

Горбачева А.К., Федотова Т.К.

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

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА РАЗМЕРОВ ТЕЛА В СВЯЗИ С ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ В ГРУДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА

Введение. Рассматривается динамика полового диморфизма четырех основных антропометрических показателей детей в возрасте 12 месяцев в связи с экзогенными факторами разной природы.

Материалы и методы. Объектом исследования является изменчивость полового диморфизма длины и массы тела, обхватов головы и груди 12-месячных детей. К анализу привлечены 50 городских выборок 1960-1970 гг. Данные получены из сборников материалов НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков 1962, 1965, 1977 г. Для количественной оценки величины полового диморфизма использована дивергенция Кульбака. Блок изученных факторов включает показатели разных областей антропогенной деятельности (степень загрязнения воды, выбросы в атмосферу, плотность населения и т.д.), а также климатические факторы (географическая широта населенного пункта, характеризующая режим светового дня и отчасти уровень инсоляции, диапазон разности минимальных и максимальных годовых температур, минимальная температура января). Оценку направления и уровня ассоциаций полового диморфизма антропометрических показателей и экологических параметров проводили с использованием классического корреляционного анализа. Все вычисления проводились с использованием программы Statistica 10.

Результаты. Предварительный факторный анализ рассматриваемых экзогенных факторов позволил выделить 4 фактора, в совокупности описывающие 79% изменчивости параметров экологической ниши места жительства. Доминирующей характеристикой городской экологической ниши является переменная численности населения. Корреляции полового диморфизма размеров тела годовалых детей с наиболее информативными экологическими факторами, отобранными по результатам факторного анализа, оказались недостоверны, однако оценка их знака для ряда пар признаков показала, что для полового диморфизма весоростовых показателей связи с экзогенными факторами имеют преимущественно отрицательное направление, для полового диморфизма обхватных размеров преимущественно положительное направление. Т.е. весоростовые показатели оказываются более экочувствительными у девочек, обхватные размеры – у мальчиков. Факт доминирующей роли численности населения в формировании соматического статуса годовалых детей подтвержден изменением направления связей полового диморфизма с такими факторами, как уровень загрязнения сточных вод, объем выбросов в атмосферу при исключении из набора выборок мегаполисов.

Заключение. Основной результат настоящего исследования – разная по полу фенотипическая пластичность соматических показателей в младенческом возрасте. Для урбанизированных выборок 1970х особенности соматического статуса связаны в первую очередь с численностью населения городской агломерации.

Ключевые слова: антропология; ауксология; 12-месячные дети; межполовые различия; антропогенные факторы; климатические факторы

Введение

Изменчивость полового диморфизма размеров тела, как аспект межпопуляционной изменчивости соматического статуса человеческих популяций, является следствием дифференцированного влияния факторов среды на морфологические показатели мужчин и женщин, неодинаковой экочувствительности и фенотипической пластичности мужского и женского организмов. Эта тема имеет свою историю и традиции в мировой литературе. Их истоки восходят к правилу Бергмана, или Бергмана-Аллена [Bergmann, 1847; Allen, 1871], рассматривающих влияние климата на размеры тела; и правилу Рэнша [Rensch, 1938], трактуемому половой диморфизм в связи с абсолютными значениями размеров тела. На сегодняшний день объектом изучения являются вариации ПД разных соматических характеристик организма (длины тела, пропорций тела, геометрии таза, жиротложения, соотношения жировой массы как энергетического ресурса и тощей массы тела как физического статуса; возрастной динамики паттернов роста и пубертатного ростового скачка у детей) в связи с большим спектром антропогенных и климатогеографических факторов. Рассматриваемые факторы усиливают или ослабляют влияние друг друга, действуют антагонистически или синергично, как, например, межпопуляционная социальная дифференциация и географическая широта в отношении ПД по длине тела [Wolfe, Gray, 1982; Pomeroy et al., 2021]. Основной итог этих работ – вывод о неслучайности половых различий соматических размеров и их вариабельности в процессе адаптации к комплексу факторов среды [Чижикова, Смирнова, 2005; Гудкова с соавт., 2012; Зимина, 2019; Stini, 1972; Stinton, 1985; Leonard et al., 1990; Buffa et al., 2001; Gustafsson, Lindenfors, 2009; Stulp et al., 2012; Wells, 2012; Betti et al., 2013; Nikitovic, Bogin, 2014; Camara, 2015; Morrow, 2015; Koepeke et al., 2018; Wells et al., 2019; Waxenbaum, Feiler, 2020].

В объективе исследований дифференцированной по полу фенотипической пластичности чаще оказывается взрослое население с выраженными половыми соматическими различиями. Цель настоящего исследования – системная количественная оценка межгруппового разнообразия уровней половых различий антропометрических показателей грудных детей (длина тела, масса тела, обхват груди, обхват головы) в связи со спектром антропогенных факторов и набо-

ром климатогеографических факторов. Или, формулируя иначе, оценка информативности полового диморфизма размеров тела в грудном возрасте как независимого индикатора качества среды/экологической ниши.

Материалы и методы

Объектом исследования является изменчивость полового диморфизма основных антропометрических показателей – длина и масса тела и обхваты головы и груди. К анализу привлечены 50 выборок 12-месячных детей. Все выборки городские, что увеличивает гомогенность материала. Исторический период обследования ограничен 1960ми-началом 1970х гг. для исключения возможного влияния секулярного фактора. Материалы для анализа заимствованы преимущественно из сборников по физическому развитию детей и подростков городов и сельских местностей РФ и СССР; данные собраны и обработаны по единым стандартам НИИ гигиены охраны здоровья детей и подростков и в силу этого абсолютно сравнимы [Материалы..., 1962, 1965, 1977]. Во всех выборках содержится минимальный необходимый набор статистических характеристик: численности половозрастных групп, средние арифметические величины и средние квадратические отклонения для каждого из рассматриваемых показателей. Некоторые антропоэкологические корреляции дополнительно посчитаны на материалах славянских выборок 2000х, N=12, заимствованных из тех же сборников по физическому развитию детей и подростков [Физическое... 2013, 2019], собственных архивов авторов, публикаций белорусских коллег [Боом, 2020, 2021; Козловский с соавт., 2021].

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 о степени достоверности морфологических различий – случайная величина нормированных различий при объемах выборок около 100 наблюдений имеет уровень примерно 0,2–0,3 сигмы, неслучайная превышает уровень 0,3 сигмы.

Блок антропогенных факторов охватывает разные области антропогенной деятельности, показатели наиболее часто упоминаются в антропоэкологических работах, например, в атласе “Окружающая среда и здоровье населения России” [Прохоров, 1995; Фешбах с соавт., 1995]. В их числе: 1 – загрязнение воды – сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в пересчете на душу населения, м³/год, в баллах (1–7), и в м³/км² в год; 2 – выбросы в атмосферу – выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, тыс. тонн, в баллах (1–7); 3 – плотность населения (человек/кв. км); 4 – доходы населения – официальные денежные доходы в процентах к прожиточному минимуму; 5 – численность населения; 6 – детская онкология как маркер уровня антропогенного стресса – заболеваемость детей злокачественными образованиями на 100 тыс. населения, в баллах (1–7); 7 – сердечно-сосудистые заболевания взрослых как индикатор уровня антропогенного стресса – заболеваемость болезнями системы кровообращения на 1000 человек, в баллах (1–7); 8 – гармоничность социальной структуры населения как сбалансированность структуры населения по полу, возрасту, расселению, миграционной подвижности в баллах. В предшествующих работах авторы дополнительно привлекали такие показатели, как медико-экологический тип региона, антропогенная нарушенность экосистемы как процент антропогенно трансформированных экосистем, однако их информативность для подобных исследований оказалась невысока.

В блок климатогеографических параметров включены факторы, информативность которых показана в целом ряде ретроспективных исследований. 1 – географическая широта населенного пункта, характеризующая режим светового дня и отчасти уровень инсоляции (северо-южный градиент соматической изменчивости); интересно, что в работах на взрослом контингенте показано, что макси-

мальный уровень связи с широтой как длины тела мужчин и женщин, так и ПД по длине тела, фиксируется на расстоянии 40 градусов от экватора [Gustafsson, Lindenfors, 2009]; 2 – диапазон разности минимальных и максимальных годовых температур (января и июля) как показатель экологического дискомфорта; 3 – минимальная температура января также как показатель экологического дискомфорта. Источником этой информации являются электронные базы данных [Метеоархивы, 2021, Погода и климат, 2021]. Свой вклад в телосложение, по результатам некоторых работ, вносит также среднее ежегодное количество осадков [Wells et al., 2019], однако приведенное исследование гораздо более масштабно сравнительно с нашим, охватывает большой блок популяций мира (133 мужских и 105 женских) и несравнимо более широкую гамму климатических условий. Ранее на наших российских материалах авторами было показано отсутствие значительной связи показателей влажности климата с абсолютными значениями размеров тела детей разного возраста, в том числе грудного. Для оценки направления и уровня ассоциаций ПД антропометрических показателей и экологических параметров использовался классический корреляционный анализ для попарных сочетаний признаков в возрастнo-половых группах 12-месячных детей. Возраст 12 месяцев выбран как часть грудного периода с наиболее устойчивой (определившейся) структурой межиндивидуальных и межгрупповых различий в сравнении с предшествующими возрастными периодами младенческого периода 1–11 месяцев.

Результаты

Прежде чем переходить к изучению антропоэкологических ассоциаций, авторами был осуществлен факторный анализ рассматриваемых экзогенных факторов разной природы (табл. 1) для установления наиболее информативных/значимых экологических маркеров в системе характеристик экологической ниши городских популяций. К анализу привлечены выборки русских 12-месячных младенцев с полными комплектами данных по экологическим факторам. Рассматриваются первые четыре фактора в соответствии с критерием отсеивания Кеттелла.

Фактор 1 антропогенный, фактор величины городской агломерации, или степени урбанизации, с максимальной достоверной положительной нагрузкой уровня 0,90 на численность населения и нагрузками практически того же

уровня на показатели плотности населения (0,84), доходы населения (0,89), частоту сердечно-сосудистых заболеваний как маркера уровня антропогенного стресса (0,80). Фактор 2 климатический, фактор с высокими нагрузками на показатель диапазона годовых температур (–0,95) и минимальную среднюю температуру января (0,92); оба показателя характеризуют дискомфортность климата. Фактор 3 антропогенный, фактор техногенных загрязнений с высокой нагрузкой на загрязнение воды (0,90) и недостоверной, но тоже не маленькой нагрузкой на детскую онкологию (0,47). Этот результат, видимо, не случаен, поскольку одним из факторов детской онкологии является техногенное загрязнение среды. Фактор 4 – комбинированный фактор техногенных загрязнений атмосферы и географической широты с максимальными достоверными нагрузками на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и географическую широту, обе нагрузки отрицательные, –0,95 и –0,71 соответственно. Такое неожиданное соединение показателей разного содержания в факторе 4 связано с тем, что северные города в числе наших выборок не только расположены в зонах экстремальных климатических условий, но и являются промышленными центрами с неблагоприятной экологической обстановкой, например, Норильск. В совокупности четыре фактора описывают 79% изменчивости параметров экологической ниши места жительства. Очевидно, что доминирующей характеристикой городской экологической ниши является переменная численности населения – показатель, имеющий наибольшую нагрузку на фактор величины городской агломерации, описывающий максимальную долю общей изменчивости показателей ниши развития.

Корреляции ПД размеров тела годовалых детей с экологическими факторами разной природы, отобранными по результатам факторного анализа, имеют уровень порядка $\pm(0,2-0,3)$, недостоверны и носят характер тенденций. Однако оценка их знака для ряда пар признаков выявила интересную и очевидно неслучайную картину, представленную в таблице 2, где положительные тенденции отмечены соответственно знаком «+», отрицательные тенденции знаком «–». Для ПД весоростовых (габаритных) показателей связи с экзогенными факторами имеют преимущественно отрицательное направление, для ПД обхватных размеров (показателей пропорциональности телосложения) преимущественно положительное направление. Т.е. весоростовые показатели оказываются более экокчувствительными у девочек; например, с увеличением степени урбанизации (индикаторы: численность и плотность населения) длина и масса тела прирастают быстрее у девочек, чем у мальчиков, и ПД уменьшается. У мальчиков более экокчувствительными оказываются обхватные размеры, они интенсивнее, чем у девочек, изменяются в связи с тем же увеличением степени урбанизации (как пример), и ПД растет. К этому эффекту мы вернемся в разделе Обсуждение.

Поскольку численность населения, как показано в начале раздела Результаты, является доминирующей характеристикой экологической ниши городских выборок, нельзя было не оценить, меняется ли уровень и направление связи показателя ПД соматических размеров с экзогенными факторами при анализе всего набора выборок, и при исключении из этого набора многомиллионного мегаполиса Москва. Присутствие

Таблица 1. Результаты факторного анализа комплекса экзогенных факторов. Жирным шрифтом и значком * обозначены достоверные нагрузки

Table 1. Results of factor analysis of exogenous factors complex. The significant loadings marked with bold font and *

Параметры	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Плотность населения	0,84*	–0,09	0,02	–0,30
Численность населения	0,90*	0,08	0,20	0,06
Загрязненность вод	0,12	0,04	0,90*	0,11
Объем выбросов в атмосферу	–0,01	–0,09	–0,17	–0,95*
Гарм. социальной структуры	–0,23	0,01	–0,67	0,20
Доходы	0,89*	–0,00	0,21	0,03
Частота детской онкологии	0,26	0,20	0,47	0,21
Частота серд-сос. заб. у взрослых	0,80*	0,42	–0,05	0,08
Диапазон температур	–0,08	–0,95*	–0,19	0,04
Мин. t января	0,06	0,92*	–0,15	0,32
Геогр. широта	0,15	–0,33	0,35	–0,71*
Доля изменчивости	0,28	0,19	0,16	0,16

Москвы должно максимально минимизировать масштаб различий между выборками небольших городов 1960х-1970х годов, численностью, в основном, до полумиллиона. От набора задействованных в анализе выборок действительно может зависеть направление антропоэкологических связей. В качестве примера приводим корреляции ПД размеров тела с показателями уровня техногенных загрязнений воды (рис. 1 и 2). Корреляция ПД обхвата головы и обхвата груди с уровнем загрязнения воды при исключении из анализа мегаполисов Москвы и Ленинграда имеет отрицательное направление ($r = -0,51$). В присутствии многомиллионных городов корреляция становится положительной ($r = 0,40$). Это свидетельствует, видимо, что именно степень урбанизации играет определяющую роль в формировании изменчи-

вости соматических показателей годовалых детей в городской среде. Аналогичная ситуация с анализом связи ПД размеров тела и атмосферными выбросами – исключение из набора выборок экстремально урбанизированного мегаполиса Москвы и заполярного Норильска с экстремально неблагоприятной экологической обстановкой (выбросы загрязняющих веществ) вносят коррективы в направление и уровень связи ПД соматических показателей с фактором техногенного загрязнения атмосферы.

Обсуждение

Что касается результатов факторного анализа экологических переменных ниши развития, то совокупность факторов ожидаемо разбилась на группы разной природы: фактор величины го-

Таблица 2. Направление динамики ПД размеров тела годовалых детей в зависимости от экологических факторов разной природы

Table 2. The direction of dynamics of body dimensions SD of infants in connection with ecological factors of different genesis

	Длина тела	Масса тела	Обхват груди	Обхват головы
Численность населения	—	—	+	+
Плотность населения	—	+	+	+
Широта местности	—	—	+	+
Мин. t января	+	—	—	—
Размах мин. и макс. t	—	+	+	+
Атмосф. выбросы	—	+	+	+

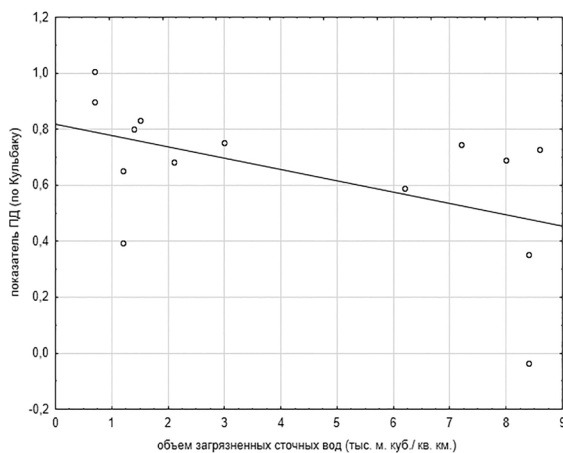


Рисунок 1. Динамика ПД обхвата головы годовалых детей (ось Y), обследованных в 1960–1970х гг., в связи с объемом сбрасываемых сточных вод (m^3/km^2 в год; ось X). Из анализа исключены выборки Москвы и Ленинграда

Figure 1. Dynamics of head girth SD of infants (Y axis), observed in 1960–1970th, in connection with volume of polluted wastewater (m^3/km^2 per year; X axis). Samples of Moscow and Leningrad are excluded from analysis

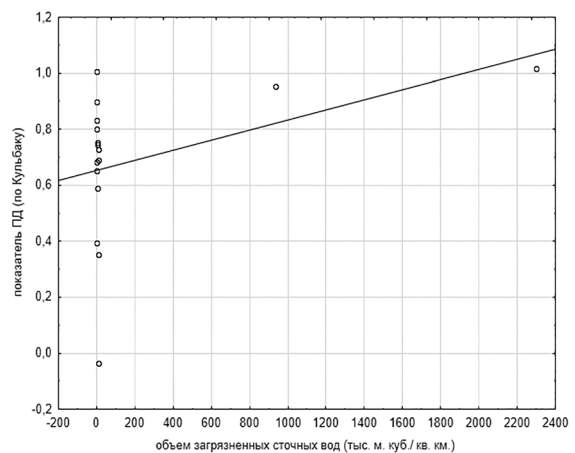


Рисунок 2. Динамика ПД обхвата головы годовалых детей (ось Y), обследованных в 1960–1970х гг., в связи с объемом сбрасываемых сточных вод (m^3/km^2 в год; ось X). В анализ включены выборки Москвы и Ленинграда

Figure 2. Dynamics of head girth SD of infants (Y axis), observed in 1960–1970th, in connection with volume of polluted wastewater (m^3/km^2 per year; X axis). Samples of Moscow and Leningrad are included in analysis

родской агломерации, фактор дискомфорта климата, фактор техногенных загрязнений среды и фактор географической широты. Этот результат позволит в последующих работах при рассмотрении ПД как индикатора уровня антропогенного и природного стресса для городских детей других возрастных периодов не перебирать снова все возможные экологические факторы соматической изменчивости, но ограничиться основными индикаторами уровня антропогенного стресса (численность населения и уровень техногенных загрязнений) и уровня природного стресса (географическая широта и минимальная температура января). Ранее при рассмотрении пространственных вариаций абсолютных значений соматических показателей у детей городов РФ было показано, что антропогенные факторы, в частности, численность населения места жительства выборки, вносят большой вклад в соматическое разнообразие сравнительно с климатическими, 10–11% и 7% соответственно [Федотова с соавт., 2019]. Итоги настоящей работы на материалах грудного периода онтогенеза синхронизируются с этими ранее полученными результатами: корреляции ПД соматических размеров также более чувствительны к антропогенному фактору численности населения. Именно так можно интерпретировать тот факт, что при включении в массив данных выборки мегаполиса с многомиллионным населением, его высокая степень урбанизации оказывается доминирующим фактором и затушевывает картину связей ПД с другими факторами, полученную для набора сравнительно небольших городов с численностью населения до полумиллиона. Явную ассоциированность морфологического статуса жителей городов РФ (взрослого мужского населения) с численностью населения городов в 1970х отмечает В.Е. Дерябин, [Дерябин, 2009]; уточняя, что эта ассоциированность носит примерно прямолинейный характер. Включение в анализ мегаполиса Москвы при работе с ростовыми исследованиями 1960х-1970х минимизирует масштаб реальных экологических различий между небольшими провинциальными городами. Но и для материалов 2000х годов сохраняется тот же эффект; в 1970х годах размах вариаций численности населения привлеченных городов составляет от менее полумиллиона до 5 млн (Москва), а в 2000х – от миллиона-полутора до 12,5 млн (Москва), т.е. по-прежнему очень значителен. В качестве примера приводим корреляции ПД длины тела с численностью населения

места жительства, и абсолютных значений длины тела у девочек и мальчиков с численностью населения, для выборок годовалых детей 2000х годов обследования, с включением выборки Москвы (рис. 3) и без ее включения (рис. 4). Направление корреляции ПД длины тела с численностью населения отрицательное при включении московской выборки и положительное при исключении московской выборки из массива данных, хотя в обоих случаях корреляции по-прежнему не достоверны. На рисунках видно, что корреляции абсолютных значений длины тела с показателями численности населения для мальчиков практически не меняются вне зависимости от набора выборок (0,05–0,08). Однако у девочек направление корреляций изменяется с положительного на отрицательное, по этой причине изменяется направление связи ПД длины тела и численности населения. Этот эффект можно считать подтверждением тезиса, что у девочек грудного возраста выше чувствительность весоростовых показателей к влиянию средовых факторов, чем у мальчиков.

Анализ направления связей ПД антропометрических показателей с экзогенными факторами в целом свидетельствует о разной по полу фенотипической пластичности – большая реактивность габаритных размеров тела у девочек и большая реактивность показателей пропорциональности у мальчиков; различия носят характер тенденций. Однако для взрослого населения в литературе показана дифференцированная по полу фенотипическая пластичность достоверного уровня, в частности, диспропорционально большая пластичность жировотложения у женского пола и диспропорционально большая пластичность тощей массы у мужского [Wells, 2012]. Картина для выборок дефинитивного возраста и для грудного возраста в нашем исследовании не тождественна, однако сам факт разной экочувствительности по полу подтверждается и на старте постнатального онтогенеза. Дифференцированная по полу экочувствительность соматических показателей детей грудного возраста обсуждается в ряде работ белорусских коллег. Для детей первого года жизни г. Гомеля (Беларусь) отмечены неравномерные темпы ростовой динамики и зависимость показателей от пола [Козловский с соавт., 2022] для выборок 2008 и 2018 гг. обследования. Дифференцированная по полу чувствительность/реакция соматических показателей грудных детей в связи со степенью урбанизации места жительства и типом вскармливания показана для младенцев белорусских городов Барановичи и Минск при сравнении с мегаполисом Москва (РФ)

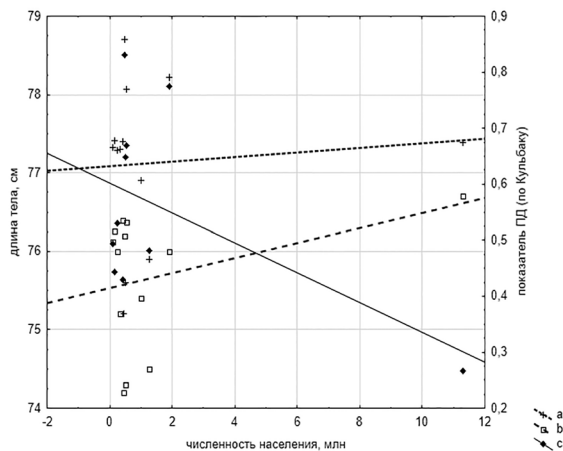


Рисунок 3. Динамика длины тела годовалых мальчиков (а) и девочек (б) (левая ось Y), обследованных в 2000х гг., и ПД длины тела (с) (правая ось Y) годовалых детей в связи с численностью населения (ось X)

Figure 3. Dynamics of body height of boys (a) and girls (b) of 12 months old (left Y axis), observed in 2000th, and SD of body height (c) (right Y axis) in connection with number of population (X axis)

[Боом, 2020]. У мальчиков урбанизированного г. Минска в первые три года жизни соматометрические показатели выше по сравнению с ровесниками из провинциального г. Барановичи; у девочек выявлена альтернативная картина [Боом, 2021].

Заключение

Очевидно, что для получения более четкой картины влияния экзогенных факторов разной природы на уровень ПД соматических размеров грудных детей, имеющих в процессе роста и развития на старте постнатального онтогенеза достаточно «скромные» половые различия, требуется более тщательная организация материала. Например, при анализе изменчивости ПД соматических показателей в связи со степенью урбанизации места жительства необходимо нивелировать или минимизировать влияние климатогеографических факторов, и, наоборот, при изучении влияния климатогеографических параметров на ПД соматических размеров необходимо нивелировать влияние антропогенных, в частности, степени урбанизации; в целом минимизировать влияние «прочих» возможных факторов соматической изменчивости при изучении влияния одного конкретного. Эта задача будет реализована в следующей работе авторов, посвященной возрастной динамике ПД соматических размеров

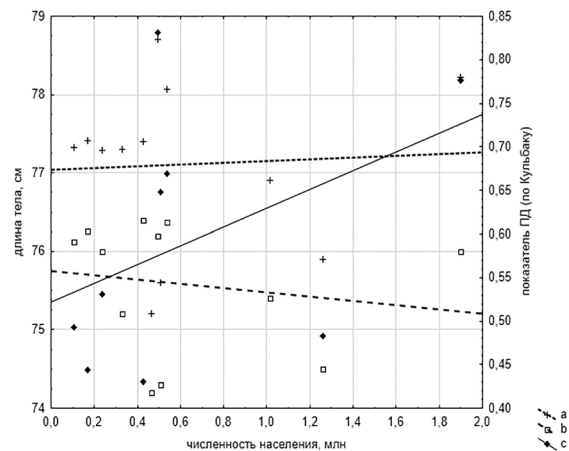


Рисунок 4. Динамика длины тела годовалых мальчиков (а) и девочек (б) (левая ось Y), обследованных в 2000х гг., и ПД длины тела (с) (правая ось Y) годовалых детей в связи с численностью населения (ось X).

Выборка Москвы исключена из анализа
Figure 4. Dynamics of body height of boys (a) and girls (b) of 12 months old (left Y axis), observed in 2000th, and SD of body height (c) (right Y axis) in connection with number of population (X axis).
Sample of Moscow is excluded from analysis

младенцев на интервале 0/1–12 месяцев в отдельных экологических нишах.

Основной результат настоящего исследования – разная по полу фенотипическая пластичность соматических показателей в младенческом возрасте; большая пластичность к факторам среды габаритных размеров тела (длины и массы) у девочек и, в свою очередь, большая пластичность к факторам среды показателей пропорциональности (обхватов головы и груди) у мальчиков. Эти различия не так значимы, как в дефинитивном возрасте, носят характер тенденции, однако и в грудном возрасте изменчивость ПД размеров тела может служить индикатором особенностей экологической ниши места жительства и уровня стресса, характеризующего эту нишу. Нельзя также не отметить еще раз факт, что для урбанизированных выборок 1970х годов особенности соматического статуса связаны в первую очередь с численностью населения городской агломерации – интегрального показателя степени урбанизации, маркирующего уровень антропогенного стресса.

Благодарности

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

Библиография

Боом Ю.В. Физическое развитие современных новорожденных города Минска // Актуальные вопросы антропологии: сборник научных трудов. Институт истории НАН Беларуси, 2020. С. 210–220.

Боом Ю.В. Влияние уровня урбанизации на основные показатели физического развития городских детей Беларуси первых трех лет жизни // Инновации и актуальные проблемы морфологии: сборник научных статей. Минск: БГМУ. 2021. С. 55–59.

Гудкова Л.К., Перевозчиков И.В., Балахонова Е.И., Кочеткова Н.И., Маурер А.М. с соавт. Антропология мигрантов Камчатки // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2012. № 1. С. 17–32.

Дерябин В.Е. Соматология мужчин СССР середины 1970-х годов. М.: Параллели. 2009.

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

Козловский А.А., Мельник В.А., Козловский Д.А. Мониторинг антропометрических показателей физического развития детей первого года жизни в Республике Беларусь // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2022. № 1. С. 65–76.

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

Материалы по физическому развитию детей и подростков. Вып.1. / Ред. Гольдфельд А.Я., Мерков А.М., Цейтлин А.Г. М.: Медгиз. 1962.

Материалы по физическому развитию детей и подростков городов и сельских местностей СССР. Вып. 2. / Ред. Гольдфельд А.Я., Мерков А.М., Цейтлин А.Г. Ленинград: Медицина. 1965.

Материалы по физическому развитию детей и подростков городов и сельских местностей СССР. Вып. III. / Ред. А.М. Мерков, А.Ф. Серенко, Г.Н. Сердюковская. М.: Медицина. 1977.

Метеоархивы 1. Электронный ресурс. URL: <http://aisori.meteo.ru/ClsprR> (дата обращения – 27.01.2021).

Погода и климат. Электронный ресурс. URL: <http://pogoda.ru.net> (дата обращения – 27.01.2021).

Прохоров Б.Б. Атлас «Окружающая среда и здоровье населения России». М.: ПАИМС. 1995.

Федотова Т.К., Горбачева А.К., Сухова А.В. Пространственные вариации соматических показателей детей в возрасте первого и второго детства в связи с антропогенными и климатогеографическими факторами // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2019. № 1. С. 49–61.

Фешбах М., Абросимова Ю.Е., Артюхов В.В., Ермаков С.П., Мартынов А.С. с соавт. Окружающая среда и здоровье населения России. М.: ПАИМС. 1995.

Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации. Сборник материалов. Вып. VI. / Ред. А.А. Баранов, В.Р. Кучма. М.: Педиатр, 2013.

Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации. Вып. VII. Учебное пособие. / Ред. В.Р. Кучма, Н.А. Скоблина, О.Ю. Милушкина. М., 2019.

Чижикова Т.П., Смирнова Н.С. Изменчивость соматических характеристик как показатель состояния популяции // Вопросы антропологии, 2005. Вып. 92. С. 165–175.

Сведения об авторах

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

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

Поступила в редакцию 14.04.2022,
принята к публикации 16.05.2022.

Gorbacheva A.K., Fedotova T.K.

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

SEXUAL DIMORPHISM OF BODY DIMENSIONS VARIABILITY IN CONNECTION WITH ECOLOGICAL FACTORS IN INFANT PERIOD OF ONTOGENESIS

Introduction. Dynamics of sexual dimorphism, SD, of 4 main anthropometric dimensions of 12 months old children in connection with different exogenous factors is under discussion.

Materials and methods. The object of the investigation is SD variability of height, weight, chest and head girths of 12-months-old children 50 urban groups examined in 1960th-1970th are analysed. Data is borrowed from textbooks on physical development, published by Research Institute of Hygiene and Health of Children and Adolescents (1962, 1965, 1977 years). The quantitative estimation of the value of SD is based on Kullback divergence. The exogenous factors block includes different anthropogenic factors (water pollution level, air pollution, population density etc.) and climatic factors (geographical latitude of locality as characteristic of daylight duration and partly insolation level, difference between minimal and maximal year temperature values, minimal temperature of January). The estimation of direction and level of associations between somatic parameters SD and ecological factors was held using correlation analysis. Program package Statistica 10 was applied.

Results. The preliminary factor analysis of considered exogenous factors extracted 4 factors, covering 79% of variability of ecological niche parameters in total. Dominant role of population size as characteristic of urban ecological niche was shown. Correlations of somatic dimensions SD of 12-months-old children with most significant ecological parameters, selected by means of factor analysis, were insignificant, but evaluation of their direction for different pairs of characteristic reveals, that for SD of height and weight associations with exogenous factors are negative, for SD of girths – are positive. Hence such body parameters as height and weight are more ecosensitive for girls, while head and chest girths for boys. The dominant role of population size characteristic in somatic variability of 1-year-old children is proved by changing of direction of correlations between SD levels and such factors as water and air pollution when megalopolises are excluded from the sample sets.

Conclusion. The main result of the study is different by sex phenotype plasticity of somatic parameters in infancy. It has been revealed also that somatic status of urban samples of 1970th is associated mainly with population size.

Keywords: human biology; auxology; 12-months-old children; sex differences; anthropogenic factors; climatic factors

References

- Boom Yu.V. Fizicheskoe razvitiye sovremennykh novorozhdennykh goroda Minska [Physical development of modern newborns of Minsk]. *Aktualnye voprosy antropologii: sbornik nauchnykh trudov. Institut istorii NAN Belarusi* [Actual problems of anthropology: collection of proceedings. Institute of history of the National Academy of Sciences of Belarus], 2020, pp. 210–220. (In Russ.).
- Boom Yu.V. Vliyaniye urovnya urbanizatsii na osnovnyye pokazately fizicheskogo razvitiya gorodskikh detey Belarusi pervykh trekh let zhizni [The influence of the level of urbanization on the main indicators of physical development of urban children of Belarus in the first three years of life]. In *Innovatsii i aktual'nye problemy morfologii: sbornik nauchnykh statej* [Innovations and actual problems of morphology: collection of scientific articles]. Minsk, BSMU Publ., 2021. pp. 55–59. (In Russ.).
- Gudkova L.K., Perevozchikov I.V., Balahonova E.I., Kochetkova N.I., Maurer A.M. et al. Antropologiya migrantov Kamchatki [Anthropology of Kamchatka migrants]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2012, 1, pp. 17–32. (In Russ.).
- Deryabin V.E. *Somatologiya muzhchin SSSR sere diny 1970-h godov* [Somatology of USSR males of mid-1970s]. Moscow, Paralleli Publ., 2009. 258 p. (In Russ.).
- Zimina S.N. *Variabelnost polovogo dimorfizma somaticheskikh priznakov cheloveka pod vliyaniyem faktorov sredi* [Variability of sexual dimorphism of somatic traits under the influence of environment factors]. PhD in Biology Dissertation. Moscow, 2019. 176 p. (In Russ.).
- Kozlovsky A.A., Melnik V.A., Kozlovsky D.A. Monitoring antropometricheskikh pokazateley fizicheskogo razvitiya detey pervogo goda zhizni v Respublike Belarus [Monitoring of anthropometric parameters of physical development of infants of Republic of Belarus]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2022, 1, pp. 65–76. (In Russ.).
- Kullback S. *Teoriya informatsii i statistika* [Information Theory and Statistics]. Moscow, Nauka Publ., 1967. 408 p. (In Russ.).
- Materialy po fizicheskomu razvitiyu detey i podrostkov. Vypusk I* [Materials on physical development of children and adolescents. Issue I]. Eds: A.Ya. Goldfeld, A.M. Merkov, A.G. Tseytlin. Moscow, Medgiz Publ., 1962. 375 p. (In Russ.).
- Materialy po fizicheskomu razvitiyu detey i podrostkov gorodov i selskikh mestnostey SSSR. Vypusk 2* [Materials on physical development of children and adolescents of cities and rural regions of the USSR. Issue 2]. Eds: A.Ya. Goldfeld, A.M. Merkov, A.G. Tzeytlin. Leningrad, Meditsina Publ., 1965. 670 p. (In Russ.).
- Materialy po fizicheskomu razvitiyu detey i podrostkov gorodov i selskikh mestnostey SSSR. Vypusk III* [Materials on physical development of children and adolescents of cities and rural regions of the USSR. Issue III]. Eds: A.M. Merkov, A.F. Serenko, G.N. Serdukovskaya. Moscow, Meditsina Publ., 1977. 496 p. (In Russ.).
- Meteoarkhivi 1*. Available at: <http://aisori.meteo.ru/CispR>. Accessed 27.01.2021.
- Pogoda i klimat*. Available at: <http://pogoda.ru.net>. Accessed 27.11.2021.
- Prokhorov B.A. *Atlas «Okruzhayushchaya sreda i zdorovie naseleniya Rossii»* [Atlas «Environment and health of the population of Russia»]. Moscow, PAIMS Publ., 1995. 448 p. (In Russ.).
- Fedotova T.K., Gorbacheva A.K., Sukhova A.V. Prostranstvennyye variatsii somaticheskikh pokazateley detey v vozraste pervogo i vtorogo detstva v svyazi s antropogennymi i klimatogeograficheskimi faktorami [Spatial variations of anthropometric dimensions of children of first and second childhood in connection with anthropogenic, climatic and geographical factors]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2019, 1, pp. 49–61. (In Russ.).
- Feshbah M., Abrosimova Yu.E., Artyuhov V.V., Ermakov S.P., Martynov A.S. et al. *Okruzhayushchaya sreda i zdorovye naseleniya Rossii* [Environmental and health of Russian population]. Moscow, PAIMS Publ., 1995. 448 p. (In Russ.).
- Fizicheskoe razvitiye detey i podrostkov Rossiyskoy Federatsii. Sbornik materialov. Vypusk VI* [Physical development of children and adolescents of Russian Federation. Collection of materials. Issue VI]. Eds: A.A. Bara-

nov, V.R. Kuchma. Moscow, Pediatr Publ., 2013. 191 p. (In Russ.).

Fizicheskoe razvitiye detey i podrostkov Rossiyskoy Federatsii. Vypusk VII. Uchebnoe posobie [Physical development of children and adolescents of Russian Federation. Issue VII. Text book]. Eds: V.R. Kuchma, N.A. Skobolina, O.Yu. Milushkina. Moscow, Littera Publ., 2019. 176 p. (In Russ.).

Chizhikova T.P., Smirnova N.S. Izmenchivost somaticheskikh harakteristik kak pokazatel sostoyaniya populyatsii [variability of somatic characteristics as indicator of status of population]. *Voprosy antropologii* [Problems of Anthropology], 2005, 92, pp. 165–175. (In Russ.).

Allen J.A. The influence of physical conditions in the genesis of species. *Radic. Rev.*, 1877, 1, pp. 108–140.

Bergmann C. Über die Verhältnisse der Warmeökonomie der thiere zu ihrer grosse. *Göttingen Stud.*, 1847, 1, pp. 595–708.

Betti L., von Cramon-Taubadel N., Manica A., Lycett S.J. Global Geometric morphometric analyses of the human pelvis reveal substantial neutral population history effects, even across sexes. *PLoS One*, 2013, 8 (2), pp. 1–10. DOI: 10.1371/journal.pone.0055909.

Buffa R., Marini E.M., Floris G. Variation in sexual dimorphism in relation to physical activity. *Am. J. Hum. Biol.*, 2001, 13, pp. 341–348.

Camara A.D. A biosocial approach to living conditions: inter-generational changes of stature dimorphism in 20th-century Spain. *Ann. Hum. Biol.*, 2015, 42 (2), pp. 167–177. DOI: 10.3109/03014460.2014.911349.

Gustafsson A., Lindfors P. Latitudinal patterns in human stature and sexual stature dimorphism. *Ann. Hum. Biol.*, 2009, 36, pp. 74–87. DOI: 10.1080/03014460802570576.

Koepke N., Floris J., Pfister C., Rühli F.J., Staub K. Ladies first: Female and male adult height in Switzerland, 1770–1930. *Economics & Human Biology*, 2018, 29, pp. 76–87. DOI: 10.1016/j.ehb.2018.02.002.

Leonard W.R., Leatherman T.L., Carey J.W., Thomas R.B. Contributions of nutrition vs. hypoxia to growth in rural Andean populations. *Am. J. Hum. Biol.*, 1990, 2, pp. 613–626. DOI: 10.1002/ajhb.1310020605.

Morrow E.H. The evolution of sex differences in disease. *Biology of Sex Differences*, 2015, 6 (5), pp. 1–7. DOI: 10.1186/s13293-015-0023-0.

Nikitovic D., Bogin B. Ontogeny of sexual size dimorphism and environmental quality in Guatemalan children.

Am. J. Hum. Biol., 2014, 26, pp. 117–123. DOI: 10.1002/ajhb.22492.

Pomeroy E., Stock J.T., Wells J.C.K. Population history and ecology, in addition to climate, influences human stature and body proportions. *Sci Rep.* 2021, 11 (1), pp. 1–10. DOI: 10.1038/s41598-020-79501-w.

Rensch B. Some problems of geographical variation and species-formation. *Proc. Linn. Soc. Lond.*, 1938, 150 (4), pp. 275–285. DOI: 10.1111/j.1095-8312.1938.tb00182k.x.

Stini W.A. Reduced sexual dimorphism in upper arm muscle circumference associated with protein-deficient diet in a South American population. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1972, 36 (3), pp. 341–352. DOI: 10.1002/ajpa.1330360304.

Stinton S. Sex differences in environmental sensitivity during growth and development // *Yearbook of physical anthropology*, 1985, 28, pp. 123–147.

Stulp G., Kuijper B., Buunk A.P., Pollet T.V., Verhulst S. Intralocus sexual conflict over human height. *Biol. Lett.*, 2012, 8 (6), pp. 976–978. DOI: 10.1098/rsbl.2012.0590.

Waxenbaum E.B., Feiler M.E. Influence of climatic stress on nonmetric sexually dimorphic features of the skull and pelvis. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 33 (6), pp. 1–18. DOI: 10.1002/ajhb.23559.

Wells J.C.K. Ecogeographical associations between climate and human body composition: Analyses based on anthropometry and skinfolds. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2012, 147 (2), pp. 169–186. DOI: 10.1002/ajpa.21591.

Wells J.C., Saunders M.A., Lea A.C., Cortina-Borja M., Shirley M.K. Beyond Bergmann's rule: Global variability in human body composition is associated with annual average precipitation and annual temperature volatility. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2019, 170 (1), pp. 75–87. DOI: 10.1002/ajpa.23890.

Wolfe L.D., Gray J.P. Latitude and intersocietal variation of human sexual dimorphism of stature. *Hum. Ecol.*, 1982, 10, pp. 409–416. DOI: 10.1007/BF01531194.

Information about Authors

Gorbacheva Anna K., PhD.; ORCID ID: 0000-0001-5201-7128; angoria@yandex.ru;

Fedotova Tatiana K., PhD., DSc; ORCID ID: 0000-0001-7750-7924; tatiana.fedotova@mail.ru.