамики соматических характеристик у мальчиков наблюдается в возрастающем порядке: масса тела, масса внутреннего жира, длина тела, масса общего жира на фоне отчетливого снижения подкожного жира. У девочек интенсивность прирастания соматических характеристик также в возрастающем порядке, но другая: длина тела, масса тела, масса внутреннего жира, масса общего жира, масса подкожного жира. Таким образом, динамика величины подкожного жиросотложения наиболее радикально отли-

чается по полу в подростковом возрасте. Эту работу мы приводим как иллюстрацию проявлений полового диморфизма в процессе морфофункционального развития детей, однако она интересна и с точки зрения эволюционного значения жировой ткани у человека, как и отрицательные связи показателей жировотложения с показателями зрелости, приведенные выше.

Библиография

- Арон Д.И.* Материалы для установления пропорций тела детей и подростков в возрасте от 8 до 18 лет (включительно) // Ученые записки МГУ. Вып. 34. Антропология. М.: изд-во МГУ, 1940. С. 103–125.
- Балахонова Е.И.* Изменчивость соматических параметров у девочек в группах разного биологического возраста в перипубертатный период. Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. М., 1991. 20 с.
- Бацевич В.А., Павловский О.М., Никитюк Б.А., Карасик Д., Максинев Д.В.* Методические аспекты возрастной оссеографии взрослого населения // Российские морфологические ведомости, 1998. № 1–2. С. 105–113.
- Бец Л.В.* К соматической характеристике мальчиков с преждевременным половым созреванием // Вопр. антропол., 1970. Вып. 36. С. 89–108.
- Бец Л.В., Саяпина Е.С.* Роль гормонов коры надпочечников в попубертатном периоде у девочек // Вопр. антропол., 1977. Вып. 54. С. 119–125.
- Боровка Н.В.* Корреляция основных антропометрических признаков в зависимости от пола и возраста // Русский антропол. журнал, 1928. Т. 17. Вып. 1–2. С. 66–79.
- Бродовская В.С.* Основные признаки физического развития в их возрастной динамике. М.: Госмедгиз, 1934.
- Властовский В.Г.* Акцелерация роста и развития детей. М.: Изд-во МГУ, 1976. 279 с.
- Година Е.З.* Ауксология // Антропология: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. М.: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 2003. С. 113–216.
- Дерябин В.Е.* Нормальная морфологическая типология телосложения женщин. Деп. в ВИНТИ № 610-В90. М., 1990. 255 с.
- Дерябин В.Е.* Морфологическая типология телосложения детей и подростков, основанная на изменчивости антропометрических признаков // Вопр. антропол., 1999. Вып. 90. С. 25–58.
- Дерябин В.Е.* Морфологическая типология телосложения мужчин и женщин. Деп. в ВИНТИ № 9-В2003. М., 2003. 290 с.
- Дерябин В.Е.* Интегративный показатель полового созревания, основанный на изменчивости вторичных половых признаков // Вестник антропол., 2003. Вып. 10. С. 137–158
- Дерябин В.Е.* Морфологическая типология телосложения детей дошкольного возраста. – Деп. в ВНИТИ № 59-В2005. М., 2005. 301 с.
- Дерябин В.Е., Федотова Т.К., Ямпольская Ю.А.* Устойчивость морфологической структуры внутригрупповой изменчивости детей школьного возраста. Деп. в ВИНТИ № 50-В2006. М., 2006. 303 с.
- Желнина Л.В.* Опыт изучения связи между эстрогенной активностью организма и некоторыми соматическими признаками // Вопр. антропол., 1969. Вып. 31. С. 135–139.
- Жуковский М.А.* Детская эндокринология. М.: Медицина, 1982. 448 с.
- Клиорин А.И.* Ожирение в детском возрасте. Л.: Медицина, 1980. 254 с.
- Костина Л.В.* Андрогенная и эстрогенная активность организма и некоторые аспекты ее взаимоотношений с соматическим габитусом мужчин // Вопр. антропол., 1975. Вып. 50. С. 125–134.
- Куршакова Ю.С.* Статистические корреляции как средство выражения морфологической целостности в процессе роста и развития. Дисс. ... канд. биол. наук. М., 1962. 181 с.
- Куршакова Ю.С.* Количественные закономерности возрастных изменений антропометрических признаков у детей // Рост и развитие ребенка. М.: Изд-во МГУ, 1973. С. 189–219.
- Мажуга П.М., Хрисанфова Е.Н.* Проблемы биологии человека. Киев: Наукова думка, 1980. 327 с.
- Мартиросов Э.Г., Тяпкин А.Н., Крикун Е.Н.* Возраст: хронологический, биологический, моторный. Методы определения: Учебно-методическое пособие. Москва-Белгород, 2001. 51 с.
- Павловский О.М.* Биологический возраст человека. М.: Изд-во МГУ, 1987. 280 с.
- Павловский О.М.* Особенности динамики костной плотности в половозрастном и этнотерриториальном аспектах // Морфофизиологические исследования в антропологии. М. МГУ. 1970. С. 92–141
- Павловский О.М.* Популяционная экология возраста человека на постдефинитивных стадиях онтогенеза // Антропология на пороге III тысячелетия. М.: Старый сад, 2004. Т. 2. С. 719–745.
- Павловский О.М., Максинев Д.В., Бацевич В.А.* Сравнительный анализ современных методов в возрастной оссеографии // Вестник Тамбовского университета, 1998. Т. 3. Вып. 2. С. 159–164.
- Савостьянова Е.Б.* Взаимоотношения между экскрецией общих 17-кетостероидов и некоторыми соматическими признаками у мальчиков и юношей // Вопр. антропол., 1971. Вып. 37. С. 129–135.
- Саяпина Е.С.* Особенности секреции соматотропного гормона у детей и его взаимоотношения с некоторыми соматическими признаками // Вопр. антропол., 1975. Вып. 50. С. 146–151.
- Скородок Л.М., Савченко О.Н.* Нарушения полового развития у мальчиков. М.: Медицина, 1984. 238 с.
- Смирнова Н.С., Соловьева В.С.* Биологический возраст человека. М.: Знание, 1986. 64 с.
- Соловьева В.С.* Материалы по половому созреванию школьников и студентов Москвы // Вопр. антропол., 1964. Вып. 17. С. 35–61.
- Соловьева В.С.* Сравнительные данные по половому созреванию школьниц Москвы и Тбилиси // Вопр. антропол., 1965. Вып. 19. С. 75–94.
- Тетер Е.* Гормональные нарушения у мужчин и женщин. Варшава: Польское гос. мед. изд., 1968. 701 с.
- Титова Е.П.* Эндокринная формула как конституциональный признак в периоде развития (на примере пятнадцатилетних мальчиков). Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. М., 1987. 26 с.

- Урысон А.М. Возрастная динамика размеров тела детей и подростков в возрасте от 4 до 18 лет // Рост и развитие ребенка. М.: Изд-во МГУ, 1973. С. 4–53.
- Хазанова А.Б. Оценка конституциональных типов у детей грудного возраста // Оценка типов конституции у детей и подростков: М.: АПН СССР, 1975. С. 56–61.
- Хрисанфова Е.Н. Конституция и биохимическая индивидуальность человека. М.: Изд-во МГУ, 1990.
- Хрисанфова Е.Н., Титова Е.Н. Эндокринная формула как конституциональный признак в периоде развития / // Вопр. антропол., 1986. Вып. 77. С. 43–59.
- Хрисанфова Е.Н., Титова Е.Н. «Эндокринная формула» как конституциональный признак в периоде развития // Антропология – медицине. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 109–124.
- Хрисанфова Е.Н., Эльзурт Г.М. К проблеме темпов развития организма в допубертатный период // Вопр. антропол., 1972. Вып. 41. С. 80–88.
- Хрисанфова Е.Н., Эльзурт Г.М. Половые стероиды и общее биологическое развитие в препубертатном периоде (динамическое исследование) // Вопр. антропол., 1976. Вып. 52. С. 36–52.
- Частная сексопатология / Под. ред. Г.С. Васильченко. М.: Медицина, 1983. Т. 1. 301 с.
- Berkson J. Growth changes in physical correlations – height, weight and chest circumference – males // Hum. biol., 1929. Vol. 1. N 4. P. 463–502.
- Beuren G., Ostyn M., Simons J., Renson R., Van Greeven D. Chronological and biological age as related to physical in boys 12 to 19 years // Annals of Hum. Biol., 1981. Vol. 8. N 4. P. 321–331.
- Cole T.J. Secular trends in growth // Proc. Nutr. Soc., 2000. Vol. 59. N 2. P. 317–324.
- Jurimae T., Jurimae J. Growth, physical activity and motor development in prepubertal children. CRC Press LLC, 2000. 188 p.
- Knussmann R. Konstitution und Geschlecht // Anthropologischer Anzeiger, 1965. Jg. 29. P. 146–192.
- Mascie-Taylor C.C., Boldsen J.L. Development indices of maturity in females // Hum. biol., 1987. Vol. 59. N 1. P. 1–6.
- Tanner J.M., Healy M.J.R., Whitehouse R.H., Edgson A.C. The relation of body build to the excretion of 17-ketosteroids and 17ketogenic steroids in healthy young men // J. Endocrinol., 1959. Vol. 19. N 1. P. 87–101.

Контактная информация:

Федотова Татьяна Константиновна:

e-mail: tatiana.fedotova@mail.ru;

Чтецов Владимир Павлович: тел. (495)939-43-17.

INTRAGROUP CORRELATIONS OF BODY DIMENSIONS VARIABILITY WITH THE PROCESSES OF SEXUAL MATURATION OF CHILDREN OF SCHOOL AGE

T.K. Fedotova¹, V.P. Chtetsov²

¹ Lomonosov Moscow State University, Institute and Museum of Anthropology, Moscow

² Lomonosov Moscow State University, Biological faculty, Department of Anthropology, Moscow

Correlations of integrative index of sexual maturation (IISM), constructed with the regard of mutual correlations of separate characteristics of sexual maturation, and dynamics of somatic parameters of children of school age is discussed. Material and methods. The research is based on the longitudinal study of Moscow school children aged 8–17, 121 boys and 125 girls, in 1982–1991. The programme includes the set of somatic characteristics – height, weight, trunk and leg length, pelvic and acromion diameters, chest diameters, chest and head circumferences, 4 skinfolds, dynamometry, standard parameters of sexual maturation. The construction of IISM is based on the method, used while constructing the typological characteristics of body build [Deryabin, 1990, 2000, 2003, 2005]. The estimation of IISM with somatic characteristics in different age was realized using correlation coefficients. Results and discussion. Most of somatic characteristics, except for skinfolds, have low levels of correlations with IISM through second childhood, they increase during puberty to the level of 0.7 in some cases with further decrease till the age of 17, which is most apparent for girls. There is a very low correlation of pubescence acceleration with average levels of fat tissue development, while pubescence retardation is combined with some hypoadiposity. Conclusions. IISM is the informative index of sexual maturation processes of school children, closely correlated with the dynamics of skeletal and muscle parameters through 8–17 years interval and independent from adiposity.

Keywords: physical development, auxology, longitudinal data, children aged 8–17, integrative index of sexual maturation, skeletal and muscle dimensions, adiposity, age dynamics