

Пермякова Е.Ю.

*МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии,  
ул. Моховая, д. 11, Москва, 125009, Россия*

## ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИРООТЛОЖЕНИЯ И КОМПОНЕНТОВ СОСТАВА ТЕЛА В ПРОЦЕССЕ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ У ПОДРОСТКОВ АРХАНГЕЛЬСКОГО РЕГИОНА И Г. МОСКВЫ

**Введение.** Настоящее исследование посвящено изучению изменения некоторых показателей жировоголожения и компонентов состава тела в зависимости от темпов полового созревания у подростков Архангельского региона и г. Москвы.

**Материалы и методы.** В анализе были использованы данные 1516 человек в возрасте от 12 до 16 лет в случае юношей и 11 до 15 лет в случае девушек. Антропометрическое обследование, анализ компонентного состава тела и оценка стадии полового созревания были проведены по стандартной методике с соблюдением биоэтических рекомендаций. Для установления сроков полового созревания использовался пробит-анализ.

**Результаты и обсуждение.** Согласно полученным результатам, у подростков всех трех групп наблюдается обычная последовательность появления вторичных половых признаков. Кроме того, соблюдаются стандартные закономерности: горожане проходят стадии полового созревания раньше, чем их сельские ровесники. Что касается изменения антропометрических характеристик в зависимости от стадии полового созревания, то в данном случае подтверждается согласованность происходящих изменений с набуханием молочных желез у девушек и появлением пубального обволашования у юношей. У первых более зависимы от стадии полового созревания величина массы тела и ее жировой составляющей, а также толщина кожно-жировых складок; у вторых – обхватные размеры. Независимо от пола обследуемых изученные признаки в своей абсолютной величине демонстрируют тенденцию к увеличению, тогда как относительная жировая масса тела по мере развития грудных желез у девушек уменьшается. У юношей зафиксированы чередование процессов ее увеличения и уменьшения по мере перехода развития пубального обволашования от стадии к стадии. Исключение составляют москвичи, у которых с появлением данного признака происходит резкое достоверное увеличение жировой массы тела с дальнейшим незначительным ее колебанием в ходе пубертатного периода.

**Заключение.** Зависимость величины параметров жировоголожения от биологического возраста отчетливее проявляется в группах девушек, поскольку для индивидов мужского пола степень созревания более скоррелирована с мышечным компонентом. Характеристики жировой составляющей в этом случае начинают демонстрировать согласованную картину на финальных этапах полового созревания.

**Ключевые слова:** ауксология; вторичные половые признаки; антропометрия; состав тела; кожно-жировые складки

## Введение

Среди всех показателей, позволяющих оценивать морфофункциональный статус организма, наиболее чувствительным к факторам внешней среды является комплекс признаков, свидетельствующий о созревании репродуктивной системы. Сроки наступления полового созревания, с одной стороны, влияют на величину соматических характеристик, с другой – могут быть предсказаны на основании изменений физического статуса ребенка [Штефко, 1933; Соловьева, 1964, 1966; Брожек, 1967; Gill et al., 2018]. В частности, более ранние сроки наступления полового созревания у подростков за последние 30 лет ассоциированы с увеличением массы тела в обследованных группах [Kaplowitz, 2008; Gemelli et al., 2016].

Оценка степени полового созревания представляет важную веху в работе физических антропологов, физиологов и педиатров в связи с тем, что именно в пубертатный период наблюдается максимальная изменчивость размеров тела, что, по мнению В.С. Соловьевой, затрудняет адекватную оценку физического развития детей и подростков по величине антропометрических показателей [1966]. Актуальность этой проблемы неоспорима особенно на фоне протекающих в популяциях процессов акселерации [Миклашевская с соавт., 1988; Poplawska et al., 2013; Lobstein et al., 2015; Godina et al., 2016a, 2016b].

Настоящая статья посвящена изучению величин некоторых показателей жировотложения и компонентов состава тела и темпов полового созревания у подростков Архангельского региона и г. Москвы.

## Материалы и методы

Материалом для настоящей работы послужили результаты комплексного антропологического обследования детского и подросткового населения г. Архангельска, а также сел Холмогоры, Матигоры, Емецк, проводившегося сотрудниками лаборатории ауксологии НИИ и Музея антропологии в 2009-2010 гг. в рамках проекта, посвященного 300-летию юбилею со дня рождения основателя Московского университета М.В. Ломоносова. Основной материал по росту и развитию учащихся г. Москвы был собран в 2005 г. и 2008-2009 гг. (группы, ввиду отсутствия достоверных различий между ними по величинам

t-критерия Стьюдента и критерия Манна-Уитни, были объединены).

Всего в анализ вошли 1516 человек в возрасте от 12 до 16 лет в случае юношей и 11 до 15 лет в случае девушек (выбор временных интервалов не случаен и согласуется с определением с помощью пробит-анализа в этих группах среднего возраста наличия вторичных половых признаков [Година с соавт., 2017]). Характеристика обследованной выборки представлена в таблице 1.

**Таблица 1. Численное распределение обследованных школьников по возрастным подгруппам**  
**Table 1. Numbers of investigated children and adolescents by sex and age groups**

Возраст (лет)	Москва		Архангельск		Архангельская область	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
11	23	–	62	–	39	–
12	36	28	71	58	37	42
13	37	58	62	57	39	49
14	40	66	84	56	33	33
15	39	53	66	81	43	43
16	–	53	–	71	–	57
<b>Всего</b>	<b>175</b>	<b>258</b>	<b>345</b>	<b>323</b>	<b>191</b>	<b>224</b>

Антропометрическое обследование проводилось по стандартной методике [Бунак, 1941; Лутовинова с соавт., 1970; Негашева, 2017] и включало более 50 признаков, из которых в соответствии с задачами исследования и результатами анализа межгрупповых различий [см. Пермякова, 2012] были отобраны средние значения массы тела, обхватов груди, талии и бедер, а также толщина кожно-жировых складок под лопаткой и на задней поверхности плеча (трицепсе).

С помощью анализатора состава тела ABC-01 «Медасс», работающего с частотой 50 кГц и силой тока 800 мА (четыре электрода крепятся на правую кисть и правую стопу) по общепринятой схеме [Смирнов и др., 2009], была оценена тощая компонента массы тела (ТМ) по формуле Хауткупер [Houtkooper, 1996]. Жировую массу вычисляли как разность между массой тела и ТМ. Для данных показателей также были определены их относительные величины (в пересчете на массу тела).

Данные по половому созреванию были собраны согласно общепринятой схеме [Соловьева, 1966].

Таблица 2. Средний возраст (в годах) появления вторичных половых признаков у подростков Архангельской области и г. Москвы

Table 2. Average age (in years) of the pubertal maturation in adolescents of the Arkhangelsk region and Moscow

Признак	Группа		
	Архангельск	Арх.обл.	Москва
♀			
Ма	9,75±1,66	10,25±1,92	9,25±1,66
Р	10,75±1,66	11,25±1,33	10,75±1,66
Ах	11,00±1,83	12,75±2,25	11,75±2,25
Ме	12,75±1,66	13,25±1,66	13,01±1,83
♂			
С	12,75±1,25	11,75±2,25	11,50±2,08
Р	12,50±1,50	12,25±1,92	12,25±1,66
Ах	12,50±2,16	12,75±1,66	11,25±1,66
К	13,50±1,25	13,75±1,92	13,50±1,66
Гол	13,66±1,66	13,23±1,66	13,25±1,33
У	14,25±1,92	14,00±1,83	13,75±1,66
Б	15,25±1,92	14,25±1,92	14,75±1,66

Учитывались следующие признаки:

У девочек: **Ма** – развитие молочных желез, **Ах** – развитие подмышечного обволосения, **Р** – развитие лобкового обволосения, **Ме** – возраст начала менструирования. У мальчиков: **С** – пубертатное набухание сосков, **Ах** – развитие подмышечного обволосения, **Р** – развитие лобкового обволосения, **Гол** – ломка голоса, **К** – степень выступания кадыка, **У** – рост усов, **Б** – рост бороды.

Материал был собран методом «поперечного сечения» с соблюдением правил биоэтики и подписанием протоколов информированного согласия. В обследование вошли лица русской национальности.

Статистический анализ проводился с использованием пакета программ Statistica 10.0. Для адекватной оценки внутригрупповой дифференциации признаков применялась процедура нормирования [Cole, 1997]. Для оценки сроков полового созревания использовался пробит-анализ [Дерябин, 2007].

## Результаты

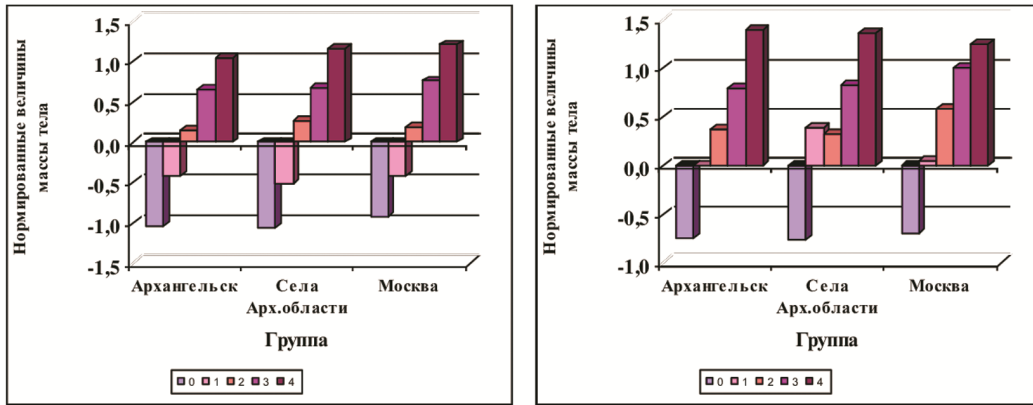
Согласно полученным результатам, у подростков всех трех групп наблюдается обычная последовательность появления вторичных половых признаков. Однако по срокам их появления жительницы г. Архангельска значительно опережают своих сельских ровесниц. Для такого важного показателя, как возраст менархе, раз-

ница между сельскими девушками и жительницами г. Архангельска составляет около 5 мес. (13,25 и 12,75 лет соответственно). У москвичек средний возраст менархе выше и составляет 13,01 года (табл. 2).

Городские юноши по ряду признаков также опережают своих сельских сверстников на 2-9 месяцев, однако по таким важным признакам, как пубертатное набухание сосков, пубальное обволосение, рост бороды и усов, сельские мальчики оказываются впереди жителей г. Архангельска. Москвичи же в сравнении с юношами севера демонстрируют устойчиво более высокие темпы полового созревания (исключение – рост бороды).

В соответствии с целями данной работы, автором было проведено сравнение изменчивости массы тела, жировой и тощей компонент, а также толщины жировых складок и величины обхватов в зависимости от степени выраженности развития грудных желез у девочек и пубального обволосения у мальчиков. Данные признаки выбраны не случайно, поскольку именно их изменения являются четким сигналом активации гипофизарно-надпочечниковой системы, запускающей процессы полового созревания в организме [Дерябин, 2008].

**Масса тела.** На рисунке 1 представлена картина изменчивости нормированных значений массы тела детей в трех обследованных группах в зависимости от степени выраженности вторичных половых признаков.

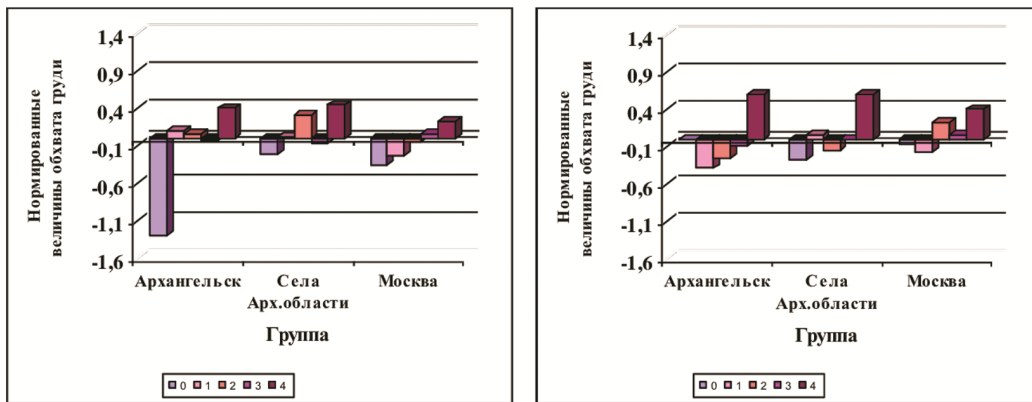


А

Б

Рисунок 1. Изменчивость массы тела в зависимости от степени выраженности грудных желез у девочек (А) и пубального обволашования у мальчиков (Б)

Figure 1. Variability of body weight depending on the severity of the breast development in girls (А) and pubic hair in boys (Б)

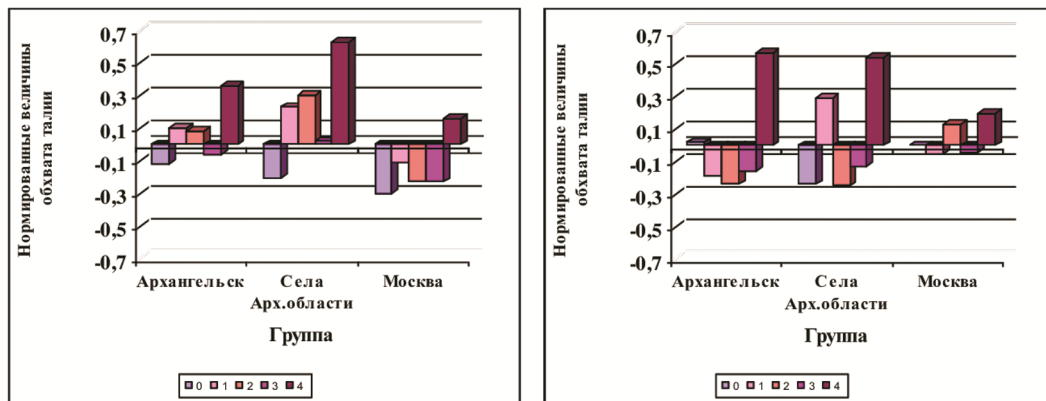


А

Б

Рисунок 2. Изменчивость обхвата груди в зависимости от степени выраженности грудных желез у девочек (А) и пубального обволашования у мальчиков (Б)

Figure 2. Variability of chest circumference depending on the breast development in girls (А) and pubic hair maturation in boys (Б)



А

Б

Рисунок 3. Изменчивость обхвата талии в зависимости от степени выраженности грудных желез у девочек (А) и пубального обволашования у мальчиков (Б)

Figure 3. Variability of waist circumference depending on the breast development in girls (А) and pubic hair maturation in boys (Б)

У девочек с развитием грудных желез от стадии 0 к стадии 4 происходит постепенное увеличение массы тела, у мальчиков аналогичные изменения происходят по мере увеличения выраженности пубального обволашования. Исключения составляют сельские школьники, у которых переход от стадии 1 к стадии 2 сопровождается некоторым снижением данного признака.

Обхватные размеры. Как видно из рисунка 2, по мере развития грудных желез происходит постепенное увеличение обхвата груди у девочек всех обследованных групп, в большей степени выраженное для школьниц Архангельска при переходе от стадии 0 к стадии 1. У мальчиков картина несколько иная – наибольшее увеличение обхвата груди происходит на завершающих стадиях развития пубального обволашования у северян, при переходе к стадии 2 – у москвичей.

Максимальные увеличения обхвата талии (рис. 3) происходят у девочек и у мальчиков при переходе к финальной стадии развития соответствующего вторичного полового признака. В динамике большей скоростью данных процессов обладают жители Архангельского региона независимо от статуса населенного пункта.

Обхват плеча (рис. 4) максимально увеличивается при появлении грудных желез у девочек и на финальных стадиях развития пубального обволашования у мальчиков соответственно. Большими скоростями этих изменений обладают северные школьницы и столичные школьники.

Изменчивость обхвата ягодиц повторяет закономерности, описанные выше для обхвата плеча.

Кожно-жировые складки. На рисунке 5 представлена картина изменений жировой складки под лопаткой (на спине) по мере развития вторичных половых признаков. У девочек максимальные изменения зафиксированы при переходе к стадиям 1 и 4 ( $p < 0,05$ ), причем, темпы этих изменений минимальны у столичных школьниц. У мальчиков максимальный скачок происходит на финальных стадиях развития пубального обволашования, до этого момента изменения разнонаправлены.

Характер изменений жировой складки на задней поверхности плеча, происходящих в пубертатном и постпубертатном периоде у девочек, сходен с таковым для массы тела, ее компонентов и толщины складки на спине (рис. 6). Развитие пубального обволашования у мальчиков сопровождается крайне неоднородными изменениями данного признака: для жителей г. Архангельска своих максимальных значений тол-

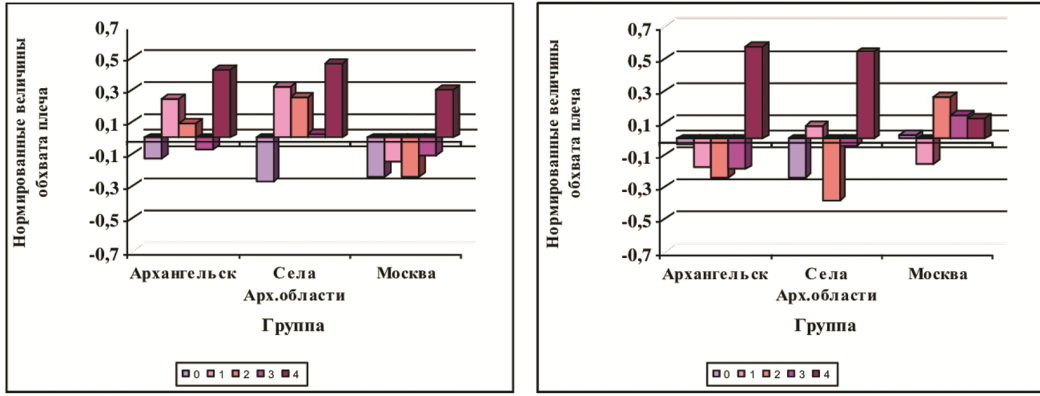
щина жирового отложения на трицепсе достигает при появлении данного полового признака и на стадии, когда он максимально выражен. У сельских мальчиков переход к каждой последующей стадии сопровождается разнонаправленными изменениями толщины рассматриваемой подкожной складки, которая при максимальной выраженности пубального обволашования уменьшается. У москвичей финальная стадия развития данного элемента половой формулы сопровождается увеличением толщины жирового отложения на трицепсе.

Показатели состава тела. Изменение абсолютного содержания жирового компонента в составе массы тела носит не столь однородный характер (рис. 7). К примеру, у школьниц г. Москвы происходит некоторое статистически недостоверное уменьшение массы тела при переходе грудных желез к стадии 2. Мальчики всех трех обследованных групп характеризуются тем, что по мере возникновения пубального обволашования (стадии 0=>1) происходит резкое увеличение жировой массы тела, затем, однако, происходит столь же резкое, статистически значимое ( $p < 0,05$ ) ее уменьшение (стадии 2, 3). У юношей, характеризующихся максимальной выраженностью данного вторичного полового признака, происходит повторное увеличение жировой компоненты, но значений, характерных для стадии 2 она уже не достигает.

Изменение содержания тощей компоненты в массе тела у детей обоего пола в зависимости от степени выраженности соответствующего полового признака идет в сторону постепенного его увеличения (рис. 8), что соответствует общему увеличению массы тела на данном периоде постнатального развития.

Особый интерес представляет рассмотрение изменений, происходящих с относительным содержанием жировой и тощей компонент в составе тела (рис. 9 и 10).

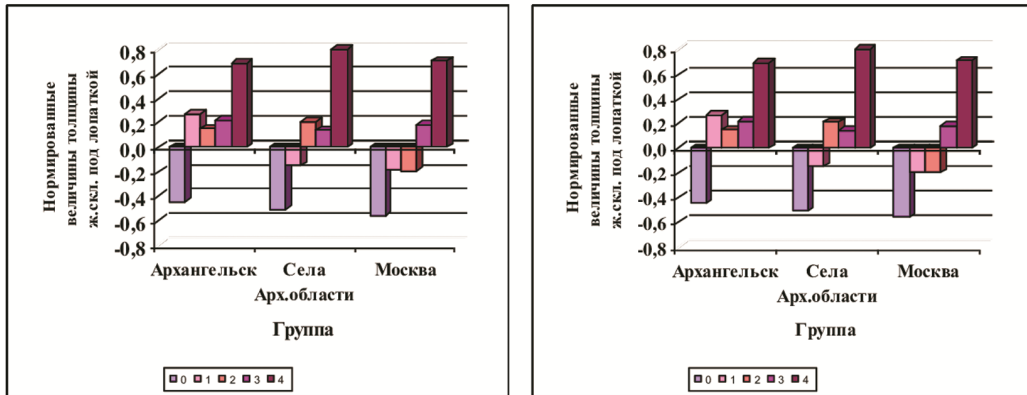
Если у девочек 3 обследованных групп населения происходит постепенное равномерное увеличение жировой массы тела по мере развития грудных желез (исключение – переход к стадии 2 у жительниц г. Архангельска, не значимый статистически), то для мальчиков характерна несколько иная картина. Так, для городских и сельских жителей Архангельской области отмечено чередование процессов увеличения и уменьшения относительного содержания жировой компоненты по мере перехода развития пубального обволашования от стадии к стадии.



А

Б

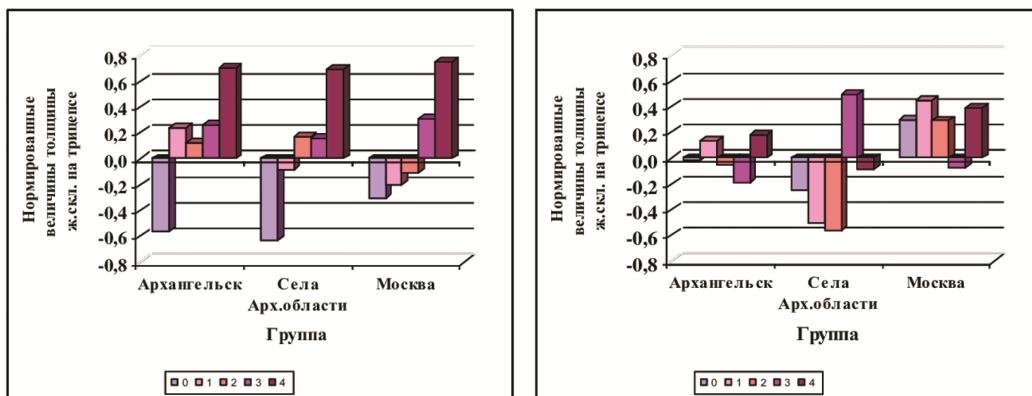
Рисунок 4. Изменчивость обхвата плеча в зависимости от степени выраженности грудных желез у девочек (А) и пубального обволашения у мальчиков (Б)  
 Figure 4. Variability of mid-upper arm circumference depending on the breast development in girls (А) and pubic hair maturation in boys (Б)



А

Б

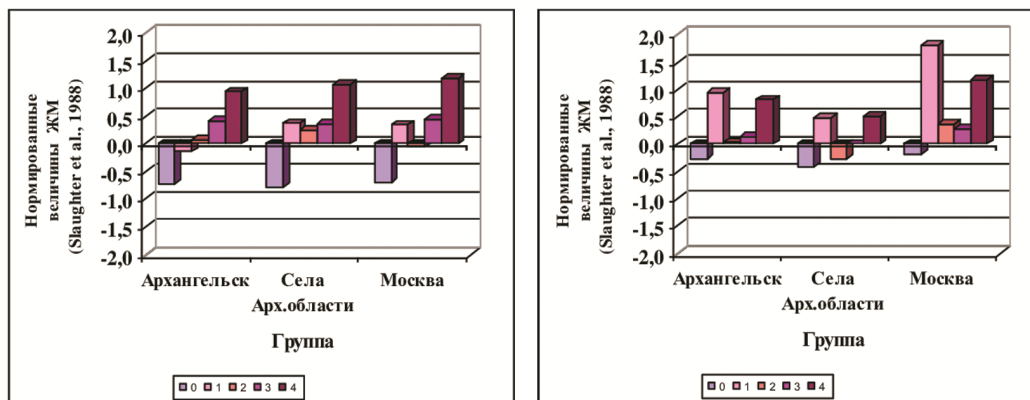
Рисунок 5. Изменчивость толщины жировой складки под лопаткой в зависимости от степени выраженности грудных желез у девочек (А) и пубального обволашения у мальчиков (Б)  
 Figure 5. Variability of subscapular skinfold thickness depending on the breast development in girls (А) and pubic hair maturation in boys (Б)



А

Б

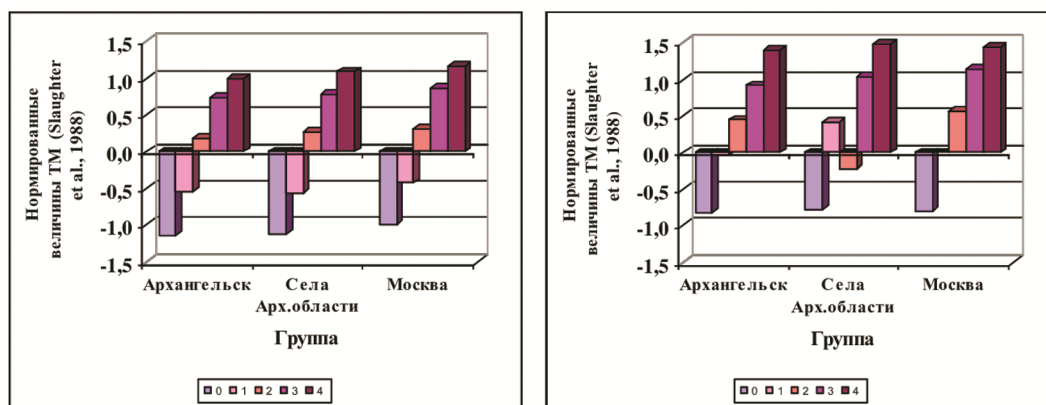
Рисунок 6. Изменчивость толщины жировой складки на задней поверхности плеча в зависимости от степени выраженности грудных желез у девочек (А) и пубального обволашения у мальчиков (Б)  
 Figure 6. Variability of triceps skinfold thickness depending on the breast development in girls (А) and pubic hair maturation in boys (Б)



А

Б

Рисунок 7. Изменчивость жировой массы тела в зависимости от степени выраженности грудных желез у девочек (А) и пубального обволашования у мальчиков (Б)  
 Figure 7. Variability of fat mass depending on the breast development in girls (A) and pubic hair maturation in boys (B)



А

Б

Рисунок 8. Изменчивость тощей массы тела в зависимости от степени выраженности грудных желез у девочек (А) и пубального обволашования у мальчиков (Б)  
 Figure 8. Variability of lean mass depending on the breast development in girls (A) and pubic hair maturation in boys (B)

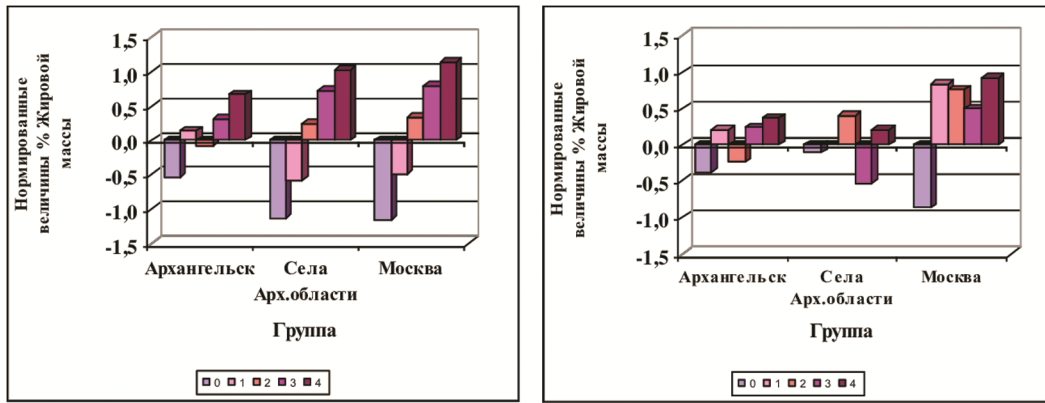
Исключение составляют москвичи, у которых с появлением данного признака происходит резкое достоверное увеличение жировой массы тела ( $p < 0,05$ ), с дальнейшим незначительным ее колебанием в ходе пубертатного периода.

Уменьшение содержания в организме содержания тощего компонента у девушек происходит равномерно во всех трех группах (рис. 10). Для юношей же характерна большая его вариативность.

## Обсуждение

Различия в сроках полового созревания у городских и сельских девушек подтверждают отчетливую зависимость между размерами

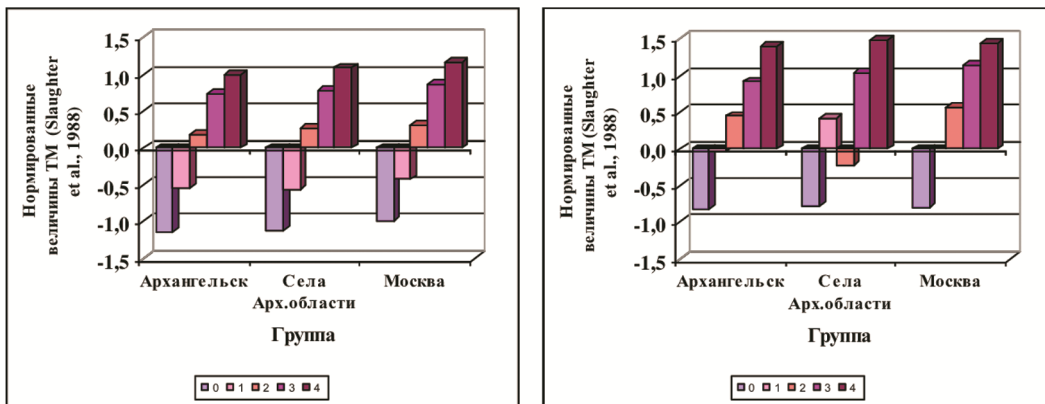
населенного пункта и возрастом начала менструирования в сторону его уменьшения с ростом числа жителей [Година, Миклашевская, 1990; Морфология человека, 1990; Poplawska et al., 2013]. Более ранний возраст наступления первой менструации у девушек г. Архангельска свидетельствует о более активно идущих процессах секулярного тренда в этом регионе [Година с соавт., 2011; Година с соавт., 2017]. Сельские юноши Архангельского региона по срокам наступления большинства стадий полового созревания также близки к своим городским ровесникам, обгоняя последних по скорости появления волос на лобке и пубертатному набуханию сосков (на 3 и 12 мес. соответственно).



А

Б

Рисунок 9. Изменчивость процентного содержания жирового компонента (%) в зависимости от степени выраженности грудных желез у девочек (А) и пубального обволажнения у мальчиков (Б)  
 Figure 9. Variability of relative fat mass depending on the breast development in girls (А) and pubic hair maturation in boys (Б)



А

Б

Рисунок 10. Изменчивость процентного содержания тощевого компонента (%) в зависимости от степени выраженности грудных желез у девочек (А) и пубального обволажнения у мальчиков (Б)  
 Figure 10. Variability of relative lean mass depending on the breast development in girls (А) and pubic hair maturation in boys (Б)

Столичные жители ожидаемо демонстрируют самые ранние среди трех обследованных групп сроки появления всех признаков, входящих в половую формулу. Уместно констатировать, что физические характеристики горожан и сельских жителей Архангельской области в известной мере сближаются, и в этом заключается своеобразие протекания здесь процессов роста и развития, возможно, связанных с активной миграцией населения в более урбанизированную среду [Табаков, 2005; Константинов, 2015].

Следует заметить, что в целом более согласованную картину изменений рассмотренных признаков дают девочки, поскольку именно эта взаимосвязь определяет габитус женского организма по завершении полового созревания. Эти

результаты соответствуют данным других авторов о том, что для реализации процесса полового созревания девушек необходимо существенное развитие компонентов массы тела, в первую очередь, жировой массы [Балахонова, 1998; Ortega et al., 2021]. В нашем случае, закономерности полового созревания соблюдаются достаточно четко: в частности, девушки идут по пути телархе (первый показатель, реагирующий на созревание гипофизарно-адреналовой системы, это набухание молочных желез). Именно в этом случае показатели жировотложения достигают большего развития и более лабильны на контрасте с девушками, у которых в первую очередь начинает появляться пубальное обвола-



шение (путь адренархе) [Biro et al., 2003]. Для мальчиков более четкая взаимосвязь с половым созреванием выявлена для обхватных характеристик, включающих в свой состав, помимо жирового, мышечный компонент [Loomba-Albrecht, Styne, 2009; He et al., 2017].

Следует также отметить, что подтвержденные положительные сдвиги в величине массы тела и ИМТ у обследованных групп в ряду поколений [Година с соавт., 2011; Година с соавт., 2017] сопровождаются также и ускорением сроков полового созревания, что соответствует общемировым тенденциям [Karpowitz, 2008].

### Заключение

В целом, анализ показателей биологического возраста подтверждает более ранние сроки проявления вторичных половых признаков у подросткового населения г. Москвы и г. Архангельска по сравнению с сельскими жителями. Показана зависимость величины параметров жировотложения от биологического возраста, отчетливее проявляющаяся у девочек, поскольку для индивидов мужского пола в большей степени степень созревания скоррелирована с мышечным компонентом.

### Благодарности

Работа выполнена в рамках НИР № АААА-А19-119013090163-2 «Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)».

### Библиография

- Балахонова Е.И.* Изменчивость соматических признаков и тканевых компонентов состава тела у девочек разного возраста созревания // Вопросы антропологии, 1998. Вып.89. С.51–68.
- Бунак В.В.* Антропометрия. М.: Учпедгиз. 1941.
- Брожек Й.* Возрастные изменения и половые различия состава тела у детей и подростков // Вопросы антропологии, 1967. Вып.26. С.76–96.
- Година Е.З., Миклашевская Н.Н.* Влияние урбанизации на ростовые процессы у детей и подростков / Урбозкологии. Отв. ред. Т.И. Алексеева, Л.С. Белоконов, Е.З. Година. М.: Наука. 1990. С. 92–102.
- Година Е.З., Хомякова И.А., Задорожная Л.В.* Особенности ростовых процессов у городского и сельского населения Севера Европейской части России //

Археология, этнография и антропология Евразии, 2017. Т. 45, № 1. С. 146–156. DOI: 10.17746/1563-0102.2017.45.1.

*Година Е.З., Хомякова И.А., Задорожная Л.В., Анисимова А.В. с соавт.* Ауксологические исследования на родине М.В. Ломоносова // Вестник Московского университета. Серия XIII. Антропология, 2011. № 3. С.68–100.

*Дерябин В.Е.* Курс лекций по элементарной биометрии для антропологов. М. 2007. 254 с.

*Дерябин В.Е.* Лекции по общей соматологии человека. Часть I. М. 2008. 243 с.

*Константинов А.С.* Миграционные процессы как фактор трансформации территориально-поселенческой структуры в Архангельской области (1989–2010 гг.) // Арктика и Север, 2015. №18. С. 37–60.

*Лутовинова Н.Ю., Уткина М.И., Чтецов В.П.* Методические проблемы изучения вариаций подкожного жира // Вопросы антропологии, 1970. Вып. 36. С. 32–54.

*Миклашевская Н.Н., Соловьева В.С., Година Е.З.* Ростовые процессы у детей и подростков. М.: Изд-во МГУ, 1988. 184 с.

*Морфология человека / Отв. ред. Б.А. Никитюк, В.П. Чтецов. М.: Издательство Московского университета, 1990. 342 с.*

*Негашева М.А.* Основы антропометрии. М.: Экон-Информ, 2017. 216 с.

*Пермякова, Е. Ю.* Современные тенденции развития жировотложения у городских и сельских детей и подростков. Автореф. дисс. ...канд. биол. наук, 2012, 26 с.

*Смирнов А.В., Колесников В.А., Николаев Д.В., Ерюкова Т.А.* ABC-01 «Медасс»: анализатор оценки баланса водных секторов организма с программным обеспечением (руководство пользователя). М.: НТЦ Медасс. 2009. 38 с.

*Соловьева В.С.* Материалы по половому созреванию школьников и студентов Москвы // Вопросы антропологии, 1964. Вып.17. С. 35–62.

*Соловьева В.С.* Морфологические особенности подростков в период полового созревания (в этно-территориальном разрезе): Дисс. ... канд. биол. наук, М., 1966, 176 с.

*Табаков А.* Анализ социально-экономической ситуации Архангельского региона: перспективы и направления развития области и Кенозерья. // Кенозерские чтения, 2005. Электронный ресурс. URL: <http://kenozerjelive.ru/kr05-tabakov-sh.htm> (дата обращения - 17.01.2021).

*Штефко В.Г.* Введение в изучение анатомо-биологических особенностей пубертатного возраста / Основы возрастной морфологии. М.: Медгиз. 1933. С. 142–176.

### Сведения об авторах

*Пермякова Екатерина Юрьевна, к.б.н.; ORCID 0000-0002-6490-4004; [ekaterinapermyakova@gmail.com](mailto:ekaterinapermyakova@gmail.com),*

*Поступила в редакцию 20.01.2022,  
принята к публикации 25.01.2022.*

## THE DEPENDENCE OF SOME SOMATIC CHARACTERISTICS AND BODY MASS COMPONENTS ON PUBERTAL DEVELOPMENT IN ADOLESCENTS OF THE ARKHANGELSK REGION AND MOSCOW

**Introduction.** *This work is devoted to the study of changes in some indicators of subcutaneous fat deposition and body mass components depending on the rate of puberty in adolescents of the Arkhangelsk region and Moscow.*

**Materials and methods.** *The analysis used data from 1 516 people aged 12 to 16 years in the case of boys and 11 to 15 years in the case of girls. The anthropometric examination, the analysis of the body composition and the assessment of the puberty stage were carried out according to the standard methodology in compliance with bioethical recommendations. Probit analysis was used to determine the timing of pubertal stages.*

**Results and discussion.** *According to the results obtained, adolescents of all three groups have the usual sequence of appearance of secondary sexual characteristics. In addition, standard patterns are observed: urban schoolchildren go through the stages of puberty earlier than their rural peers. As for the change in anthropometric characteristics depending on the stage of puberty, in this case, the consistency of the changes occurring with the maturation of the mammary glands in girls and the appearance of pubic hair in boys is confirmed. In the former, the amount of body weight and its fat component, as well as the thickness of the skinfolds, are more dependent on the stage of puberty; in the latter, the girth dimensions. Regardless of sex, the examined signs in their absolute magnitude show a tendency to increase, while the relative body fat mass decreases with breast development in girls. In young men, the alternation of the processes of its increase and decrease was recorded as the development of pubic envelopment progressed from stage to stage. The exception is Muscovites, in whom, with the appearance of this sign, there is a sharp significant increase in body fat mass with a further slight fluctuation during puberty.*

**Conclusion.** *The dependence of the parameters of fat deposition on biological age is more clearly manifested in groups of girls, since for male individuals the degree of maturation is more correlated with the muscular component. In this case, the characteristics of the fat component begin to show a coherent picture at the final stages of puberty.*

**Keywords:** auxology; pubertal maturation; anthropometry; body composition; skinfolds

### References

Balahonova E.I. *Izmenchivost' somaticheskikh priznakov i tkanevykh komponentov sostava tela u devochek raznogo vozrasta sozrevaniya [Variability of somatic signs and tissue components of body composition in girls of different maturation ages]. Voprosy antropologii [Problems of anthropology], 1998, 89, pp. 51–68. (In Russ.).*

Bunak V.V. *Antropometriya [Anthropometry]. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1941. 368 p. (In Russ.).*

Brozhek J. *Vozrastnye izmeneniya i polovye razlichiya sostava tela u detej i podrostkov [Age-related changes and sex differences in body composition in children and adolescents]. Voprosy antropologii [Problems of anthropology], 1967, 26, pp.76–96. (In Russ.).*

Godina E.Z., Miklashevskaya N.N. *Vliyaniye urbanizatsii na rostovye processy u detej i podrostkov [The impact of urbanization on growth processes in children and adolescents]. In Urboekologiya [Urboecology]. Otv. red. T.I. Alekseeva, L.S. Belokon', E.Z. Godina. Moscow: Nauka, 1990, pp. 92–102. (In Russ.).*

Godina E.Z., Khomyakova I.A., Zadorozhnaya L.V. *Osobennosti rostovykh protsessov u gorodskogo i sel'skogo naseleniya Severa Yevropeyskoy chasti Rossii [Patterns of Growth and Development in Urban and Rural Children of the Northern Part of European Russia]. Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Yevrazii [Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia], 2017, 45 (1), pp. 146–156. DOI: 10.17746/1563-0102.2017.45.1. (In Russ.).*

- Godina E.Z., Homyakova I.A., Zadorozhnaya L.V., Anisimova A.V. et al. Auknologicheskie issledovaniya na rodine M.V. Lomonosova [Auxological investigations at Mikhail Lomonosov's motherland]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XIII. Antropologiya], 2011, 3, pp.68–100. (In Russ.).
- Deryabin V.E. *Kurs lekciy po elementarnoj biometrii dlya antropologov* [A course of lectures on elementary biometrics for anthropologists]. Moscow, 2007, 254 p.
- Deryabin V.E. *Lekcii po obshchej somatologii cheloveka. CHast' I* [Lectures on general human dentistry. Part I]. Moscow, 2008, 243 p. (In Russ.).
- Konstantinov A.S. Migracionnye processy kak faktor transformacii territorial'no-poselencheskoj struktury v Arhangel'skoj oblasti (1989–2010 gg.) [Migration processes as a factor of transformation of the Territorial settlement structure in the Arkhangelsk Region (1989-2010)]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2015, 18, pp. 37–60. (In Russ.).
- Lutovinova N.Yu., Utkina M.I., Chtetsov V.P. Metodicheskie problemy izucheniya variacij podkozhnogo zhira [Methodological issues of studying variations in subcutaneous fat]. *Voprosy antropologii* [Anthropology Bulletin], 1970, 36, pp. 32–54. (In Russ.).
- Miklashevskaya N.N., Solov'eva V.S., Godina E.Z. *Rostovye processy u detej i podrostkov* [Growth Processes in Children and Adolescents]. Moscow, MSU Publ., 1988, 184 p. (In Russ.).
- Morfologiya cheloveka*. Otv. red. B.A. Nikityuk, V.P. CHtecov. [Human Morphology]. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1990. 342 p. (In Russ.).
- Negashcheva M.A. *Osnovy antropometrii* [Anthropometry basics]. Moscow, Ehkon-Infom Publ., 2017, 216 p. (In Russ.).
- Permyakova, E. Yu. *Sovremennye tendencii razvitiya zhirootlozheniya ugorodskih i sel'skih detej i podrostkov* [Current trends in the development of fat deposition in urban and rural children and adolescents]. Avtoref. diss. ...kand. biol. nauk [Abstract of dissertation ... Ph.D. in biology], Moscow, 2012, 26 p. (In Russ.).
- Smirnov A.V., Kolesnikov V.A., Nikolaev D.V., Eryukova T.A. *ABC-01 «Medass»: analizator ocenki balansa vodnyh sektorov organizma s programmym obespecheniem (rukovodstvo pol'zovatelya)* [ABC-01 "Medass": analyzer for assessing the balance of the body's water sectors with software (user manual)]. M.: NTC Medass, 2009, 38 p. (In Russ.).
- Solov'eva V.S. Materialy po polovomu sozrevaniyu shkol'nikov i studentov Moskvy [Materials on puberty of schoolchildren and students of Moscow]. *Voprosy antropologii* [Problems of anthropology], 1964, 17, pp. 35–62. (In Russ.).
- Solov'eva V.S. *Morfologicheskie osobennosti podrostkov v period polovogo sozrevaniya (v etno-territorial'nom razreze)* [Morphological features of adolescents during puberty (in the ethno-territorial context)] : Diss. ... kand. biol. Nauk [Dissertation ... Doc. Of. Sc. in biology], M., 1966. 176 p. (In Russ.).
- Tabakov A. Analiz social'no-ekonomicheskoy situacii Arhangel'skogo regiona: perspektivy i napravleniya razvitiya oblasti i Kenozer'ya [Analysis of the socio-economic situation in the Arkhangelsk region: prospects and directions for the development of the region and Kenozerye]. *Kenozerskie chteniya* [Kenozero Readings.]. 2005. Available at: <http://kenozerjelive.ru/kr05-tabakov-sh.htm>. Accessed 17.01.2021.
- Shtefko V.G. Vvedenie v izuchenie anatomo-biologicheskikh osobennostej pubertatnogo vozrasta [Introduction to the study of anatomical and biological features of puberty]. In *Osnovy vozrastnoj morfologii* [Basics of age morphology]. M.: Medgiz, 1933, pp. 142–176. (In Russ.).
- Biro F.M., Lucky A.W., Simbarti L.A., Barton B.A., Daniels S.R. et al. Pubertal maturation in girls and the relationship to anthropometric changes: pathways through puberty. *J. Pediatr.*, 2003, 142 (6), pp. 643–646. DOI: 10.1067/mpd.2003.244.
- Cole T.J. The use of Z-scores in growth reference standards. *The Eighth International Congress of Auxology*. Philadelphia, 1997. 33 p.
- He F., Guan P., Liu Q., Crabtree D., et al. The relationship between obesity and body compositions with respect to the timing of puberty in Chongqing adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 2017, 17 (1), p. 664. DOI: 10.1186/s12889-017-4681-1.
- Gemelli I.F.B., Farias E.D.S., Souza O.F. Age at Menarche and Its Association with Excess Weight and Body Fat Percentage in Girls in the Southwestern Region of the Brazilian Amazon. *J. Pediatr. Adolesc. Gynecol.*, 2016, 29 (5), pp. 482–488. DOI: 10.1016/j.jpag.2016.02.011.
- Gill D., Brewer C.F., Del Greco M.F., Sivakumaran P., et al. Age at menarche and adult body mass index: a Mendelian randomization study. *Int. J. Obesity*, 2018, 9, pp. 1574–1581. DOI: 10.1038/s41366-018-0048-7.
- Godina E.Z., Khomyakova I.A., Zadorozhnaya L.V. Secular changes in body dimensions and sexual maturation in children of Arkhangelsk city. *AnthropologischerAnzeiger; Berichtuber die biologisch-anthropologische Literatur.*, 2016a, 73(1), pp. 45–59.
- Godina E.Z., Khomyakova I.A., Zadorozhnaya L.V. Secular changes in mongolian population: shift in tempos of growth. *AnthropologischerAnzeiger; Berichtuber die biologisch-anthropologische Literatur.*, 2016b, pp. 50–61.
- Houtkooper L.B. Assessment of body composition in youths and relationship to sport. *Int. J. Sport. Nutr.*, 1996, 6 (2), pp.146–164. DOI: 10.1123/ijns.6.2.146.
- Kaplowitz P.B. Link between body fat and the timing of puberty. *Pediatrics*, 3, pp. 208–217. DOI: 10.1542/peds.2007-1813F.
- Lobstein T., Baur L., Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity Reviews*, 2004, 5, pp. 4–85.
- Loomba-Albrecht L.A., Styne D.M. Effect of puberty on body composition. *Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes Obes.*, 2009, 16 (1), pp. 10–15. DOI: 10.1097/med.0b013e328320d54c.
- Ortega M.T., McGrath J.A., Carlson L., Poccia V.P., Larson G. et al. Longitudinal Investigation of Pubertal Milestones and Hormones as a Function of Body Fat in Girls. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 2021, 106 (6), pp. 1668–1683. DOI: 10.1210/clinem/dgab092.
- Popławska H., Wilczewski A., Dmitruk A., Hołub W. The timing of sexual maturation among boys and girls in eastern Poland, 1980-2000: a rural-urban comparison. *Econ. Hum. Biol.*, 2013, 11 (2), pp. 221–226. DOI: 10.1016/j.ehb.2011.01.002.

#### Information about Authors

Permiakova Ekaterina Yurievna, PhD; ORCID 0000-0002-6490-4004; [ekaterinapermyakova@gmail.com](mailto:ekaterinapermyakova@gmail.com).