

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-3>

УДК/UDC 572.5; 7

Еще раз о корреляции темпов соматического роста и возраста менархе на материалах лонгитудинального исследования 1960-69 годов

Т.К. Федотова, А.К. Горбачева ✉

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Российская Федерация

✉ angoria@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. В задачу собственного исследования входит оценка корреляции возраста менархе с показателем пика скорости роста (ПСР).

Материал и методы. К исследованию привлечена продольная серия данных, собранная на протяжении 1960-1969 годов в московских школах. Численность выборки девочек 148 человек, измерения проводились с частотой раз в год в одно и то же календарное время (весной), на момент начала исследования детям было 8 лет, в конце – 17 лет. Программа включала 3 соматических признака – длина и масса тела, обхват груди, – расчетный показатель ИМТ и возраст менархе, зафиксированный с точностью до месяца. Парные корреляции возраста менархе и соматических показателей рассчитаны с использованием классического метода Пирсона на базе пакета программ Statistica 12.

Результаты. Возраст ПСР четко предшествует возрасту менархе, чем быстрее темпы соматического роста, тем в более раннем возрасте наступает менархе. Для индивидуальной динамики приростов массы тела и наступления менархе таких четких соответствий не выявлено, динамика приростов ИМТ имеет флуктуирующий почти случайный характер. Корреляции возраста ПСР с возрастом менархе имеют значительную величину 0,73, корреляции абсолютной величины (уровня) ПСР связаны с возрастом менархе ассоциациями существенно меньшего уровня -0,37. Величина корреляций с возрастом менархе для однолетних возрастных групп на интервале 8-17 лет имеет примерно один и тот же уровень для абсолютных значений длины и массы тела, а динамика корреляций совпадает вплоть до 13-летнего возраста включительно, а далее плавно уменьшается для массы тела, продолжая оставаться достоверной, и резко падает для длины тела, будучи уже недостоверной в возрастах 15-17 лет.

Заключение. Высокие корреляции возраста менархе с возрастом ПСР, выявленные в нашей работе, соответствуют тому факту, что оба показателя имеют, по данным литературных источников, единую генетическую регуляцию. Соответствие выявленных в работе морфологических и генетических закономерностей позволяет говорить, во-первых, о высокой информативности морфологического уровня изменчивости. Во-вторых, о том, что ПСР является уверенным триггером возраста менархе и информативным самостоятельным маркером биологического возраста.

Ключевые слова: антропологическая изменчивость; биологический возраст; пик скорости роста; московские школьницы 8-17 лет; продольное исследование

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В.Ломоносова.

Для цитирования: Федотова Т.К., Горбачева А.К. Еще раз о корреляции темпов соматического роста и возраста менархе на материалах лонгитудинального исследования 1960-69 годов // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 39-50. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-3>

Back to the problem of correlation between somatic growth rate and age at menarche (based on longitudinal study carried through 1960-69)

Tatiana K. Fedotova, Anna K. Gorbacheva ✉

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

✉ angoria@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction. The goal of study is analysis of correlations of age at menarche and age at peak height velocity (PHV).

Material and methods. The study is based on material of longitudinal study of Moscow schoolgirls aged 8-17 years, examined through 1960-1969. The number of participants is 141 girls, observed once a year at one and the same calendar time (spring). The program includes 3 somatic traits – height, weight, chest girth, – calculated BMI and age at menarche, fixed up to month.

Results. Age at peak height velocity (PHV) strictly precedes age at menarche. The faster is somatic growth, the lower is the age at menarche. The individual dynamics of weight increase has no such strict correspondence with the age at menarche, while dynamics of BMI increase has fluctuating random character. Correlations of peak height velocity (PHV) age with age at menarche have significant value 0,73, while correlations of PHV level are significantly less (-0,37). The level of correlations of the age at menarche with the absolute values of height and weight in one-year age groups through the interval 8-17 years is almost the same, the dynamics of correlations coincides up to the 13 years of age, further on smoothly decrease for weight, being still significant, but falls sharply for height, being insignificant at 15-17 years.

Conclusion. High correlations of age at menarche and peak height velocity (PHV) age coincide with the fact that both indicators have unified genetic regulation, according to the world literary data. The coincidence of morphological and genetic conformities allows to postulate high informativeness of morphological level of variability. Also we conclude that peak height velocity (PHV) is a strict distinct trigger of age at menarche and the important marker of biological age.

Keywords: anthropological anthropological diversity; biological age; peak height velocity; Moscow schoolgirls aged 8-17 years; longitudinal study

Acknowledgements. The study was conducted under the state assignment of Lomonosov Moscow State University.

For citation: Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Back to the problem of correlation between somatic growth rate and age at menarche (based on longitudinal study carried through 1960-69). *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 39-50. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-3>

Введение

Показатели биологического возраста неизменно находятся в центре внимания ауксологов и возрастных физиологов, поскольку именно они могут дать несмещенную корректную оценку темпов индивидуального морфо-функционального развития и хронобиологического статуса популяции, и являются информативными индикаторами секулярных трендов и качества среды в целом в популяционном мониторинге ростовых процессов. Ассоциации темпов соматического роста, возраста менархе, скелетного возраста, соотношение возрастной динамики показателей скелетного роста и поперечного развития тела позволяют уточнить механизмы роста и адаптации в современной урбанизированной дистрессовой среде (Hoshi, Kouchi, 1981; Karlberg, 2002; Yokoza, Higuchi, 2014; Holmgren et al., 2017; Aris et al., 2019; Calcaterra et al., 2023; Zhou et al., 2025). Возраст менархе остается в центре внимания ауксологов и специалистов, занимающихся охраной репродуктивного здоровья детей и подростков. В России особое внимание уделяется вопросам формирования репродуктивной системы девочек как актуальной проблеме современной медицины, особенно девочек, проживающих в экологически неблагоприятных регионах (экстремальные климатические условия Крайнего Севера; районы, эндемичные по зубу; области с высоким техногенным промышленным загрязнением, проч.) (Баранов, 1997; Муратов, 2000; Соловьева, 2005; Теленкова, 2005; Сарбашева, 2006; Тролукова, 2006). Информационный стресс и приобретаемая в последние годы статус эпидемии тревожности, которые обсуждаются в качестве триггера возраста менархе (Bakshi et al., 2024), видимо не всегда являются надежной причиной его наступления. Так, показатели темпов физического роста с большей систематичностью связаны с ранним наступлением пубертата (здесь: возраст менархе), чем показатели психологического стресса (Zhang et al., 2019; Glass et al., 2022). Тем не менее, секулярное падение (уменьшение) возраста менархе более интенсивно происходит в более экономически благополучных развитых странах в сравнении с развивающимися, и различается у городского и сельского населения, что показано в численно обширном исследовании в одной из провинций Китая (Liu et al., 2021). Хотя при всей значимости образа жизни и экологических фак-

торов в целом вклад генетического фактора в возраст менархе, по результатам некоторых исследований, остается едва ли не доминирующим (Güran et al., 2023). Глобальным мировым секулярным трендом динамики возраста менархе в целом для стран Европы, Азии, Латинской Америки, Африки является его снижение (Marván et al., 2020; Piras et al., 2020; Queiroga et al., 2020; Garenne, 2021; Pop et al., 2021; Domaradzki et al., 2022; Bajpai et al., 2023; Ulubay et al., 2023; Lin et al., 2024; Okagbue et al., 2024); для большинства регионов (стран) плато еще не достигнуто.

Напомним, что для получения несмещенных представлений о механизмах, темпах и динамике роста, корректной оценки биологических связей процессов роста и созревания организма в ауксологии и возрастной физиологии идеальной стратегией является лонгитудинальное (продольное) исследование, представляющее собой последовательное измерение одних и тех же детей в течение ряда лет с постоянными, например, годовыми или полугодовыми интервалами (Бунак, 1962; Властовский, 1976; Ямпольская, 2000; Година, 2003; Garn, 1952; Tanner, 1962).

Ранее авторами на материалах поперечных исследований показана ассоциированность двух показателей биологического возраста (возраст менархе и пик скорости роста (ПСР)) на восходящем отрезке онтогенеза, и их совместная информативность как индикаторов, в первую очередь, ниши развития популяции – качества среды и секулярных трендов (Федотова с соавт., 2025). На материалах нескольких серий московских выборок показано, что темпы роста московских мальчиков ассоциированы с абсолютными значениями показателей жировотложения, в частности, толщиной жировой складки на спине и индексом массы тела. У девочек параллелизм секулярной динамики возраста достижения максимальной скорости роста и динамики изменения толщины жировых складок выражен менее четко. Ведущим компонентом в процессе развития вторичных половых признаков (темпов развития) для этой группы является обезжиренная масса тела (Федотова с соавт., 2024). Показана также информативность пика скорости роста как самостоятельного индикатора секулярной соматической динамики наряду с собственно длиной тела (ДТ) как генетическим маркером (Федотова,

Горбачева, 2024), и маркера качества среды в целом, лежащего в основе хронобиологического статуса популяции и независимых по полу стратегий роста на восходящем отрезке онтогенеза (Fedotova, Gorbacheva, 2023).

В задачу собственного исследования входит оценка корреляции возраста менархе с показателем пика скорости роста (ПСР) на материалах продольной выборки. Результаты работы позволят, с одной стороны, еще раз вернуться к вопросу о триггерах возраста менархе, с другой, оценить информативность пика скорости роста как самостоятельного показателя биологического возраста. Пик скорости роста представляет собой показатель, описывающий момент наибольшей скорости ростовых изменений среднего уровня длины тела (ДТ) в подростковом периоде (иначе: характеристика времени интенсивного протекания пубертатных процессов для каждого отдельного индивидуума), определенный по эмпирическим рядам ежегодных изменений ДТ с последующим сглаживанием по методу наименьших квадратов (Дерябин, Федотова, 2002). Авторы ни в каком случае не ставят знак равенства между, например, скелетным возрастом и обсуждаемым соматическим критерием (пиком ростовой активности в пубертате), но информативность последнего очевидно значительна и его актуальность в межгрупповых и внутrigрупповых сравнениях отрицать нельзя. Концепция темпа роста, иначе феномен ПСР, его хронологический возраст и интенсивность, была предложена и всесторонне разработана выдающимся британским создателем аукологии Джеймсом М. Таннером (Tanner, Davies, 1985).

Материалы и методы

К исследованию привлечена продольная серия данных, собранная на протяжении 1960–1969 годов в московских школах Ю.А. Ямпольской, и задействованная ранее в нашей совместной монографии (Дерябин с соавт., 2006). Численность выборки девочек 148 человек, измерения проводились с частотой раз в год в одно и то же календарное время (весной), на момент начала исследования детям было 8 лет, в конце – 17 лет. Программа включала 3 соматических признака – длина тела, масса тела, обхват груди, – расчетный показатель ИМТ и возраст менархе, зафиксированный с точностью до месяца. Методика определения возраста пика

скорости роста была подробно изложена в наших предыдущих работах (Федотова с соавт., 2025; Fedotova, Gorbacheva, 2023): для каждого индивидуума (каждой девочки) определен показатель, описывающий момент (хронологический возраст в годах) наибольшей скорости ростовых изменений уровня длины тела в подростковом периоде (возраст пика скорости роста, ВПСР), определенный по эмпирическим рядам ежегодных изменений величины длины тела с последующим сглаживанием по методу наименьших квадратов; также показатель наибольшего абсолютного количественного уровня ростовых изменений в см (интенсивность пика скорости роста, ИПСР), приходящийся на этот момент. Аналогичная процедура проведена для массы тела и ИМТ. Парные корреляции возраста менархе и соматических показателей рассчитаны с использованием классического метода Пирсона на базе пакета программ Statistica 12.

Результаты

На рисунке 1 приведена динамика индивидуальных приростов длины тела и возраст менархе трех девочек – с наиболее ранним пиком скорости роста (ПСР), средним ПСР и наиболее поздним ПСР. Возраст пика скорости роста четко предшествует возрасту менархе, чем быстрее темпы соматического роста, тем в более раннем возрасте наступает менархе. Для индивидуальной динамики приростов массы тела и наступления менархе таких четких соответствий не выявлено (рис. 2), динамика приростов ИМТ и вовсе имеет флуктуирующий почти случайный характер. Корреляции возраста ПСР с возрастом менархе имеют значительную величину 0,73, корреляции абсолютной величины (уровня) ПСР связаны с возрастом менархе корреляциями существенно меньшего уровня -0,37 (табл.1). Для контроля были рассчитаны корреляции возраста менархе с абсолютными значениями показателей длины и массы тела для одногодных возрастных групп на возрастном интервале 8-17 лет (табл.1). Величина корреляций с возрастом менархе имеет примерно один и тот же уровень для длины и массы тела, а динамика корреляций совпадает вплоть до 13-летнего возраста включительно, а далее плавно уменьшается для массы тела, продолжая оставаться достоверной, и резко падает для длины тела, будучи уже недостоверной в возрастах 15-17 лет.

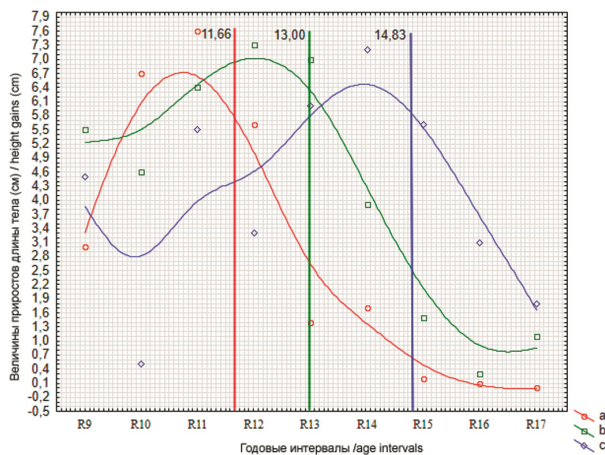


Рисунок 1. Примеры индивидуальной динамики межгодовых приростов длины тела для девочек с более ранним (а), поздним (с) и промежуточным (b) значениями возраста пика скорости роста (ПСР). Вертикальными линиями соответствующего цвета отмечены возраста наступления Me.

По оси X – годовые возрастные интервалы (9 – интервал между 8 и 9 годами, ..., 17 – между 16 и 17 годами); по оси Y – величины приростов длины тела (см)

Figure 1. The examples of individual dynamics of height year gains in girls with early (c), late (b) and medium (a) age at peak height velocity (PHV). Vertical lines of the appropriate colors mark age at menarche.

Axis X – age intervals (9 – between ages of 8 and 9 years, ..., 17 – between ages of 16 and 17 years); axis Y – height gains (cm)

Обсуждение

Результаты настоящего лонгитудинального исследования подтверждают высокую коррелированность возраста ПСР и возраста наступления менархе. Проблему взаимосвязи показателей биологического возраста (соматическое развитие, половое развитие, зубной возраст, скелетный (костный) возраст), видимо, нельзя считать окончательно решенной. Морфологические критерии биологического возраста, например, скелетное и половое развитие, в меньшей степени скелетное и соматическое развитие, достаточно тесно связаны и в некоторые периоды взаимозаменяемы (Хрисанфова, 1999). Ведущее

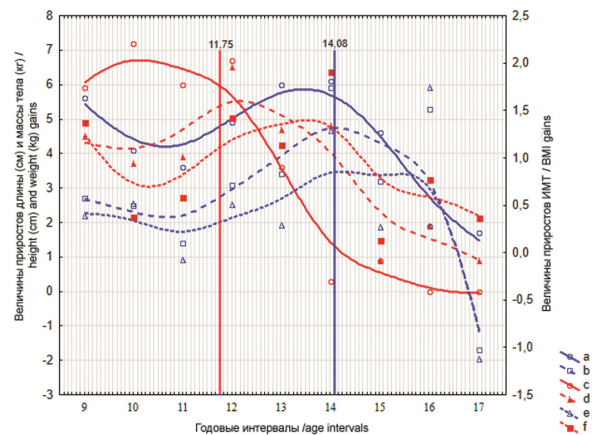


Рисунок 2. Динамика межгодовых приростов длины (а, с) и массы тела (b, d) и ИМТ (е, f) относительно с возрастом Me на примере девочек с более ранним (с, d, f (линии красного цвета)) и более поздним (а, b, e (линии синего цвета)) возрастом пика скорости роста (ПСР). Вертикальными линиями соответствующего цвета отмечены возраста наступления Me.

По оси X – годовые возрастные интервалы (9 – интервал между 8 и 9 годами, ..., 17 – между 16 и 17 годами); по левой оси Y – величины приростов длины (см) и массы тела (кг), по правой оси Y – величины приростов ИМТ

Figure 2. Dynamics of year gains of height (a, c), weight (b, d), BMI (e, f) regarding age at menarche on the example of the girls with early (c, d, f (red lines)) and late (a, b, e (blue lines)) age at peak height velocity (PHV). Vertical lines of the appropriate colors mark age at menarche.

Axis X – age intervals (9 – between ages of 8 and 9 years, ..., 17 – between ages of 16 and 17 years); left axis Y – height (cm) and weight (kg) gains, right axis Y – BMI gains

значение для пубертатного периода онтогенеза имеет состояние гипоталамо-гипофизарно-гонадной системы, параметры которой коррелированы с большим числом морфологических и функциональных признаков, в той или иной мере гормонально зависимых, в их числе скелетное, половое, в меньшей степени соматическое развитие (Хрисанфова, 1999). Высокая коррелированность «безусловного» (классического) критерия биологического возраста – возраста менархе – с возрастом ПСР, зафиксированная в настоящей работе, делает ПСР также надежным критерием биологического возраста, характеризующим индивидуальные темпы роста. Уровень

Таблица 1. Значения корреляций возраста Ме с возрастом пика скорости роста (ПСР) и его интенсивностью (ИПСР), абсолютными значениями длины и массы тела в 8-17 лет у московских школьниц 1960-69 гг. обследования
Table 1. Values of correlations between age at menarche and age at Peak height velocity (PHV), PHV level and absolute values of height and weight through age interval 8-17 years in Moscow schoolgirls examined in 1960-69

N	Возраст пика скорости роста Age at Peak height velocity	N	Интенсивность пика скорости роста Peak height velocity level		
141	0,73***	141	-0,37***		
N	Возраст Age	Длина тела Height	N	Возраст Age	Масса тела Weight
148	8	-0,28**	148	8	-0,38***
148	9	-0,32***	148	9	-0,40***
148	10	-0,39***	148	10	-0,46***
148	11	-0,49***	148	11	-0,51***
148	12	-0,54***	148	12	-0,56***
148	13	-0,43***	148	13	-0,55***
148	14	-0,22**	148	14	-0,49***
148	15	-0,07	148	15	-0,42***
148	16	0,018	148	16	-0,32***
148	17	0,07	148	17	-0,28***

Примечания. Уровень достоверности различий: ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$.
 Notes. Significance of differences: ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$.

корреляций в работе свидетельствует, что возраст менархе связан в целом с соматической акцелерированностью организма или «зрелостью формы» – длиной, массой и ИМТ как условной характеристикой состава тела – однако именно длина тела и темпы роста тела в длину являются в большей степени наследственно обусловленными показателями, нежели масса тела и ИМТ, чья зависимость от среды выражается, по результатам некоторых исследований, цифрой 90% (Silventoinen et al., 2007, 2008; Bondareva et al., 2019). В целом реализация наследственной программы развития является в значительной степени «заложником» конкретных условий среды и целого спектра факторов, не имеющих прямого отношения к хронологическому возрасту, с которым собственно сопоставляется возраст биологический.

Также в аукологии хорошо известно, что акцелерированность развития или опережающее развитие связано с интенсивным ростом длины тела вплоть до 14 лет, у девочек и до 12 лет, с последующим снижением до средних и даже низких значений. Видимо, именно этот факт иллюстрирует резкое падение корреляций возраста менархе с длиной тела после 13 лет, зафиксированный в нашем исследовании. В дальнейшей работе авторы планируют на мате-

риалах серии продольных данных подтвердить значение ПСР как информативного показателя биологического возраста и проанализировать ассоциации возраста менархе с динамикой некоторых других соматических показателей. В частности, ширины таза: расширение таза есть первое звено в цепочке появления признаков полового развития у женщин. Рост таза в онтогенезе имеет по-видимому автономную регуляцию, только отчасти связанную с регуляцией скелетного роста в целом. Так, корреляции размеров таза девочек с другими скелетными размерами, в частности, длиной тела, имеют высокие значения вплоть до 7 лет, ослабляются на интервале 7-13, далее не выявляются совсем (Блуштейн, 1967, 1969). По нашим собственным данным можно говорить о некотором увеличении обсуждаемых корреляций на интервале 3-10 лет до уровня 0,7 – самого высокого на всем интервале наблюдений 3-17 лет – и уменьшении от 10 к 17 годам до «исходного» уровня 0,4. По материалам Т-факторного анализа на интервале 3-7 лет рост ширины таза происходит согласованно с ростом других скелетных размеров, на интервале 8-17 лет динамика роста ширины таза автономна и описывается отдельным фактором (Дерябин, Федотова, 2002; Дерябин с соавт., 2004).

Что касается флуктуирующего характера возрастной динамики ИМТ, представленной на рисунке 2, то этот факт хорошо согласуется с биологическим содержанием самого показателя: в разные периоды восходящего онтогенеза ИМТ имеет наибольшие корреляции с разными компонентами сомы – либо скелетным, либо мышечным, либо жировым, поэтому на протяжении онтогенеза ИМТ не является универсальным однозначным маркером специфики физического статуса и состава тела (Бескина с соавт., 2006). Равным образом и масса тела, видимо, не является безупречным триггером наступления возраста менархе. Эта дискуссия длится с 1970-х годов, когда Р. Фриш (Frisch, Revelle, 1970) предложила гипотезу критического порогового веса как причину наступления менархе, апеллируя к жировой ткани как главному энергоресурсу функции воспроизводства. Гипотезу, подвергавшуюся критике впоследствии, в связи, в частности, с выявлением ассоциированности возраста менархе с обезжиренной массой тела (Балахонова, 1991; Година, 2003), о чем коротко упомянуто также в ссылке на собственные работы авторов во Введении. Значение массы тела и жировотложения как факторов наступления возраста менархе отрицать нельзя, однако причина наступления менархе более комплексная и предполагает участие генетических, этнических/расовых, социально-экономических факторов, структуры питания и физической активности, состояния здоровья (Baker, 1985; Karapanou, Papadimitriou, 2010; Castilho et al., 2012; Juul et al., 2017; Yang et al., 2021; Oliveira et al., 2024).

Высокие корреляции возраста менархе с возрастом ПСР, выявленные в нашей работе, соответствуют тому факту, что оба показателя имеют единую генетическую регуляцию. Так, у 46 % девочек начало полового созревания приходится на тот же возраст, что и у их матерей (Решетникова с соавт., 2021), что предполагает существование специфического гена, ответственного за передачу этой информации по наследству (Dvornyk et al., 2012; Witchel, 2016; Tsinoroulou et al., 2025). Таким кандидатом может быть, в частности, ген LIN28B, что показано для нескольких популяционных исследований мира (Tsinoroulou et al., 2025), полиморфизм гена хорошо отражает расовую (этнокультурную) вариабельность возраста менархе. Этот же ген регулирует весь период постнатального роста тела в длину (Widén et al., 2010). Генетические

детерминанты пубертатного роста связаны в том числе и с репродуктивными показателями (Bradfield et al., 2023). Несколько отвлекаясь от непосредственной темы работы, упомянем, что, помимо длины тела и возраста менархе, таким же «семейным» (наследственным) фактором являются и размеры тела новорожденного (Головченко с соавт., 2021; Fetal growth..., 2021; Chen et al., 2024; Liu et al., 2024). Таннер указывает на семейную традицию в размерах тела при рождении. Масса тела здоровых новорожденных, нормированная по сроку гестации, полу, порядку родов, длине тела матери имеет стандартное отклонение около 470 г, в то время как среднее стандартное отклонение для братьев и сестер не более 300 г. Средняя семейная корреляция для массы тела sibсов высокая – 0,55 (Tanner et al., 1972).

Заключение

Выявленные в работе морфологические закономерности позволяют говорить, во-первых, о высокой информативности морфологического уровня изменчивости. Во-вторых, о том, что ПСР является уверенным триггером возраста менархе, а сам пик скорости роста является информативным самостоятельным маркером биологического возраста. Исследование взаимосвязей соматических показателей и возраста менархе предполагается продолжить, как уже упомянуто в разделе Обсуждение, с привлечением более широкого спектра соматических размеров, имеющих разное, в известной степени контрастное, биологическое содержание. Так, длина тела является по существу генетическим маркером, масса тела и жировотложение индикатором структуры питания и образа жизни в широком смысле, ширина таза – почти идеальным примером действия стабилизирующего отбора, как и размеры тела новорожденного, что подробно обсуждено в обзорах авторов (Федотова, Горбачева, 2016, 2020) и рассматривается в исследованиях В.А. Бацевича (Бацевич, 2022). Говоря о соматических триггерах возраста менархе, нельзя еще раз не упомянуть тот факт, что ПСР не является в буквальном смысле причиной наступления менархе, но и то, и другое событие являются следствием единой генетической регуляции процессов морфофункциональной дифференцировки организма. Однако ПСР, по итогам нашего исследования, четко предшествует наступлению менархе. Таким образом, речь идет не о причинно-

следственных связях, но более о четкой последовательности событий, что, собственно, иллюстрирует высокий уровень корреляции этих двух событий пубертата.

Список литературы

Балахонова Е.И. Изменчивость соматических параметров у девочек в группах разного биологического возраста в перипубертатный период: Автореф. дисс. канд. биол. наук, 1991, 20 с.

Баранов А.Н. Возрастные особенности физического и полового развития девочек в условиях Европейского Севера // Вестник Российской ассоциации акушеров-гинекологов, 1997. № 2. С. 49–51.

Бацевич В.А. Темпы возрастной изменчивости скелета в современных популяциях человека (антропологические аспекты): Автореф. дис. докт. биол. наук, 2022, 46 с.

Бескина М.В., Дерябин В.Е., Негашева М.А. О соматическом смысле индекса массы тела // Вестник антропологии, 2006. Т. 13. С. 113–120.

Блуштейн Л.Я. Возрастные особенности роста таза // Избранные вопросы акушерства и гинекологии. Новокузнецк, 1967. Т. 1. С.224–229.

Блуштейн Л.Я. Материалы к возрастной характеристике таза у лиц женского пола в сопоставлении с некоторыми показателями физического и полового развития: Автореф. ... дисс. докт. мед. наук, 1969, 21 с.

Бунак В.В. Факторы, определяющие физическую дееспособность и физическое развитие в период роста // Труды V Научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. Москва, 1962. С. 37–44.

Властовский В.Г. Акцелерация роста и развития детей. М.: Издательство Московского университета. 1976.

Година Е.З. Ауксология // Антропология. Учебник для студентов высших учебных заведений. М.: Владос, 2003. С. 113–172.

Головченко О.В., Абрамова М.Ю., Пономаренко И.В., Чурносоев М.И. Вес новорожденного ассоциирован с полиморфизмом rs5985 гена F13A1 материнского организма // Акушерство, гинекология и репродукция, 2021. Т. 15. № 3. С. 236–244.

Дерябин В.Е., Федотова Т.К. Стабильность структуры межиндивидуальных распределений размеров тела у детей в период роста. М.: ВИНТИ № 1686- В-2002. 2002.

Дерябин В.Е., Федотова Т.К., Панасюк Т.В. Роствые процессы, стабильность и перестройки распределений размеров тела у детей дошкольного возраста. М.: ВИНТИ № 1610- В-2004. 2004.

Дерябин В.Е., Федотова Т.К., Ямпольская Ю.А. Устойчивость морфологической структуры внутригрупповой изменчивости детей школьного возраста. М.: ВИНТИ № 50-В2006. 2006.

Муратов Э.К. Становление репродуктивной функции девушек при воздействии алюминиевого производства (ТадА3): Автореф. дисс. канд. мед. наук, 2000, 20с.

Решетников Е.А., Пономаренко И.В., Чурносоев М.И. Возраст менархе у женщин России ассоциирован с геном-кандидатом ESR2 // Акушерство, гинекология и репродукция, 2021. № 15 (2). С. 166–172.

Сарбашева М.М. Особенности становления репродуктивной системы у девочек балкарской национальности в возрасте 7 - 17 лет: Дисс. канд. мед. наук, 2006, 110 с.

Соловьева М.И. Особенности физического и полового развития девочек и девочек-подростков в условиях Якутии: Дисс. докт. мед. наук, 2005, 165 с.

Теленкова Ж.Н. Оценка репродуктивного здоровья девочек – представителей одного из коренных малочисленных народов Сибири и Крайнего Севера и пути профилактики его нарушения: Дисс. канд. мед. наук, 2005, 214 с.

Тролукова А.Н. Физическое развитие и половое созревание девочек-якуток: Автореф. дисс. канд. мед. наук, 2006, 16 с.

Федотова Т.К., Горбачева А.К. Соизменчивость размеров тела новорожденных и размеров таза рожениц в связи с фактором стабилизирующего отбора // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2016. № 4. С. 37–58.

Федотова Т.К., Горбачева А.К. Специфика изменчивости размеров женского таза: последствия акушерской дилеммы (обзор с элементами мета-анализа) // Известия Института антропологии МГУ, 2020. Том 8. С. 6–19.

Федотова Т.К., Горбачева А.К. Биомаркер «Пик скорости роста» как индикатор секулярной динамики физического статуса в межгрупповых исследованиях/сопоставлениях // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2024. № 1. С. 36–48. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-24-1-4>

Федотова Т.К., Горбачева А.К., Пермьякова Е.Ю. Городская экология сквозь призму эпидемии ожирения и темпов соматического роста // Экология человека, 2024. Т. 31. № 9. С. 666–677. <https://doi.org/10.17816/humeco636868>

Федотова Т.К., Пермьякова Е.Ю., Горбачева А.К. Информативность показателей биологического возраста в популяционном мониторинге (возраст менархе и пик скорости роста и их ассоциированность) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2025. № 3. С.40–50. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-25-3-3>

Хрисанфова Е.Н. Возрастная антропология // Антропология. Учебник. 2-е изд. М.: Издательство МГУ, 1999. С. 126–174.

Ямпольская Ю.А. Физическое развитие школьников – жителей крупного мегаполиса в последние десятилетия: состояние, тенденции, прогноз, методика скрининг-оценки: Дисс. докт. биол. наук, 2000, 76 с.

Aris I.M., Rifas-Shiman S.L., Zhang X., Yang S., Switkowski K. et al. Association of BMI with Linear Growth and Pubertal Development. *Obesity*, 2019, 27 (10), pp. 1661–1670. <https://doi.org/10.1002/oby.22592>

Bajpai A., Bansal U., Rathoria R., Rathoria E., Singh V. et al. A Prospective Study of the Age at Menarche in North Indian Girls, Its Association With the Tanner Stage, and the Secular Trend. *Cureus.*, 2023, 15 (9), pp. 1–9. <https://doi.org/10.7759/cureus.45383>

Baker E.R. Body weight and the initiation of puberty. *Clin. Obstet. Gynecol.*, 1985, 28 (3), pp. 573–579. <https://doi.org/10.1097/00003081-198528030-00013>

Bakshi P., Shetty S.B., Sharma A., Vasudha K.G., Pai K. et al. A study of association between early menarche and anxiety in undergraduate students. *F1000Res.*, 2024, 13, pp. 1–16. <https://doi.org/10.12688/f1000research.149757.2>

Bondareva E.A., Popova E.V., Ketterova E.S., Kodaneva L.N., Otgon G. Physical activity attenuates the

- effect of the *fto* /*t*a polymorphism on obesity-related phenotypes in adult russian males. *Hum. Sport Med.*, 2019, 19 (3), pp. 119–124. <https://doi.org/10.14529/hsm190315>
- Bradfield J.P., Kember R.L., Ulrich A., Balkhiyarova Z., Alyass A. et al. Trans-ancestral genome-wide association study of longitudinal pubertal height growth and shared heritability with adult health outcomes. *Genome Biol.*, 2023, 25 (1), pp. 1–19. <https://doi.org/10.1186/s13059-023-03136-z>
- Calcaterra V., Magenes V.C., Hruby C., Siccardi F., Mari A. et al. Links between Childhood Obesity, High-Fat Diet, and Central Precocious Puberty. *Children*, 2023, 10 (2), pp. 1–20. <https://doi.org/10.3390/children10020241>
- Castilho S.D., Pinheiro C.D., Bento C.A., Barros-Filho Ade A., Cocetti M. Secular trends in age at menarche in relation to body mass index. *Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.*, 2012, 56 (3), pp. 195–200. <https://doi.org/10.1590/s0004-27302012000300008>
- Chen Y., Dai X., Hu T., Jiang C., Pan Y. Clinical value of prenatal screening markers in early pregnancy combined with perinatal characteristics to predict fetal growth restriction. *Transl. Pediatr.*, 2024, 13 (7), pp. 1071–1085 <https://doi.org/10.21037/tp-24-58>
- Domaradzki J., Sławińska T., Kołodziej M., Ignasiak Z. Secular Changes in the Age of Menarche of Rural and Urban Girls from an Industrial Region of Poland in Relation to Family Structure. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, 19 (14), pp. 1–8. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148692>
- Dvornyk V., Waqar-ul-Haq. Genetics of age at menarche: a systematic review. *Hum. Reprod. Update*, 2012, 18 (2), pp. 198–210. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmr050>
- Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. To the problem of significance of the parameter «peak height velocity» in puberty as the biomarker of chronobiological status of the population in growth studies. *Lomonosov Journal of Anthropology (Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija XXIII. Antropologija)*, 2023, 4, pp. 5–15. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2023.4.005-015>
- Fetal Growth Restriction: ACOG Practice Bulletin, Number 227. *Obstet. Gynecol.*, 2021, 137 (2), pp. 385–387. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000004251>
- Frisch R.E., Revelle R. Height and Weight at Menarche and a Hypothesis of Critical Body Weights and Adolescent Events. *Science*, 1970, 169 (3943), pp. 397–399. <https://doi.org/10.1126/science.169.3943.397>
- Garenne M.J. Age at menarche in Nigerian demographic surveys. *Biosoc. Sci.*, 2021, 53 (5), pp. 745–757. <https://doi.org/10.1017/S0021932020000504>
- Garn S.M. Physical growth and development. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1952, 10 (2), pp. 169–192.
- Glass D.J., Geerkens J.T., Martin M.A. Psychosocial and energetic factors on human female pubertal timing: a systematized review. *Evol. Hum. Sci.*, 2022, 4, pp. 1–30. <https://doi.org/10.1017/ehs.2022.24>
- Güran T., Helvacioğlu D., Gürpınar Tosun B., Yavaş Abalı Z., Alir F. et al. Decline in the Age of Menarche in Istanbul Schoolgirls Over the Last 12 Years. *J. Clin. Res. Pediatr. Endocrinol.*, 2023, 15 (2), pp. 154–159. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.galenos.2023.2022-11-16>
- Holmgren A., Niklasson A., Nierop A.F., Gelerander L., Aronson A.S. et al. Pubertal height gain is inversely related to peak BMI in childhood. *Pediatr. Res.*, 2017, 81 (3), pp. 448–454. <https://doi.org/10.1038/pr.2016.253>
- Hoshi H., Kouchi M. Secular trend of the age at menarche of Japanese girls with special regard to the secular acceleration of the age at peak height velocity. *Hum. Biol.*, 1981, 53 (4), pp. 593–598.
- Juul F., Chang V.W., Brar P., Parekh N. Birth weight, early life weight gain and age at menarche: a systematic review of longitudinal studies. *Obes. Rev.*, 2017, 18 (11), pp. 1272–1288. <https://doi.org/10.1111/obr.12587>
- Karapanou O., Papadimitriou A. Determinants of menarche. *Reprod. Biol. Endocrinol.*, 2010, 8, pp. 1–8.
- Karlberg J. Secular trends in pubertal development. *Horm Res.*, 2002, 57 (Suppl. 2), pp. 19–30. <https://doi.org/10.1159/000058096>
- Lin Y.C., Yen H.R., Wang C.H., Liao Y.C., Lin R.T. Trends in age at menarche from 1943 through 1989 in Taiwan: A retrospective population-based analysis. *Pediatr. Neonatol.*, 2024, 65 (1), pp. 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2023.07.001>
- Liu W., Yan X., Li C., Shu Q., Chen M. et al. A secular trend in age at menarche in Yunnan Province, China: a multiethnic population study of 1,275,000 women. *BMC Public Health*, 2021, 21 (1), pp. 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11951-x>
- Liu Y., Un E.M., Bai Y., Chan M.K., Zeng L.X. et al. Safety and efficacy of phosphodiesterase-5 (PDE-5) inhibitors in fetal growth restriction: a systematic literature review and meta-analysis. *J. Pharm. Pharm. Sci.*, 2024, 27, pp. 1–17. <https://doi.org/10.3389/jpps.2024.13206>
- Marván M.L., Castillo-López R.L., Del-Callejo-Canal D.D., Canal-Martínez M.E., Núñez-de la Mora A. Secular trends in age at menarche in 20th century Mexico: Differences by ethnicity, area of residency, and socioeconomic status. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 32 (6), pp. 1–11. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23404>
- Okagbue H.I., Samuel O.W., Nzeribe E.C., Nto S.E., Dahunsi O.E. et al. Assessment of the differences in Mean Age at Menarche (MAM) among adolescent girls in rural and urban Nigeria: a systematic review. *BMC Public Health*, 2024, 24, (1), pp. 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-21054-y>
- Oliveira K.C.E., Neto J.C., Aragon D.C., Antonini S.R. Nutritional status and age at menarche in Amazonian students. *J. Pediatr. (Rio J.)*, 2024, 100 (4), pp. 406–412. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2024.03.002>
- Piras G.N., Bozzola M., Bianchin L., Bernasconi S., Bona G. et al. The levelling-off of the secular trend of age at menarche among Italian girls. *Heliyon*, 2020, 6 (6), pp. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04222>
- Pop R.M., Tenenboum A., Pop M. Secular Trends in Height, Body Mass and Mean Menarche Age in Romanian Children and Adolescents, 1936-2016. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2021, 18 (2), pp. 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020490>
- Queiroga A.C., Silva R.S., Santos A.C., Maia I., Barros H. Secular trend in age at menarche in women in Portugal born between 1920 and 1992: Results from three population-based studies. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 32 (5), pp. 1–5. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23392>
- Silventoinen K., Pietiläinen K.H., Tynelius P., Sørensen T.I., Kaprio J. et al. Genetic and environmental factors in relative weight from birth to age 18: the Swedish young male twins study. *Int. J. Obes.*, 2007, 31 (4), pp. 615–621. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803577>
- Silventoinen K., Pietiläinen K.H., Tynelius P., Sørensen T.I., Kaprio J. et al. Genetic regulation of growth from birth to 18 years of age: the Swedish young male twins study. *Am. J. Hum. Biol.*, 2008, 20 (3), pp. 292–298. <https://doi.org/10.1002/ajhb.20717>
- Tanner J.M. *Growth at adolescence*. 2nd ed. London, Blackwell Scientific Publications, 1962. 325 p.
- Tanner J.M., Davies P.S. Clinical Longitudinal Standards for Height and Height Velocity for North American Children. *Journal of Pediatrics*, 1985, 107, pp. 317–329 [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(85\)80501-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(85)80501-1)

Tanner J.M., Lejarraga H., Turner G. Within-family standards for birth weight. *The Lancet*, 1972, 300 (7770), pp. 193–197.

Tsinopoulou V.R., Bacopoulou F., Fidani S., Christoforidis A. Genetic determinants of age at menarche: does the LIN28B gene play a role? A narrative review. *Hormones*, 2025, 24 (1), pp. 167–177. <https://doi.org/10.1007/s42000-024-00594-3>

Ulubay M., Fidan U., Ozturk M. The decreasing age of menarche in Turkey: global warming, socioeconomic development, and environmental factors. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.*, 2023, 27 (14), pp. 6780–6784. https://doi.org/10.26355/eurrev_202307_33148

Widén E., Ripatti S., Cousminer D.L., Surakka I., Lapalainen T. et al. Distinct variants at LIN28B influence growth in height from birth to adulthood. *Am. J. Hum. Genet.*, 2010, 86 (5), pp. 773–782. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2010.03.010>

Witchel S.F. Genetics, Genome-Wide Association Studies, and Menarche. *Semin. Reprod. Med.*, 2016, 34 (4), pp. 205–214. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1585405>

Yang B., Ostbye T., Huang X., Li Y., Fang B. et al. Maternal Age at Menarche and Pubertal Timing in Boys and Girls: A Cohort Study From Chongqing, China. *J. Adolesc. Health*, 2021, 68 (3), pp. 508–516. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2020.06.036>

Yokoya M., Higuchi Y. Geographical Differences in the Population-Based Cross-Sectional Growth Curve and Age at Peak Height Velocity with respect to the Prevalence Rate of Overweight in Japanese Children. *Int. J. Pediatr.*, 2014, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2014/867890>

Zhang L., Zhang D., Sun Y. Adverse Childhood Experiences and Early Pubertal Timing Among Girls: A Meta-Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2019, 16, pp. 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph16162887>

Zhou B., Qu X., Li M., Wang X., Xu Q. et al. Correlation of bone age development with overweight and obesity in 23,305 children from Beijing. *Endocrine*, 2025, 87 (1), pp. 304–313. <https://doi.org/10.1007/s12020-024-03988-w>

References

Aris I.M., Rifas-Shiman S.L., Zhang X., Yang S., Switkowski K. et al. Association of BMI with Linear Growth and Pubertal Development. *Obesity*, 2019, 27 (10), pp. 1661–1670. <https://doi.org/10.1002/oby.22592>

Bajpai A., Bansal U., Rathoria R., Rathoria E., Singh V. et al. A Prospective Study of the Age at Menarche in North Indian Girls, Its Association With the Tanner Stage, and the Secular Trend. *Cureus*, 2023, 15 (9), pp. 1–9. <https://doi.org/10.7759/cureus.45383>

Baker E.R. Body weight and the initiation of puberty. *Clin. Obstet. Gynecol.*, 1985, 28 (3), pp. 573–579. <https://doi.org/10.1097/00003081-198528030-00013>

Bakshi P., Shetty S.B., Sharma A., Vasudha K.G., Pai K. et al. A study of association between early menarche and anxiety in undergraduate students. *F1000Res.*, 2024, 13, pp. 1–16. <https://doi.org/10.12688/f1000research.149757.2>

Balohonova E.I. Variability of somatic parameters of girls in groups with different biological age through peripubertal period. PhD in Biology Thesis. Moscow, 1992. 20 p. (In Russ.).

Baranov A.N. Age specificities of physical and sex development of girls in conditions of the European North. *Herald of Russian association of obstetricians and gynecologists*, 1997, 2, pp. 49–50. (In Russ.).

Batsevich V.A. The rates of age variability of skeleton in modern human populations (anthropoecological aspects). Doctor in Biology Thesis. Moscow, 2022. 46 p. (In Russ.).

Beskina M.V., Deryabin V.E., Negasheva M.A. On the somatic sense of body mass index. *Herald of anthropology*, 2006, 13, pp. 113–120. (In Russ.).

Blushteyn L.Ya. Age specificity of pelvis growth. In *Selected problems of obstetrics and gynecology*. Novokuznetsk, 1967, 1, pp. 224–229. (In Russ.).

Blushteyn L.Ya. Materials on age characteristics of female pelvis in comparison with some parameters of physical and sexual development. Doctor in Medicine Dissertation. Rostov-on-Don, 1969. 21 p. (In Russ.).

Bondareva E.A., Popova E.V., Ketterova E.S., Kodaneva L.N., Otgon G. Physical activity attenuates the effect of the fto t/a polymorphism on obesity-related phenotypes in adult russian males. *Hum. Sport Med.*, 2019, 19 (3), pp. 119–124. <https://doi.org/10.14529/hsm190315>

Bradfield J.P., Kember R.L., Ulrich A., Balkhiyarova Z., Alyass A. et al. Trans-ancestral genome-wide association study of longitudinal pubertal height growth and shared heritability with adult health outcomes. *Genome Biol.*, 2023, 25 (1), pp. 1–19. <https://doi.org/10.1186/s13059-023-03136-z>

Bunak V.V. Factors, determining physical ability and physical development in growth period. In *Proceedings of V Science Conference on age morphology, Physiology and Biochemistry*. Moscow, 1962, pp. 37–44. (In Russ.).

Calcaterra V., Magenes V.C., Hruby C., Siccario F., Mari A. et al. Links between Childhood Obesity, High-Fat Diet, and Central Precocious Puberty. *Children*, 2023, 10 (2), pp. 1–20. <https://doi.org/10.3390/children10020241>

Castilho S.D., Pinheiro C.D., Bento C.A., Barros-Filho Ade A., Cocetti M. Secular trends in age at menarche in relation to body mass index. *Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.*, 2012, 56 (3), pp. 195–200. <https://doi.org/10.1590/s0004-27302012000300008>

Chen Y., Dai X., Hu T., Jiang C., Pan Y. Clinical value of prenatal screening markers in early pregnancy combined with perinatal characteristics to predict fetal growth restriction. *Transl. Pediatr.*, 2024, 13 (7), pp. 1071–1085. <https://doi.org/10.21037/tp-24-58>

Deryabin V.E., Fedotova T.K. *Stability of the structure of interindividual distributions of body dimensions of children through growth period*. Moscow, VINITI RAS Publ., 2002. 217 p. (In Russ.).

Deryabin V.E., Fedotova T.K., Panasyuk T.V. *Growth processes, stability and restructurings of distributions of body dimensions of schoolchildren*. Moscow, VINITI RAS Publ., 2004. 229 p. (In Russ.).

Deryabin V.E., Fedotova T.K., Yampolskaya Yu.A. *Stability of morphological structure of intraindividual variability of schoolchildren*. Moscow, VINITI RAS Publ., 2006. 303 p. (In Russ.).

Domaradzki J., Sławińska T., Kołodziej M., Ignasiak Z. Secular Changes in the Age of Menarche of Rural and Urban Girls from an Industrial Region of Poland in Relation to Family Structure. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, 19 (14), pp. 1–8. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148692>

Dvornyk V., Waqar-ul-Haq. Genetics of age at menarche: a systematic review. *Hum. Reprod. Update*, 2012, 18 (2), pp. 198–210. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmr050>

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Diversity of newborns body dimensions and female pelvic parameters in relation to stabilizing selection. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*, 2016, 4, pp. 37–58. (In Russ.).

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Specificity of variability of female pelvis: the consequences of obstetric dilemma (review with elements of meta-analysis). *News of*

the Institute of Anthropology of MSU, 2020, 8, pp. 6–19. (In Russ.).

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. To the problem of significance of the parameter «peak height velocity» in puberty as the biomarker of chronobiological status of the population in growth studies. *Lomonosov Journal of Anthropology (Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija XXIII. Antropologija)*, 2023, 4, pp. 5–15. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2023.4.005-015>

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Biomarker «Peak height velocity» as the indicator of secular dynamics of physical status in intergroup studies/comparisons. *Lomonosov Journal of Anthropology (Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija XXIII. Antropologija)*, 2024 (1), pp. 36–48. (In Russ.). <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-24-1-4>

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K., Permyakova E.Yu. Urban ecology through the prism of the obesity epidemic and the tempo of somatic growth. *Human ecology*, 2024, 31 (9), pp. 666–677. (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/humeco636868>

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K., Permyakova E.Yu. Urgency of parameters of biological age in population monitoring of growth processes (age at menarche and peak height velocity and their correlations). *Lomonosov Journal of Anthropology (Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija XXIII. Antropologija)*, 2025 (3), pp. 40–50. (In Russ.). <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-25-3-3>

Fetal Growth Restriction: ACOG Practice Bulletin, Number 227. *Obstet. Gynecol.*, 2021, 137 (2), pp. 385–387. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000004251>

Frisch R.E., Revelle R. Height and Weight at Menarche and a Hypothesis of Critical Body Weights and Adolescent Events. *Science*, 1970, 169 (3943), pp. 397–399. <https://doi.org/10.1126/science.169.3943.397>

Garenne M.J. Age at menarche in Nigerian demographic surveys. *Biosoc. Sci.*, 2021, 53 (5), pp. 745–757. <https://doi.org/10.1017/S0021932020000504>

Garn S.M. Physical growth and development. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1952, 10 (2), pp. 169–192.

Glass D.J., Geerkens J.T., Martin M.A. Psychosocial and energetic factors on human female pubertal timing: a systematized review. *Evol. Hum. Sci.*, 2022, 4, pp. 1–30. <https://doi.org/10.1017/ehs.2022.24>

Godina E.Z. Auxology. In *Anthropology. Textbook for students of universities*. Moscow, Vldos Publ., 2003, pp. 113–172.

Golovchenko O.V., Abramova M.Yu., Ponomarenko I.V., Churnosov M.I. Newborn weight is associated with the maternal F13A1 gene rs5985 polymorphism. *Obstetrics, gynecology and reproduction*, 2021, 15 (3), pp. 236–244. (In Russ.).

Güran T., Helvacioğlu D., Gürpınar Tosun B., Yavaş Abalı Z., Alır F. et al. Decline in the Age of Menarche in Istanbul Schoolgirls Over the Last 12 Years. *J. Clin. Res. Pediatr. Endocrinol.*, 2023, 15 (2), pp. 154–159. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.galenos.2023.2022-11-16>

Holmgren A., Niklasson A., Nierop A.F., Glander L., Aronson A.S. et al. Pubertal height gain is inversely related to peak BMI in childhood. *Pediatr. Res.*, 2017, 81 (3), pp. 448–454. <https://doi.org/10.1038/pr.2016.253>

Hoshi H., Kouchi M. Secular trend of the age at menarche of Japanese girls with special regard to the secular acceleration of the age at peak height velocity. *Hum. Biol.*, 1981, 53 (4), pp. 593–598.

Juul F., Chang V.W., Brar P., Parekh N. Birth weight, early life weight gain and age at menarche: a systematic review of longitudinal studies. *Obes. Rev.*, 2017, 18 (11), pp. 1272–1288. <https://doi.org/10.1111/obr.12587>

Karapanou O., Papadimitriou A. Determinants of menarche. *Reprod. Biol. Endocrinol.*, 2010, 8, pp. 1–8.

Karlberg J. Secular trends in pubertal development. *Horm. Res.*, 2002, 57 (Suppl. 2), pp. 19–30. <https://doi.org/10.1159/000058096>

Khrisanfova E.N. Age anthropology. In *Anthropology. Textbook. 2 ed.* Moscow, Moscow Univ. Publ., 1999, pp. 126–174. (In Russ.).

Lin Y.C., Yen H.R., Wang C.H., Liao Y.C., Lin R.T. Trends in age at menarche from 1943 through 1989 in Taiwan: A retrospective population-based analysis. *Pediatr. Neonatol.*, 2024, 65 (1), pp. 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2023.07.001>

Liu W., Yan X., Li C., Shu Q., Chen M. et al. A secular trend in age at menarche in Yunnan Province, China: a multiethnic population study of 1,275,000 women. *BMC Public Health*, 2021, 21 (1), pp. 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11951-x>

Liu Y., Un E.M., Bai Y., Chan M.K., Zeng L.X. et al. Safety and efficacy of phosphodiesterase-5 (PDE-5) inhibitors in fetal growth restriction: a systematic literature review and meta-analysis. *J. Pharm. Pharm. Sci.*, 2024, 27, pp. 1–17. <https://doi.org/10.3389/jpps.2024.13206>

Marván M.L., Castillo-López R.L., Del-Callejo-Canal D.D., Canal-Martínez M.E., Núñez-de la Mora A. Secular trends in age at menarche in 20th century Mexico: Differences by ethnicity, area of residency, and socioeconomic status. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 32 (6), pp. 1–11. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23404>

Muratov Ye.K. Formation of reproductive system of young women under the influence of aluminum production. PhD in Medicine Thesis. Dushanbe, 2000. 20 p. (In Russ.).

Okagbue H.I., Samuel O.W., Nzeribe E.C., Nto S.E., Dahunsi O.E. et al. Assessment of the differences in Mean Age at Menarche (MAM) among adolescent girls in rural and urban Nigeria: a systematic review. *BMC Public Health*, 2024, 24 (1), pp. 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-21054-y>

Oliveira K.C.E., Neto J.C., Aragon D.C., Antonini S.R. Nutritional status and age at menarche in Amazonian students. *J. Pediatr. (Rio J.)*, 2024, 100 (4), pp. 406–412. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2024.03.002>

Piras G.N., Bozzola M., Bianchin L., Bernasconi S., Bona G. et al. The levelling-off of the secular trend of age at menarche among Italian girls. *Heliyon*, 2020, 6 (6), pp. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04222>

Pop R.M., Tenenbaum A., Pop M. Secular Trends in Height, Body Mass and Mean Menarche Age in Romanian Children and Adolescents, 1936–2016. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2021, 18 (2), pp. 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020490>

Queiroga A.C., Silva R.S., Santos A.C., Maia I., Barros H. Secular trend in age at menarche in women in Portugal born between 1920 and 1992: Results from three population-based studies. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 32 (5), pp. 1–5. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23392>

Reshetnikov E.A., Ponomarenko I.V., Churnosov M.I. Age at menarche in Russian women is associated with the ESR2 candidate gene. *Obstetrics, gynecology and reproduction*, 2021, 15 (2), pp. 166–172. (In Russ.).

Sarbasheva M.M. Features of formation of reproductive system of Balkarian girls aged 7–17 years. PhD in Medicine Dissertation. Moscow, 2006. 110 p. (In Russ.).

Silventoinen K., Pietiläinen K.H., Tynelius P., Sørensen T.I., Kaprio J. et al. Genetic and environmental factors in relative weight from birth to age 18: the Swedish young male twins study. *Int. J. Obes.*, 2007, 31 (4), pp. 615–621. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803577>

Silventoinen K., Pietiläinen K.H., Tynelius P., Sørensen T.I., Kaprio J. et al. Genetic regulation of growth from birth to 18 years of age: the Swedish young male twins study. *Am. J. Hum. Biol.*, 2008, 20 (3), pp. 292–298. <https://doi.org/10.1002/ajhb.20717>

Solovyeva M.I. Features of physical and sex development of girls and teenage girls in conditions of Yakutia. Doctor in Medicine Dissertation. Moscow, 2005. 165 p. (In Russ.).

Tanner J.M. *Growth at adolescence*. 2nd ed. London, Blackwell Scientific Publications, 1962. 325 p.

Tanner J.M., Davies P.S. Clinical Longitudinal Standards for Height and Height Velocity for North American Children. *Journal of Pediatrics*, 1985, 107, pp. 317–329. [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(85\)80501-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(85)80501-1)

Tanner J.M., Lejarraga H., Turner G. Within-family standards for birth weight. *The Lancet*, 1972, 300 (7770), pp. 193–197.

Telenkova Zh.N. Assessment of reproductive health of girls - representatives of small indigenous people of Siberia and the Far North and the ways of prevention of its disorders. PhD in Medicine Dissertation. Barnaul, 2005. 214 p. (In Russ.).

Trolukova A.N. Physical development and sex maturation of Yakut girls. PhD in Medicine Thesis. Moscow, 2006. 16 p. (In Russ.).

Tsinopoulou V.R., Bacopoulou F., Fidani S., Christoforidis A. Genetic determinants of age at menarche: does the LIN28B gene play a role? A narrative review. *Hormones*, 2025, 24 (1), pp. 167–177. <https://doi.org/10.1007/s42000-024-00594-3>

Ulubay M., Fidan U., Ozturk M. The decreasing age of menarche in Turkey: global warming, socioeconomic development, and environmental factors. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.*, 2023, 27 (14), pp. 6780–6784. https://doi.org/10.26355/eurrev_202307_33148

Vlastovskiy V.G. *Acceleration of growth and development of children*. Moscow, Izdatelstvo Moskovskogo Universiteta Publ., 1976. 279 p. (In Russ.).

Widén E., Ripatti S., Cousminer D.L., Surakka I., Lapalainen T. et al. Distinct variants at LIN28B influence growth in height from birth to adulthood. *Am. J. Hum. Genet.*, 2010, 86 (5), pp. 773–782. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2010.03.010>

Witchel S.F. Genetics, Genome-Wide Association Studies, and Menarche. *Semin. Reprod. Med.*, 2016, 34 (4), pp. 205–214. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1585405>

Yampolskaya Yu. A. *Physical development of school-children – residents of large megalopolis through last decades: status, tendencies, prediction, screening assessment methodology*. Doctor in Biology Dissertation. Moscow, 2000. 76 p. (In Russ.).

Yang B., Ostbye T., Huang X., Li Y., Fang B. et al. Maternal Age at Menarche and Pubertal Timing in Boys

and Girls: A Cohort Study From Chongqing, China. *J. Adolesc. Health*, 2021, 68 (3), pp. 508–516. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2020.06.036>

Yokoya M., Higuchi Y. Geographical Differences in the Population-Based Cross-Sectional Growth Curve and Age at Peak Height Velocity with respect to the Prevalence Rate of Overweight in Japanese Children. *Int. J. Pediatr.*, 2014, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2014/867890>

Zhang L., Zhang D., Sun Y. Adverse Childhood Experiences and Early Pubertal Timing Among Girls: A Meta-Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2019, 16, pp. 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph16162887>

Zhou B., Qu X., Li M., Wang X., Xu Q. et al. Correlation of bone age development with overweight and obesity in 23,305 children from Beijing. *Endocrine*, 2025, 87 (1), pp. 304–313. <https://doi.org/10.1007/s12020-024-03988-w>

Информация об авторах/ Information about the authors

Федотова Татьяна Константиновна, д.б.н.,
НИИ и Музей антропологии, Московский государственный
университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Российская
Федерация;
tatiana.fedotova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7750-7924>

Горбачева Анна Константиновна, к.б.н. НИИ и Музей
антропологии, Московский государственный
университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва,
Российская Федерация;
angoria@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5201-7128>

Fedotova Tatiana K., D. Sc. Anuchin Research Institute and
Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State
University, Moscow, Russian Federation; tatiana.fedotova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7750-7924>

Gorbacheva Anna K., Ph.D. Anuchin Research Institute and
Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russian Federation;
angoria@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5201-7128>

Поступила в редакцию 05.05.2025.
Получена после доработки 30.05.2025.
Принята к публикации 30.05.2025.

Received 05.05.2025.
Revised 30.05.2025.
Accepted 30.05.2025.