

Федотова Т.К., Горбачева А.К.

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

## ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА РАЗМЕРОВ ТЕЛА НА ВОСХОДЯЩЕМ ОТРЕЗКЕ ОНТОГЕНЕЗА ОТ 1 МЕСЯЦА ДО 17 ЛЕТ (ПО МАТЕРИАЛАМ МОСКВЫ)

**Материал и методы.** В качестве «модельной» выборки привлечены антропометрические материалы по дошкольникам и школьникам Москвы от 1 года до 17 лет, обследованным авторами в 2005-2006 гг., и материалы по детям грудного возраста от 1 до 12 месяцев, собранные на базе архивов роддомов и детских поликлиник Москвы в 2007-2008 гг. Для количественной оценки величины полового диморфизма использована дивергенция Кульбака, аналог расстояния Махаланобиса.

**Результаты.** Для габаритных размеров тела (длина, масса, обхват груди) закономерности динамики полового диморфизма сходны. В первом полугодии жизни величина полового диморфизма увеличивается до уровня 0,6-0,8 сигмы. Далее величина полового диморфизма уменьшается до минимальных уровней 0,1-0,2 сигмы в возрасте 10-12 лет, а к 17 годам она возрастает, так как мальчики, находящиеся еще в стадии активных ростовых процессов, опережают по уровню габаритных размеров тела девочек. Значения величин диаметра плеч несколько выше у мальчиков на возрастном интервале 1–13 лет, далее величина полового диморфизма растет, достигая в 17 лет значения 2,3 сигмы. Величина полового диморфизма по диаметру таза колеблется в узком коридоре от минимума -0,05 сигмы в 11-15 лет до 0,25 сигмы – в возрасте 6 лет и в 17 лет. Спецификой возрастной динамики величины полового диморфизма жировой складки под лопаткой являются ее небольшие отрицательные значения на всем отрезке онтогенеза от 1 года до 12 лет. С 12 лет половые различия нарастают за счет более интенсивного накопления жира у девочек, и к 17 годам величина полового диморфизма достигает величины -0,8 сигмы.

**Заключение.** Возрастная изменчивость является важнейшим фактором динамики полового диморфизма размеров тела на протяжении онтогенеза и зависит от разных по полу темпов морфофункциональной дифференцировки на отрезке восходящего онтогенеза. Дефинитивные особенности полового диморфизма формируются преимущественно в подростковом периоде онтогенеза. Динамика полового диморфизма имеет свои особенности для габаритных размеров тела, показателей поперечного скелетного развития и показателей жировоголожения, имеющих разное адаптивное значение.

**Ключевые слова:** ауксология; половой диморфизм; дивергенция Кульбака; габаритные размеры тела; поперечное скелетное развитие; жировые складки

## Введение

Качественное направление морфологических различий, соответствующих типично женскому и типично мужскому вариантам, совершенно определено и состоит в большем развитии скелетно-мышечного компонента при более слабом развитии жировоголожения во втором случае. Объективное изучение межполовой вариации интегративных показателей телосложения, учитывающих высокие взаимные внутригрупповые корреляции размеров тела, позволило сделать вывод, что изменчивость андрогинекоморфного ряда существенно отличается от внутригрупповой изменчивости других соматических показателей [Дерябин, 2003]. Если обычно соматическая изменчивость характеризуется унимодальной по форме и непрерывной вариацией, то андро-гинекоморфия отличается наличием отчетливой двувёршинности своего распределения. По существу, здесь речь идет о двух отдельных и характерных для двух полов унимодальных распределениях с очень небольшой взаимной трансгрессией. Таким образом, андро-гинекоморфный ряд является не самостоятельной внутригрупповой закономерностью непрерывной вариации телосложения, а должен считаться, скорее, свойством межгрупповой изменчивости строения тела, в то время как первые работы, предлагавшие оперировать особой соматологической осью «андрогинии», обсуждали ее непрерывную вариацию [Матес, 1927; Tanner, 1951; Zerksen, 1964].

Однако процесс формирования этих взрослых морфологических характеристик (комплексов) на протяжении восходящего онтогенеза, временные особенности этой динамики и количественные характеристики уровня половых различий далеко не так однозначны. Целью настоящей работы является анализ динамики полового диморфизма, (ПД) основных размеров тела у детей сквозь восходящий период онтогенеза от 1 месяца до 17 лет и его количественное описание. Половой диморфизм морфологических показателей является важнейшим индикатором адаптивных процессов и этно-территориальной специфики ростовых процессов. Рассматриваемая авторами выборка может в дальнейшем служить точкой отсчета или неким «эталонном» для оценки популяционной

пространственно-временной изменчивости показателя полового диморфизма соматических размеров на восходящем отрезке онтогенеза.

Настоящее исследование является частью большого цикла работ по систематическому изучению изменчивости показателей полового диморфизма размеров тела на всем отрезке восходящего онтогенеза от новорожденности до юношеского периода в связи с возрастным, временным, этническим, экологическими в широком смысле факторами на материалах РФ. Подобное всеохватное исследование динамики полового диморфизма соматических показателей детей в процессе роста осуществляется впервые в отечественной антропологии, хотя частные случаи динамики полового диморфизма доступны в ряде аукологических работ для отдельных этно-территориальных и возрастных групп и отдельных показателей. По материалам публикаций мировой литературы, имеющих дело, в связи с понятным ограничением формата статей, с частными аспектами большой темы динамики полового диморфизма (ПД) в процессе роста, отмечается специфика изменчивости ПД в разных экологических нишах и популяциях мира, что рассматривается в разделе «Обсуждение» [Gustafsson, Lindenfors, 2004; Gustafson et al., 2007; Greil, 2006; Greil, Lange, 2007; Ozer et al., 2011; Shin et al., 2012; Blum, 2014; German, Hochberg, 2020]. Отметим, что оценка точного вклада отдельных факторов в изменчивость ПД размеров тела в ростовом периоде является задачей практически невыполнимой, к ее решению можно лишь асимптотически приближаться. На этом пути важное значение имеет опыт анализа ростовых процессов каждой отдельно взятой популяции/выборки и методически четкая организация эксперимента. Важным шагом в этом контексте является предлагаемое в настоящей работе создание эталонной выборки. Тема изменчивости полового диморфизма как маркера адаптивных процессов приобретает новую остроту в современной антропогенной среде, диктующей принципиально новые требования, не существовавшие в природной экологической нише на протяжении всей истории нашего вида, и размывающей дихотомию полов, определяя единый универсальный вектор адаптации.

## Материалы и методы

Для выявления закономерностей динамики показателя полового диморфизма размеров тела сквозь восходящий отрезок онтогенеза от 1 месяца до 17 лет привлечены собранные авторами поперечным методом материалы по московским детям, обладающие свойствами модельной выборки – исчерпывающе широкий спектр возрастов, представительность половозрастных групп (около 100 человек на каждую половозрастную группу), временная однородность материала (Москва, начала XXI века: 2005-2008 гг.); единое авторство материала, обеспечивающее отсутствие методических погрешностей. Годы рождения обследованных дошкольников и школьников: 1988–2005, детей грудного возраста: 2007–2008. Массив данных на возрастном отрезке 1-17 лет обследован непосредственно авторами статьи на базе детских садов и школ Южного, Юго-Восточного, Восточного и Западного административных округов (АО) города Москвы с соблюдением принятых этических норм и получением информированного согласия родителей. Обследование годовалых детей дополнительно проводилось в детских поликлиниках в диспансерные грудничковые дни. Данные по грудным детям более раннего возраста от 1 до 12 месяцев собраны по материалам медицинских карт на базе детских поликлиник и роддомов.

Морфологическая программа для детей 1-17 лет включала стандартные антропометрические измерения – продольные скелетные размеры, диаметры, объемы корпуса и сегментов конечностей, жировые складки под лопаткой и на трицепсе, массу тела. Для детей грудного возраста (1-11 месяцев) программа ограничена, по понятным причинам, четырьмя основными показателями физического развития – длина и масса тела, объемы головы и груди.

Для количественной оценки величины полового диморфизма использована дивергенция Кульбака [Кульбак, 1967], аналог расстояния Махаланобиса. Для одномерного варианта стандартизованная величина полового диморфизма некоторого признака с использованием формулы Кульбака будет выглядеть следующим образом:

$$D = \pm \left[ \frac{(X_m - X_f)^2}{2 S_m^2} + \frac{(X_m - X_f)^2}{2 S_f^2} \right]^{1/2}$$

где  $X_m$ ,  $S_m$ ,  $X_f$  и  $S_f$  - значения средних арифметических величин и средних квадратических отклонений для мужского и женского пола соответственно. Знак  $\pm$  принимает значение (+) при  $X_m > X_f$  или (-) при  $X_m < X_f$ . Выражение признаков в долях средних квадратических отклонений обеспечивает их полную сравнимость вне зависимости от их размерности, абсолютной величины, степени внутригрупповой вариабельности и позволяет решить вопрос об уровне достоверности морфологических различий - случайная величина нормированных различий при объемах выборок около 100 наблюдений составляет примерно 0,2-0,3 «сигмы», неслучайная превышает уровень 0,3 «сигмы».

Метод предложен и апробирован для анализа материалов именно ростовых исследований ведущим биометриком московской школы антропологии Василием Евгеньевичем Дерябиным [Дерябин и соавт., 2006]. Авторы с благодарностью и педантизмом следуют предложенному им алгоритму и популяризируют его. Безусловное достоинство метода — возможность **статистически достоверно** оценить количественные межполовые различия.

## Результаты

На рисунках 1-6 представлена динамика показателя полового диморфизма основных антропометрических размеров тела детей на широком возрастном интервале от 1 месяца до 17 лет, включающем разные по биологическому содержанию периоды восходящего онтогенеза: грудной и ранний возраст, первое и второе детство, подростковый и начало юношеского периода.

Для габаритных размеров тела (длина, масса, обхват груди) закономерности динамики полового диморфизма очень сходны. Прежде чем переходить к обсуждению графиков, напомним, что новорожденные мальчики в среднем несколько крупнее девочек, что связано с разной по полу ценой адаптации к материнскому организму

в период внутриутробного роста [Боташева с соавт., 2014; Antoszewska, Wolanski, 1992; Wells, 2007; Gonzalez et al., 2018; Galjaard et al., 2019]. Этнотерриториальная изменчивость нормированной величины показателя полового диморфизма основных размеров тела новорожденных (длина и масса, обхваты головы и груди) колеблется на уровне 0,3 сигм и несколько увеличивается в городах-миллионниках, условия жизни в которых благоприятствуют увеличению весоростовых показателей младенцев мужского пола, что более подробно рассмотрено на материалах РФ и бывшего СССР [Горбачева с соавт., 2021; Федотова, Горбачева, 2021]. Временная изменчивость полового диморфизма весоростовых показателей также колеблется на уровне 0,3 сигм, а наиболее чувствительным к временному/секулярному фактору оказывается показатель полового диморфизма обхвата головы, уменьшающийся от уровня 0,4 сигмы до уровня 0,15 сигм на историческом интервале 1960-е годы – настоящее время за счет большей чувствительности к влиянию факторов среды и более заметной децелерации размера у мальчиков.

Как видно на графиках (рис. 1-3), уровень полового диморфизма еще увеличивается за счет более интенсивного прироста показателей длины и массы тела и обхвата груди у мальчиков в младенческом периоде онтогенеза вплоть до 6-8 месяцев грудного периода, величина полового диморфизма размеров достигает к этому возрасту 0,6-0,8 сигмы. Далее эта величина уменьшается, достигая минимальных уровней 0,1-0,2 сигмы в 10-12 лет, когда у девочек происходит интенсивное пубертатное ускорение ростовых процессов, которое у мальчиков приходится на более поздние сроки. К 17 годам мальчики, находящиеся еще в стадии активных ростовых процессов, опережают по уровню габаритных размеров тела девочек, ростовые процессы которых стабилизировались и практически завершены. Показатели полового диморфизма в этом периоде онтогенеза достигают значений 0,6 сигмы для обхвата груди, 0,8 сигмы – для массы тела и 1,8 сигмы – для длины тела. Таким образом, колебания величины полового диморфизма на рассматриваемом возрастном интервале наиболее велики для показателя длины тела в сравнении с массой тела и обхватом груди.

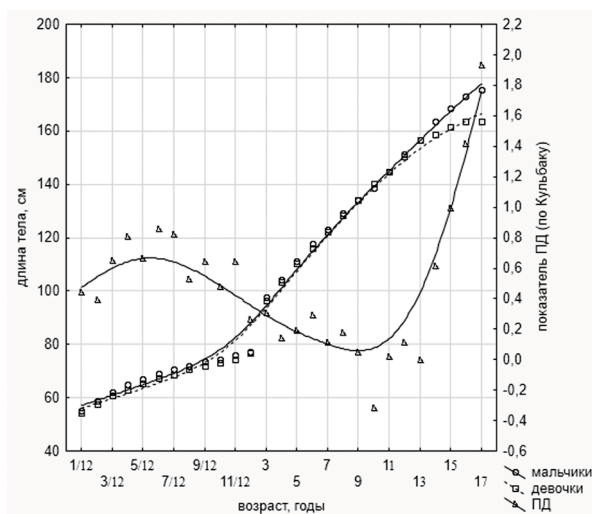


Рисунок 1. Возрастная динамика средних значений (левая ось Y) и полового диморфизма (правая ось Y) длины тела (см) московских детей от 1 месяца до 17 лет\*

Figure 1. Age dynamics of average values (left axis Y) and sexual dimorphism (right axis Y) of height (cm) in Moscow children aged 1 month – 17 years\*

Примечания. \* – На интервале 1-17 лет рассматриваются одногодные группы, на интервале 1-12 месяцев – месячные группы.

Notes. \* – The interval 1-17 years includes one-year groups, the interval 1-12 months – one-month groups.

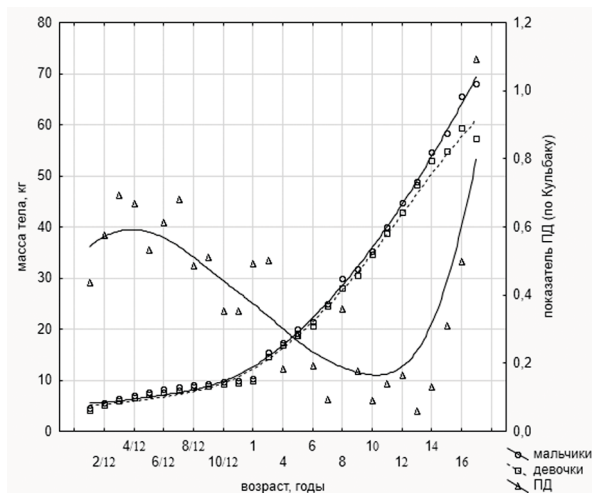


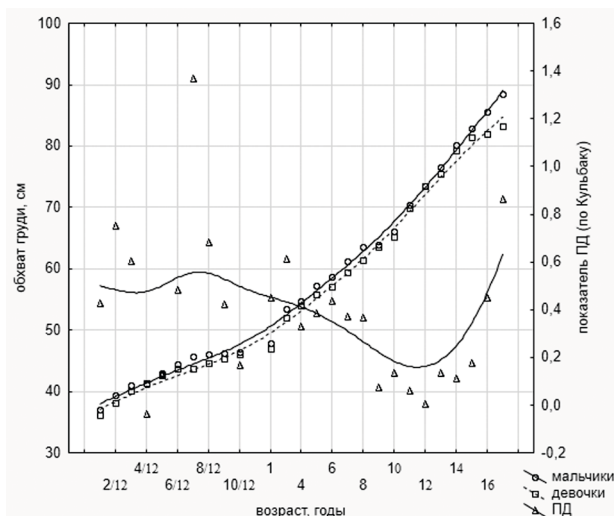
Рисунок 2. Возрастная динамика средних значений (левая ось Y) и полового диморфизма (правая ось Y) массы тела (кг) московских детей от 1 месяца до 17 лет\*

Figure 2. Age dynamics of average values (left axis Y) and sexual dimorphism (right axis Y) of weight (kg) in Moscow children aged 1 month – 17 years\*

Примечания. \* – На интервале 1-17 лет рассматриваются одногодные группы, на интервале 1-12 месяцев – месячные группы.

Notes. \* – The interval 1-17 years includes one-year groups, the interval 1-12 months – one-month groups.





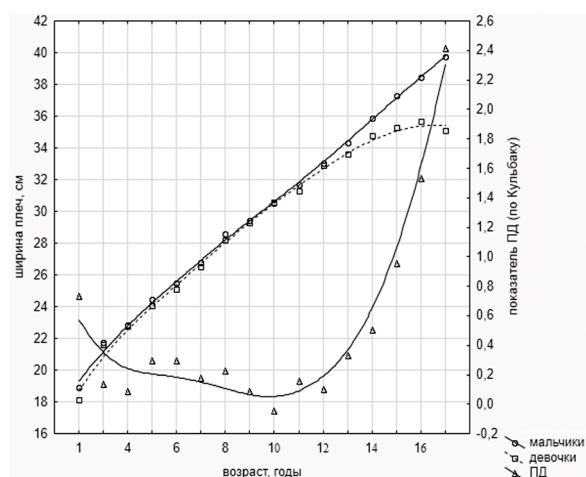
**Рисунок 3.** Возрастная динамика средних значений (левая ось Y) и полового диморфизма (правая ось Y) обхвата груди (см) московских детей от 1 месяца до 17 лет\*

**Figure 3.** Age dynamics of average values (left axis Y) and sexual dimorphism (right axis Y) of chest girth (cm) in Moscow children aged 1 month – 17 years\*

Примечания. \* – На интервале 1-17 лет рассматриваются одногодные группы, на интервале 1-12 месяцев – месячные группы.

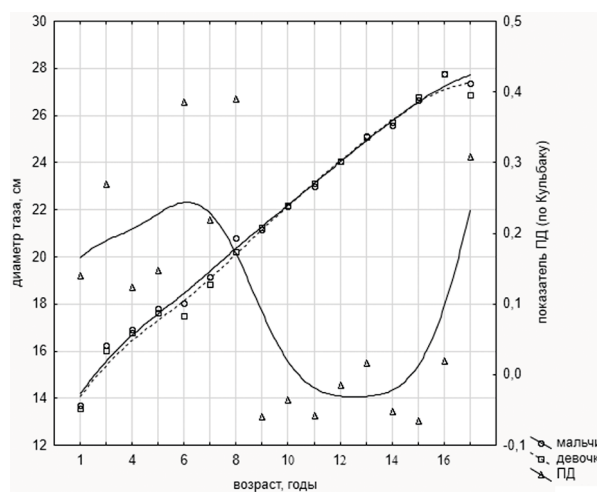
Notes. \* – The interval 1-17 years includes one-year groups, the interval 1-12 months – one-month groups.

Отличия от описанной динамики можно отметить для диаметров плеч и таза, характеризующих поперечное скелетное развитие тела. Так, значения величин диаметра плеч (рис. 4) незначительно выше у мальчиков на возрастном интервале 1 год – 13 лет и половой диморфизм составляет примерно 0,1-0,4 сигмы. Далее вплоть до 17 лет уровень полового диморфизма активно увеличивается за счет существенно большей интенсивности прироста размера у мальчиков сравнительно с девочками и составляет в 17 лет очень значительную величину – 2,3 сигмы. Половой диморфизм по диаметру таза (рис. 5) колеблется в довольно узком коридоре: от минимума -0,05 сигмы в возрасте активных пубертатных процессов у девочек (в 11-15 лет) до 0,25 сигмы – в возрасте 6 лет на фоне более заметного полуростового скачка у мальчиков и в 17 лет на фоне продолжающихся достаточно интенсивных ростовых процессов у мальчиков при стабилизации ростовых процессов у девочек.



**Рисунок 4.** Возрастная динамика средних значений (левая ось Y) и полового диморфизма (правая ось Y) ширины плеч (см) московских детей от 1 года до 17 лет

**Figure 4.** Age dynamics of average values (left axis Y) and sexual dimorphism (right axis Y) of biacromial diameter (cm) in Moscow children aged 1- 17 years

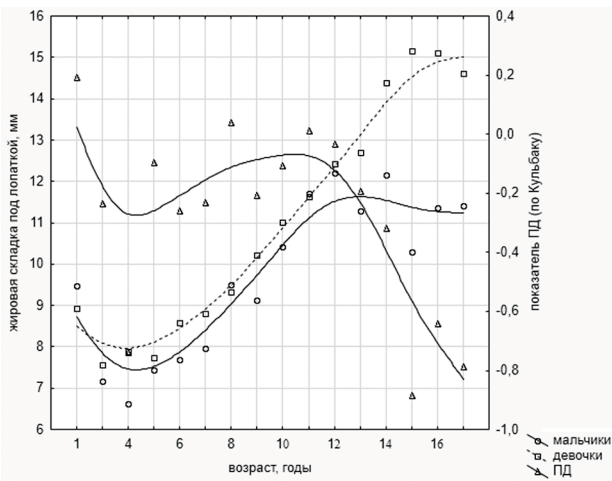


**Рисунок 5.** Возрастная динамика средних значений (левая ось Y) и полового диморфизма (правая ось Y) диаметра таза (см) московских детей от 1 года до 17 лет

**Figure 5.** Age dynamics of average values (left axis Y) and sexual dimorphism (right axis Y) of iliac diameter (cm) in Moscow children aged 1-17 years

Спецификой возрастной динамики полового диморфизма жировой складки под лопаткой (рис. 6) являются ее отрицательные значения сквозь весь рассматриваемый отрезок онтогенеза (от 1 года до 17 лет). До периода пубертатного ускорения роста (12 лет) различия в размерах между мальчиками и девочками невелики, половой диморфизм составляет не более 0,2 сигмы.

С 12 лет различия существенно нарастают за счет более интенсивного накопления жиротложения у девочек, к 17 годам величина полового диморфизма достигает величины  $-0,8$  сигмы.



*Рисунок 6. Возрастная динамика средних значений (левая ось Y) и полового диморфизма (правая ось Y) жировой складки под лопаткой (мм) московских детей 1-17 лет*  
*Figure 6. Age dynamics of average values (left axis Y) and sexual dimorphism (right axis Y) of subscapular skinfold (mm) in Moscow children aged 1-17 years*

### Обсуждение

Анализ возрастной динамики половых различий отдельных размеров тела показал, что половой диморфизм, свойственный взрослым женщинам и мужчинам, складывается преимущественно в течение подросткового периода. Ранее на базе четырех серий литературных данных по московским школьникам 8-17 лет, обследованным в разные годы: 1960е, 1970е, 1980е и 1990е годы, показано [Дерябин с соавт., 2006], что общий «универсальный» вид возрастных изменений нормированной величины полового диморфизма у детей 8-16 лет для размеров тела, зависящих преимущественно от развития костно-мышечного компонента, может быть описан параболой 4-го порядка с тремя точками перегиба линий динамики. Эти точки соответствуют концу второго детства с эффектом двойного перекреста ростовых кривых, первой половине подросткового периода с устранением последствий этого эффекта, и началу юношеского периода со снижением темпов увеличения половых различий.

Одновременно для жировых складок характерен небольшой уровень и незначительная возрастная динамика половых различий в течение второго детства и в начале подросткового периода, после чего происходит постепенное нарастание величины полового диморфизма, начиная примерно с возраста 12 лет вплоть до достижения дефинитивных значений в юношеском периоде. Можно отметить, что для возрастного интервала 8-17 лет динамика полового диморфизма размеров тела по материалам, собранным авторами статьи при обследовании московских школьников в 2005-2006 гг. соответствует в целом тому же «универсальному» виду. Во всяком случае, момент изменения направления динамики полового диморфизма в первой половине подросткового периода, когда начинается формирование дефинитивной величины полового диморфизма, на наших графиках виден определенно.

Выявленное авторами существенное увеличение половых различий основных размеров тела в первом полугодии первого года жизни отражает, в свою очередь, «революционность» процессов роста и развития в младенческом периоде онтогенеза, часто остающуюся за рамками внимания профессиональных антропологов. По материалам США, охватывающим возрастной отрезок от рождения до 18 лет, показан несколько иной, чем в нашей работе, алгоритм динамики полового диморфизма размеров тела: половые различия фиксируются не ранее чем в 1 месяц, достигают пика в 3 месяца, постепенно уменьшаются к 24 месяцам, отсутствуют на протяжении периода детства и в явном виде устанавливаются, когда мальчики вступают в пубертатный период [German, Hochberg, 2020]. Тем не менее, и в этой работе отмечается, что половой диморфизм возрастает на фоне максимальных скоростей роста в младенчестве и подростковом возрасте. В немецких работах, анализирующих половой диморфизм размеров тела на протяжении возрастного периода от 0 до 65 лет [Greil, 2006; Greil, Lange, 2007], также обсуждаются дифференцированные по полу темпы скоростей роста на восходящем отрезке онтогенеза как важнейшая причина формирования полового диморфизма. Описываются разные паттерны формирования полового диморфизма для признаков разной природы (продольные, обхватные размеры, подкожное жир-

отложение) в связи с поло-специфическими темпами роста, что хорошо согласуется с результатами нашей работы. Таким образом, половой диморфизм как популяционная характеристика в конкретном хронологическом возрасте является производной не только формирования поло-специфических особенностей физического статуса, но и производной поло-специфических скоростей роста на протяжении последовательных стадий биологического развития.

Наиболее значимы возрастные колебания полового диморфизма и дефинитивные различия полового диморфизма по показателям скелетного развития – длины тела как интегративного показателя скелетного развития и ширины плеч как показателя пропорциональности телосложения (узко-широкосложенности или лептобрахисомности) – составляющие порядка двух сигм. Заметим, что долгое время длина тела и особенно половой диморфизм по длине тела считались уверенными индикаторами качества среды, уровня экологического стресса и маркерами большей экосенситивности и пластичности мужского пола на фоне большей канализированности женского [Blum, 2014]. Однако ряд исследований опровергает эту распространенную точку зрения. По мнению Эвелет [Eveleth, 1975], основанном на анализе более двухсот этнических групп, принадлежащих к разным расовым типам, половой диморфизм по длине тела имеет сильную генетическую компоненту, не позволяющую использовать его как маркер физического здоровья и нутритивного статуса популяции. Анализ динамики длины тела и полового диморфизма по длине тела у населения Швеции на протяжении длительного исторического времени с X по XX столетие [Gustafsson, Lindenfors, 2004; Gustafson et al., 2007] не выявил достоверной секулярной динамики по показателю длины тела на протяжении X-XVII веков. Одновременно явное увеличение показателя длины тела на протяжении XX столетия, как ответ на улучшение условий жизни, в равной мере затронуло оба пола, достоверных ассоциаций между абсолютными показателями длины тела и величинами полового диморфизма выявлено не было. Это расходится с тезисом о большей чувствительности длины тела мужчин к внешним фак-

торам и усилении полового диморфизма на фоне увеличения длины тела. Отсутствие секулярных изменений полового диморфизма по длине тела описано также для населения Кореи на длительном историческом отрезке от средних веков до современности [Shin et al., 2012] и Анатолии (Турция) [Ozer et al., 2011]. В целом проблема разной биологической резистентности полов к экологическим факторам сохраняет свою актуальность и не имеет окончательного решения, поскольку предполагает влияние большого комплекса параметров экологической ниши, едва ли поддающихся исчерпывающему учету в случае каждой конкретной популяции. Здесь уместно также вспомнить, что соматические свойства, связанные с поперечным развитием мускулатуры и формой локомоторного аппарата в целом, у молодых мужчин в полной мере складываются, в отличие от прочих соматических свойств, лишь к концу юношеского периода [Дерябин, 2008; Wells, 2007]. Маркерами в полной мере сложившегося локомоторного аппарата в нашей работе являются как раз длина тела и диаметр плеч. Дефинитивные значения полового диморфизма по этим показателям, насколько 17 лет можно считать в данном случае дефинитивным статусом, максимальны на фоне других рассматриваемых соматических признаков.

Значения полового диморфизма для жировой складки под лопаткой имеют инвариантный «дефинитивный статус» или отрицательные значения, незначительные по величине до подросткового возраста и существенно возрастающие на завершающем отрезке восходящего онтогенеза. Напомним, что жиросложение является не только универсальным эволюционно обоснованным энергетическим ресурсом жизнедеятельности, но и дополнительным резервом женской половины человечества, обеспечивающей репродуктивную функцию вида в целом [Wells, 2010]. Это обстоятельство предполагает большую канализированность и значительно меньшую вариабельность показателей у женщин [Marirni et al., 2005].

Нельзя не упомянуть, что величина полового диморфизма размеров тела и свойств телосложения в юношеском периоде может считаться находящейся в динамике становления дефинитивных уровней различий, полно-

стью проявляющихся уже в зрелом возрасте [Дерябин, Негашева, 2005].

На модельном примере выборки взросло-го сельского населения Беларуси было показано [Зими́на, 2019], что возрастная изменчивость значительно влияет на соотношение размеров разных признаков между полами также и у взрослых, что необходимо учитывать при сравнении разновозрастных групп. Величина коэффициента полового диморфизма в раннем зрелом возрасте, до 40 лет, определяется бóльшим развитием мускулатуры у мужчин, в возрасте 50-60 лет модулируется увеличением жиротложения у женщин.

### Заключение

Возрастная изменчивость является важнейшим фактором динамики полового диморфизма размеров тела на протяжении всего онтогенеза и зависит от разных по полу темпов морфофункциональной дифференцировки на отрезке восходящего онтогенеза. А впоследствии от разной биосоциальной специфики представителей мужского и женского пола, определяющей специфику направлений адаптации мужчин и женщин и неизбежно половую специфику соматических комплексов. Дефинитивные особенности полового диморфизма формируются преимущественно в подростковом периоде онтогенеза. Форма динамики полового диморфизма и его количественная интенсивность различаются для разных систем показателей. Система габаритных размеров описывает общее развитие тела: длина тела – обобщенный статус скелетного развития и ростовых процессов в целом; масса тела – обобщенный статус обменных процессов организма; обхват груди маркирует функциональный статус дыхательной и сердечно-сосудистой систем, имеющих эволюционно обоснованные связи с климатогеографическими факторами. Для этих показателей характерен наиболее интенсивный прирост на всем рассматриваемом отрезке онтогенеза, наибольшее преимущество в ростовых процессах мальчики на фоне девочек имеют в грудном периоде в 6-8 месяцев и в юношеском периоде. Для показателей поперечного скелетного развития (диаметры плеч и таза), описывающих пропорциональность

телосложения или координату узкоширококостности (экто-мезоморфии), имеющую прямое отношение к конституциональному статусу в целом, характерен менее интенсивный рост, существенно меньшие значения полового диморфизма и слабо выраженная возрастная интенсивность его динамики. Е.Н. Хрисанфова [Хрисанфова, 2003] высказывала предположение, что конституциональный полиморфизм может оказаться древнее, чем политипия *Homo sapiens*; начало его формирования восходит к раннему эректусу, тогда как большие расы современного человека формировались в постпалеолитическое время; поэтому можно предполагать, что раньше всего начала формироваться лептосомия/эктоморфия экваториалов. Для показателей жиротложения (жировая складка под лопаткой), возникшего как эволюционный энергетический ресурс организма в процессе освоения видом ойкумены, особенно актуальный для представителей женского пола в связи с процессами воспроизводства, на всем протяжении рассматриваемого периода отмечается «взрослый» статус полового диморфизма – величина размеров больше у девочек сравнительно с мальчиками, величина полового диморфизма соответственно имеет отрицательный знак, различия нарастают значительно с 12 лет в связи с активными пубертатными процессами у девочек. Полученные результаты соответствуют рассматриваемым в мировой литературе наиболее общим закономерностям динамики полового диморфизма соматических показателей детей, подтверждая ее волнообразность, привязку всплесков уровня полового диморфизма к наиболее бурным периодам развития в грудном и пубертатном возрастах, гетерогенность динамики соматических показателей и полового диморфизма показателей с разным биологическим содержанием. Принцип дифференциального участия разных систем признаков в формировании единого вектора полового диморфизма на примере рентгеноантропологических показателей обсужден подробно в работах О.М. Павловского [Павловский, 1981, 1987]; суммарная характеристика группы в связи с этим может быть искажена взаимным погашением различий в отдельных признаках при попытке объединения в единый показатель.



Одновременно итоги работы указывают на популяционную/выборочную специфику динамики полового диморфизма в отношении «критических возрастов» и количественных значений показателя полового диморфизма. Настоящая выборка может служить точкой отсчета или неким «эталоном» для оценки популяционной пространственно-временной изменчивости полового диморфизма размеров тела, что является предметом наших дальнейших исследований.

### Благодарности

Исследование выполнено в рамках темы НИР «Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)» (AAAA-A19-119013090163-2).

### Библиография

Боташева Т.Л., Ерофеев Н.П., Линде В.А., Капустин Е.А., с соавт. Половой диморфизм плода и его влияние на функциональные особенности системы крови женщин при физиологической беременности // Современные проблемы науки и образования, 2014. № 6. С. 1055.

Горбачева А.К., Сухова А.В., Федотова Т.К. Изменчивость полового диморфизма основных соматических показателей новорожденных в связи с секулярным фактором (по материалам РФ и бывшего СССР) // Новые исследования, 2021. № 2. С. 21–35. DOI: 10.46742/2072-8840-2021-66-2-21-35.

Дерябин В.Е. Морфологическая типология телосложения мужчин и женщин. М.: ВИНТИ РАН № 9-B2003. 2003.

Дерябин В.Е. Лекции по общей соматологии человека. Часть III. Некоторые вопросы вариации общего

телосложения, физическое развитие, соматологические явления полового диморфизма. М.: ООО Петруш. 2008.

Дерябин В.Е., Негашева М.А. Соматология московских студентов. М.: ВИНТИ № 397-B2005. 2005.

Дерябин В.Е., Федотова Т.К., Ямпольская Ю.А. Устойчивость морфологической структуры внутригрупповой изменчивости детей школьного возраста. М.: ВИНТИ № 50-B2006. 2006.

Зимина С.Н. Вариабельность полового диморфизма соматических признаков человека под влиянием факторов среды: Дисс. ... канд. биол. наук, 2019, 176 с.

Кульбак С. Теория информации и статистика. М.: Наука, 1967.

Матес П. Конституциональные типы женщин, в частности интерсексуальный тип. Киев: Наука и просвещение. 1927.

Павловский О.М. Межгрупповая оценка полового диморфизма в оссеографических показателях // Вопросы антропологии, 1981. Вып. 68. С. 3–23.

Павловский О.М. Биологический возраст человека. М.: Из-во Московского ун-та. 1987.

Федотова Т.К., Горбачева А.К. Изменчивость полового диморфизма основных антропометрических размеров тела новорожденных в связи со степенью урбанизации // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология, 2021. № 2. С. 21–34. DOI: 10.32521/2074-8132.2021.2.021-034.

Хрисанфова Е.Н. Конституциология // Антропология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: ВЛАДОС, 2003. С. 173–216.

### Сведения об авторах

Федотова Татьяна Константиновна, д.б.н.; ORCID ID: 0000-0001-7750-7924; [tatiana.fedotova@mail.ru](mailto:tatiana.fedotova@mail.ru);

Горбачева Анна Константиновна, к.б.н.; ORCID ID: 0000-0001-5201-7128; [angoria@yandex.ru](mailto:angoria@yandex.ru).

Поступила в редакцию 08.07.2021,  
принята к публикации 24.08.2021.

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K.

*Lomonosov Moscow State University, Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Mokhovaya st., 11, Moscow, 125009, Russia*

## AGE DYNAMICS OF SEXUAL DIMORPHISM OF ANTHROPOMETRIC DIMENSIONS THROUGH THE ASCENDING PERIOD OF ONTOGENESIS FROM 1 MONTH TO 17 YEARS (BASED ON MOSCOW DATA)

**Material and methods.** The “model” sample is based on the data of Moscow preschool and school children aged 1-17 years, examined by the authors in 2005-06. The data on infants aged 1-12 months is collected on base of the archives of Moscow maternity hospitals and children’s hospitals in 2007-08. The quantitative estimation of the value of sexual dimorphism is based on Kullback divergence, the analogue of Mahalanobis distance.

**Results.** For the total body dimensions (height, weight, chest girth) the pattern of dynamics of SD is similar. Through the first half of the infancy SD reaches 0.6-0.8 standard deviations. Further on SD decreases till minimal values of about 0.1-0.2 standard deviations at the age of 10-12 years. Up to 17 years, when boys experience yet active growth processes and outstrip the total body dimensions of girls, SD values increase. The values of biacromial diameter are slightly higher in boys as compared to girls through 1-13 years interval, further on SD increases to 2.3 standard deviations at 17 years of age. SD of biiliac diameter changes in a narrow corridor from -0.05 standard deviations at 11-15 years of age to 0.25 standard deviations at 6 and 17 years. The specificity of age dynamics of SD of subscapular skinfold is small negative values through the 1-12 years interval; after 12 years sexual differences increase significantly due to intensive accumulation of fat tissue in girls and reach -0.8 standard deviation up to 17 years of age.

**Conclusion.** Age variability is the important factor of the dynamics of SD of somatic traits through the whole ontogenesis and reflects sex differences in the ratio of morphofunctional differentiation during ascending ontogenesis section. Final peculiarities of SD are formed mainly in the adolescent period of ontogenesis. Dynamics of SD has differences for total body dimensions, indices of transversal skeletal development and indices of adiposity, having different adaptive sense.

**Keywords:** auxology; sexual dimorphism; Kullback divergence; total body dimensions; transversal skeletal development; skinfolds

## References

- Botasheva T.L., Ermolova N.V., Aleksandrova E.M., Palieva N.V., Frolova A.A. et al. Polovoy dimorfizm plods i ego vliyaniye na funktsionalniye osobennosti sistemi krovi pri fiziologicheskoy beremennosti [Sexual dimorphism of fetus and its influence on functional peculiarities of blood system of women through the physiological pregnancy]. *Sovremenniyye problems nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2014, 6, p. 1055. (In Russ.)
- Gorbacheva A.K., Sukhova A.V., Fedotova T.K. Izmenchivost polovogo dimorfizma osnovnykh somaticheskikh pokazateley novorozhdennykh v svyazi s sekulyarnym faktorom (po materialam RF I byvshego SSSR) [Variability of sexual dimorphism of main somatic traits of newborn in connection with the secular factor (on material of Russia and former USSR)]. *Novye issledovaniya* [New research], 2021, 2, pp. 21–35. DOI: 10.46742/2072-8840-2021-66-2-21-35. (In Russ.)
- Deryabin V.E. *Morfologicheskaya tipologiya teloslozeniya muzchin i zenshin* [Morphological typology of body built of males and females]. Moscow, VINITI RAS Publ., 2003. 290 p. (In Russ.)
- Deryabin V.E. *Lektsii po obschey somatologii cheloveka. Chast III. Nekotorye voprosy variatsii obshego teloslozheniya, fizicheskoe razvitiye, somatologicheskie yavleniya polovogo dimorfizma* [Lectures on common somatology of human. Part III. Some problems of variation of somatic constitution, physical development, somatic phenomena of sexual dimorphism]. Moscow, Petrorush Publ., 2008. 215 p. (In Russ.)
- Deryanin V.E., Negazheva M.A. *Somatologiya moskovskikh studentov* [Somatology of Moscow students]. Moscow, VINITI Publ., 2005. 230 p. (In Russ.)
- Deryabin V.E., Fedotova T.K., Yampolskaya Yu.A. *Ustoichivost morfologicheskoy strukturi vnutrigruppovoy izmenchivosti detey shkolnogo vozrasta* [Stability of morphological structure of intergroup variability of school children]. Moscow, VINITI Publ., 2006. 303 p. (In Russ.)
- Zimina S.N. *Variabelnost polovogo dimorfizma somaticheskikh priznakov cheloveka pod vliyaniem faktorov sredi* [Variability of sexual dimorphism of somatic traits under the influence of environment factors]. Dissertation PhD in Biology. Moscow, 2019. 176 p. (In Russ.)
- Kullback S. *Teoriya informazii i statistika* [Information Theory and Statistics]. Moscow, Nauka Publ., 1967. P. 408. (In Russ.)
- Mates. P. *Konstizionalniye tipi zhenshin, v chastnosti interseksualniy tip* [Constitutional types of females, in particular intersexual type]. Kiev, Nauka i prosveschenie Publ., 1927. 128 p. (In Russ.)
- Pavlovski O.M. *Mezgruppovaya otzhenka polovogo dimorfizma v osseograficheskikh pokazatelyakh* [Inter-group estimation of sexual dimorphism of osseographic indices]. *Voprosi antropologii* [Problems of anthropology], 1981, 68, pp. 3–23. (In Russ.)
- Khrisanfova E.N. *Constitutionologiya* [Constitutionology]. In *Antropologiya: Uchebnoye posobiye dla studentov uchebnikh zavedeniy* [Anthropology: Textbook for students of high school]. Moscow, VLADOS Publ., 2003, pp. 173–216. (In Russ.)
- Antoszevska A., Wolański N. Sexual dimorphism in newborns and adults. *Stud. Hum. Ecol.*, 1992, 10, pp. 23–38.
- Blum M. Estimating male and female height inequality. *Econ. Hum. Biol.*, 2014, 14, pp.103–108.
- Eveleth P.B. Differences between ethnic groups in sex dimorphism of adult height. *Ann. Hum. Biol.*, 1975, 2 (1), pp. 35–39. DOI: 10.1080/03014467500000541.
- Gonzalez T.L., Sun T., Koepfel A.F., Lee B., Wang E.T. et al. Sex differences in the late first trimester human placenta transcriptome. *Biol. Sex. Differ.*, 2018, 9 (1), pp. 1–23.
- Galjaard S., Ameye L., Lees C.C., Pexsters A., Bourne T. et al. Sex differences in fetal growth and immediate birth outcomes in a low-risk Caucasian population. *Biol. Sex. Differ.*, 2019, 10 (1), pp. 1–12.
- German A., Hochberg Z. Sexual Dimorphism of Size Ontogeny and Life History. *Front Pediatr.*, 2020, 8, p. 387.

- Greil H. Patterns of sexual dimorphism from birth to senescence. *Coll Anthropol.*, 2006, 30 (3), pp. 637–641.
- Greil H., Lange E. Sexual dimorphism from birth to age 60 in relation to the type of body shape. *Anthropol. Anz.*, 2007, 65 (1), pp. 61–73.
- Gustafsson A., Lindenfors P. Human size evolution: no evolutionary allometric relationship between male and female stature. *J. Hum. Evol.*, 2004, 47 (4), pp. 253–266. DOI: 10.1016/j.jhevol.2004.07.004.
- Gustafsson A., Werdelin L., Tullberg B.S., Lindenfors P. Stature and sexual stature dimorphism in Sweden, from the 10th to the end of the 20th century. *Amer. J. Hum. Biol.*, 2007, 19 (6), pp. 861–870. DOI: 10.1002/ajhb.20657.
- Marini E., Rebato E., Racugno W., Buffa R., Salces I. et al. Dispersion dimorphism in human populations. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2005, 127 (3), pp. 342–350. DOI: 10.1002/ajpa.20134.
- Ozer B.K., Sağır M., Ozer I. Secular changes in the height of the inhabitants of Anatolia (Turkey) from the 10th millennium B.C. to the 20th century A.D. *Econ. Hum. Biol.*, 2011, 9 (2), pp. 211–219. DOI: 10.1016/j.ehb.2010.12.003.
- Shin D.H., Oh C.S., Kim Y-S., Hwang Y-II. Ancient-to-modern secular changes in Korean stature. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2012, 147 (3), pp. 433–442. DOI: 10.1002/ajpa.22011.
- Tanner J.M. Current advances in the study of physique: photogrammetric anthropometry and an androgyny scale. *Lancet*, 1951, 1 (6654), pp. 574–579.
- Wells J.C.K. Sexual dimorphism of body composition. *Best Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab.*, 2007, 21 (3), pp. 415–430.
- Wells J.C.K. *The evolutionary biology of human body fatness: thrift and control*. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 2010. 382 p.
- Zerssen D. Dimensionen der morphologischen Habitusvariationen und ihre biometrische Erfassung. *Zeitschrift für menschlich Vererbungs und Konstitutionslehre*, 1964, Bd. 37, pp. 611–625.

#### Information about Authors

Fedotova Tatiana K, PhD., D. Sc.;  
 ORCID ID: 0000-0001-7750-7924;  
 tatiana.fedotova@mail.ru;  
 Gorbacheva Anna K., PhD.;  
 ORCID ID: 0000-0001-5201-7128; angoria@yandex.ru.