

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ТЮМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**ВЕСТНИК АРХЕОЛОГИИ, АНТРОПОЛОГИИ
И ЭТНОГРАФИИ**

Сетевое издание

**№ 1 (56)
2022**

ISSN 2071-0437 (online)

Выходит 4 раза в год

Главный редактор:

Багашев А.Н., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН

Редакционный совет:

Молодин В.И. (председатель), акад. РАН, д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Бужилова А.П., акад. РАН, д.и.н., НИИ и музей антропологии МГУ им М.В. Ломоносова;
Головнев А.В., чл.-кор. РАН, д.и.н., Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого РАН (Кунсткамера);
Бороффка Н., PhD, Германский археологический ин-т, Берлин (Германия);
Васильев С.В., д.и.н., Ин-т этнологии и антропологии РАН; Лахельма А., PhD, ун-т Хельсинки (Финляндия);
Рындина О.М., д.и.н., Томский госуниверситет; Томилев Н.А., д.и.н., Омский госуниверситет;
Хлахула И., Dr. hab., университет им. Адама Мицкевича в Познани (Польша);
Хэнкс Б., PhD, ун-т Питтсбурга (США); Чиндина Л.А., д.и.н., Томский госуниверситет;
Чистов Ю.К., д.и.н., Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого РАН (Кунсткамера)

Редакционная коллегия:

Агапов М.Г., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Аношко О.М., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Валь Й., PhD, Общ-во охраны памятников Штутгарта (Германия);
Дегтярева А.Д., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Зах В.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Зими́на О.Ю. (зам. главного редактора), к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Ключева В.П., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Крийска А., PhD, ун-т Тарту (Эстония); Крубези Э., PhD, ун-т Тулузы, проф. (Франция);
Кузьминых С.В., к.и.н., Ин-т археологии РАН; Лискевич Н.А. (ответ. секретарь), к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Печенкина К., PhD, ун-т Нью-Йорка (США); Пинхаси Р., PhD, ун-т Дублина (Ирландия);
Пошехонова О.Е., ТюмНЦ СО РАН; Рябогина Н.Е., к.г.-м.н., ТюмНЦ СО РАН;
Ткачев А.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН

Утвержден к печати Ученым советом ФИЦ Тюменского научного центра СО РАН

Сетевое издание «Вестник археологии, антропологии и этнографии»
зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций; регистрационный номер: серия Эл № ФС77-82071 от 05 октября 2021 г.

Адрес: 625026, Тюмень, ул. Малыгина, д. 86, телефон: (345-2) 406-360, e-mail: vestnik.ipos@inbox.ru

Адрес страницы сайта: <http://www.ipdn.ru>

© ФИЦ ТюмНЦ СО РАН, 2022

**FEDERAL STATE INSTITUTION
FEDERAL RESEARCH CENTRE
TYUMEN SCIENTIFIC CENTRE
OF SIBERIAN BRANCH
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

VESTNIK ARHEOLOGII, ANTROPOLOGII I ETNOGRAFII

ONLINE MEDIA

**№ 1 (56)
2022**

ISSN 2071-0437 (online)

There are 4 numbers a year

Editor-in-Chief

Bagashev A.N., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS

Editorial board members:

Molodin V.I. (chairman), member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of History,
Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS
Buzhilova A.P., member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of History,
Institute and Museum Anthropology University of Moscow
Golovnev A.V., corresponding member of the RAS, Doctor of History,
Museum of Anthropology and Ethnography RAS Kunstkamera
Boroffka N., PhD, Professor, Deutsches Archäologisches Institut, Germany
Chindina L.A., Doctor of History, Professor, University of Tomsk
Chistov Yu.K., Doctor of History, Museum of Anthropology and Ethnography RAS Kunstkamera
Chlachula J., Doctor hab., Professor, Adam Mickiewicz University in Poznan (Poland)
Hanks B., PhD, Professor, University of Pittsburgh, USA
Lahelma A., PhD, Professor, University of Helsinki, Finland
Ryndina O.M., Doctor of History, Professor, University of Tomsk
Tomilov N.A., Doctor of History, Professor, University of Omsk
Vasilyev S.V., Doctor of History, Institute of Ethnology and Anthropology RAS

Editorial staff:

Agapov M.G., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS
Anoshko O.M., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS
Crubezy E., PhD, Professor, University of Toulouse, France
Degtyareva A.D., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS
Kluyeva V.P., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS
Kriiska A., PhD, Professor, University of Tartu, Estonia
Kuzminykh S.V., Candidate of History, Institute of Archaeology RAS
Liskevich N.A. (senior secretary), Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS
Pechenkina K., PhD, Professor, City University of New York, USA
Pinhasi R. PhD, Professor, University College Dublin, Ireland
Poshekhonova O.E., Tyumen Scientific Centre SB RAS
Ryabogina N.Ye., Candidate of Geology, Tyumen Scientific Centre SB RAS
Tkachev A.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS
Wahl J., PhD, Regierungspräsidium Stuttgart Landesamt für Denkmalpflege, Germany
Zakh V.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS
Zimina O.Yu. (sub-editor-in-chief), Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS

Address: Malygin St., 86, Tyumen, 625026, Russian Federation; mail: vestnik.ipos@inbox.ru
URL: <http://www.ipdn.ru>

Пермякова Е.Ю.^{*}, Негашева М.А., Зими́на С.Н., Хафизова А.А.,
Юдина А.М., Синева И.М.

МГУ имени М.В. Ломоносова
Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Москва, 119234
E-mail: ekaterinapermyakova@gmail.com (Пермякова Е.Ю.); negasheva@mail.ru (Негашева М.А.);
sonishat@yandex.ru (Зими́на С.Н.); aya.khafizova@gmail.com (Хафизова А.А.);
nastasia2455@yandex.ru (Юдина А.М.); i-sineva@yandex.ru (Синева И.М.)

К ПРОБЛЕМЕ МЕЖСИСТЕМНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ В СОВРЕМЕННОЙ АНТРОПОЛОГИИ: ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ СОМАТИЧЕСКИХ И ГОРМОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У МОСКОВСКОЙ МОЛОДЕЖИ

Работа посвящена оценке антропометрических показателей и стероидного профиля в группах московских студентов обоих полов: проанализированы тотальные размеры, показатели компонентного состава тела, а также уровень секреции общего эстрадиола и тестостерона у 152 юношей и девушек, обучающихся в московских вузах. Полученные результаты свидетельствуют о сдвиге распределения параметров телосложения у девушек в сторону андроморфных (маскулинных) вариантов телосложения под влиянием половых гормонов.

Ключевые слова: морфология, тотальные размеры тела, состав тела, стероидные гормоны, молодежь Москвы.

Введение

Расширение используемых в изучении человека методов ознаменовало появление в отечественной науке гормональной антропологии, позволяющей оценивать влияние гормональных факторов как на параметры роста и развития, так и на общий морфологический статус на разных этапах постнатального онтогенеза [Бец, 2010; Хрисанфова, 1990]. Актуальность подобного рода исследований неоспорима, поскольку позволяет не только оценивать конституциональную целостность организма, но и выявлять группы риска различных патологических состояний [Пермякова и др., 2008; Синева, Негашева, 2018].

Гормональные факторы активно начинают проявлять себя в детском и подростковом возрасте, определяя достижение организмом дефинитивного состояния (что, однако, не отменяет значимость их влияния в более поздние этапы онтогенеза). Именно для перипубертатного периода динамика их изменений и связанные с ней сдвиги антропометрических характеристик изучены в большей степени [Бец, 1970; Хрисанфова, 1990]. Между тем для взрослых лиц количество данных не так велико [Козлов и др., 2016; Пермякова и др., 2008; Vilha et al., 2018] и определяется в большей степени границами нормы. Это, однако, не дает возможности оценивать потенциальные риски возникновения различных эндокринных патологий, опираясь на антропометрические характеристики. С учетом изменений экологических, социально-экономических и психологических аспектов жизни в социуме [Зими́на и др., 2021; Bramsved et al., 2018; Hayes et al., 2019; Holmgren et al., 2019; Kim et al., 2020; NCD-RisC, 2017; Kozlov et al., 2018; Negasheva et al., 2020; Scott et al., 2019] изучение связи уровня различных гормонов с параметрами телосложения взрослого организма представляет определенный интерес.

Особое место в реализации адаптационных процессов организма занимают половые гормоны, поскольку, обладая мощным анаболическим эффектом, они регулируют большое количество обменных процессов [Бец, 2000; Хрисанфова, 1990; Brown, Clegg, 2010; Finkelstein et al., 2013]. Некоторыми авторами показано, что секреция половых гормонов у популяций, проживающих в высокоурбанизированной среде, существенно выше, чем у проживающих в сельской местности [Бец, 2000; Вальц, 2009; Степанова, 2001]. Подтверждены тесные связи половых гормонов с биологическим возрастом: дети и подростки 5–18 лет демонстрируют коэффициент ранговой корреляции уровня тестостерона со стадиями пубертатного развития порядка 0,70–0,94 [Там же; Fahey et al., 1979]. Аналогичная связь подтверждена и для тестостерона у женщин

^{*} Corresponding author.

[Angsusingha et al., 1974]. Эстрадиол, напротив, для обеих групп демонстрирует обратную связь с биологическим возрастом [Седова, 1975].

Для половых гормонов подтверждено существование индивидуальной устойчивости при их значительном межиндивидуальном разнообразии. Однократное утреннее определение их уровня достаточно полно отражает индивидуальную среднемесячную и среднегодовую секрецию, как показано на примере респондентов московской группы, находящихся на различных стадиях онтогенеза [Бец, 2000; Hrisanfova et al., 1982].

Зависимость параметров сомы от уровня половых гормонов (и наоборот) достаточно давно является объектом пристального внимания врачей, физиологов и антропологов (в первую очередь спортивных). Доказано, что эстроген способствует накоплению подкожного жира [Grown, Clegg, 2010], а вот висцеральный жир находится в обратной зависимости с его концентрацией в сыворотке [Bouchard et al., 1993]. Это связано с тем, что висцеральный жир имеет гораздо большее количество рецепторов к тестостерону, в то время как подкожная жировая клетчатка — к эстрогенам [Crandall et al., 1998; Lu et al., 1998].

Основной механизм влияния половых гормонов на жировую ткань — регуляция активности липопротеинлипазы, ответственной за накопление жиров в адипоцитах. Стимуляция данного фермента у индивидов женского пола в перипубертатный период происходит с помощью эстрогенов развитой жировой ткани ягодиц, определяющей гиноидный тип жиротложения.

В то же время, согласно исследованию перекрестных связей между составом тела и концентрацией эстрадиола в сыворотке британских женщин репродуктивного возраста (20 758 чел.) и в менопаузе (71 101 чел.), более высокий ИМТ был связан с более низкой концентрацией общего эстрадиола и более высокой концентрацией свободного эстрадиола. Как в пременопаузе, так и в постменопаузе более высокий ИМТ был связан с более высокими концентрациями общего и свободного тестостерона [Tin Tin et al., 2020].

Что касается мужчин, то уровень эстрадиола напрямую связан с общей массой жира в организме или подкожным жиром в брюшной области. Было доказано, что у тучных мужчин с ИМТ более 30 кг/м² уровень данного гормона очень высок [Teas et al., 2005]. Учитывая, что в большинстве случаев повышение уровня эстрогенов у мужчин является результатом процесса трансформации (ароматизации) андрогенов в эстрогены, можно было предположить, что у субъектов с большей жировой массой будет наблюдаться большая активация этих процессов [Gates et al., 2013], т.е. избыточная масса тела влияет на выработку гормона, а не наоборот. Согласно данным исследования Гейтс с соавт. [Там же], вычисленный свободный эстрадиол положительно коррелирует с процентным соотношением общей жировой массы тела ($r = 0,13$) и жировой массы туловища ($r = 0,15$), а эстрадиол-тестостероновое соотношение (Э/Т) — положительно связано не только с этими параметрами, но и с количеством мышечной массы ($r = 0,13-0,40$). Поперечное исследование популяционной когорты из 3014 пожилых шведских мужчин в возрасте 69–80 лет подтверждает прямую связь общего и свободного эстрадиола сыворотки с количеством жировой массы в целом и на туловище (андроидный тип жиротложения). Кроме того, аналогичная зависимость прослеживается и для количества тощей (безжировой) массы [Vandenput et al., 2010]. Также следует отметить, что уровень эстрадиола является одной из основных детерминант костной массы у здоровых мужчин молодого и среднего возраста [Bilha et al., 2018].

Тестостерон увеличивает мышечную массу тела и снижает жировую массу у молодых и пожилых мужчин, что объясняется гипотезой о том, что андрогены ингибируют адипогенез посредством пути, опосредованного рецепторами андрогенов [Emmelot-Vonk et al., 2008]. Подтверждены отрицательные связи между уровнем тестостерона в сыворотке молодых мужчин и обхватами талии, бедер и величиной ИМТ [Friedrich et al., 2010].

У женщин повышенная андрогенность определяет большую выраженность жировой составляющей в верхней части тела, в то время как у мужчин эта связь носит обратную направленность [Haffner et al., 1993].

Цель настоящего исследования заключалась в изучении совместной изменчивости соматических признаков и уровня половых гормонов (эстрадиола и тестостерона), а также в оценке антропометрических показателей и стероидного профиля в группах московских студентов обоих полов.

Объекты исследования

Материалом для работы послужили результаты комплексного обследования 18–22-летних студентов московских вузов (122 девушки (средний возраст — 19,9 года) и 30 юношей (средний возраст — 20,2 года)), проведенного на базе кафедры антропологии биологического факульте-

та МГУ имени М.В. Ломоносова. В анализ вошли данные респондентов русской национальности, постоянно проживающих в г. Москве и городах Подмосковья.

Методика

Антропометрическая программа включала в себя измерение тотальных размеров тела (длина и масса тела, обхваты туловища, диаметры плеч и таза) по стандартной методике [Негашева, 2017].

Оценка компонентного состава тела (количество жировой массы, тощей массы, скелетно-мышечной массы, активной клеточной массы) проводилась с использованием биоимпедансного анализатора ABC-01 «Медасс» по стандартной методике на 2 отведения [Николаев и др., 2009]. Также были использованы показатели относительной величины жировой и скелетно-мышечной массы в процентах от массы тела, а также относительная величина активной клеточной массы (в процентах от тощей массы).

В качестве вспомогательных критериев оценки параметров телосложения были использованы индекс массы тела (ИМТ), соотношение обхватов талии и бедер (ИТБ), а также индекс полового диморфизма (ПД), рассчитанный по формуле $ПД = 3 \times ДП - ДТ$, где ДП — диаметр плеч (см); ДТ — диаметр таза (см) [Tanner, 1961]. Этот показатель определяет степень соответствия телосложения фенотипическому полу: тип полового диморфизма диагностируется как гинекоморфный при величине ПД менее 83,7 у мужчин и 73,1 у женщин. Мезоморфный тип у мужчин соответствует значениям от 83,7 до 93,1, у женщин — от 73,1 до 82,1. При значениях ПД, превышающих 93,1 и 82,1 у мужчин и женщин соответственно, тип телосложения определялся как андроморфный [Синдеева, 2014].

На базе лаборатории «Invitro» посредством твердофазного хемоллюминисцентного иммуноанализа был получен гормональный профиль обследованных, включающий уровни секреции общих тестостерона и эстрадиола. Забор крови осуществлялся натощак в утренние часы, для девушек строго в фолликулярную фазу цикла (5–7 день). Из массива данных были исключены студентки, принимающие стероидные препараты (в том числе оральные контрацептивы), значительно влияющие на уровень половых гормонов, а также уже рожавшие женщины. На основании полученных показателей было рассчитано эстрадиол-тестостероновое соотношение (Э/Т).

Все материалы собраны с соблюдением правил биоэтики (подписание протоколов информированного согласия, использование деперсонифицированных индивидуальных данных). Исследование было одобрено локальным комитетом по биоэтике биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (положительное заключение 112-д от 13.04.2020).

Статистическая обработка результатов осуществлялась в программе STATISTICA 10.0.

Результаты

На первом этапе работы была проведена оценка распределения гормональных признаков. Результаты, полученные с применением критериев Колмогорова — Смирнова ($p > 0,20$) и Шапиро — Уилка ($p = 0,74$), позволяют принять гипотезу об их нормальности (строго говоря, полученное распределение является унимодальным с тенденцией к легкой правосторонней асимметрии [Степанова, 2001; Хрисанфова, 1990]). Поскольку нарушение нормальности, если распределение унимодально, приводит к незначительному изменению вероятности ошибок 1-го и 2-го рода, это служит основанием применять стандартные параметрические критерии в работе с гормональными признаками [Шеффе, 1963]. Для Э/Т соотношения в случае девушек проверка подтверждает его нормальность, у юношей распределение носит асимметричный правосторонний характер, смещая значения показателя в область более высоких значений, что подтверждается и другими авторами [Хрисанфова, 1990]. Дескриптивные статистики показателей представлены в табл. 1.

По уровню эстрадиола все обследованные девушки находились в пределах физиологической нормы (табл. 1); по уровню тестостерона повышенные значения гормонов были выявлены для 19 девушек (15,6 %), эти различия носят статистически значимый характер ($p < 0,000$). У двух обследованных юношей была выявлена пониженная концентрация тестостерона, по уровню эстрадиола для 3 индивидов были зафиксированы повышенные показатели (табл. 1). Ввиду малочисленности этих групп сравнение достоверности отличий величины морфологических признаков в группах юношей с нормальным и отличающимся от такового содержанием анализируемых гормонов не проводилось. Затем в целях унификации имеющихся данных для каждого пола была проведена процедура нормирования, представляющая индивидуальные значения показателей в виде их отклонения от групповой средней арифметической величины в единицах стандартного отклонения [Cole, 1997].

Значения морфологических и гормональных показателей у молодежи г. Москвы

Table 1

The values of morphological and hormonal indicators in Moscow youth

Признак	♀				♂			
	M	S	Min	Max	M	S	Min	Max
Длина тела, см	164,7	5,58	147,3	176,8	177,0	6,63	163,0	189,0
Масса тела, кг	58,73	9,74	41,0	91,2	70,9	9,38	52,4	93,0
Индекс массы тела, кг/м ² (ИМТ)	21,6	3,14	16,4	36,2	22,6	2,87	18,50	29,7
Обхват груди, см	85,7	5,72	73,3	103,2	92,9	6,40	79,4	104,5
Обхват талии, см	69,3	6,82	56,0	96,5	77,5	7,26	63,7	95,2
Обхват бедер, см	96,4	6,71	82,5	125,0	98,6	6,02	84,5	108,5
Индекс: обхват талии/обхват бедер (ИТБ)	0,72	0,04	0,59	0,90	0,78	0,05	0,67	0,88
Индекс полового диморфизма (ПД)	80,78	4,84	69,00	89,90	92,12	5,93	74,60	102,60
Жировая масса, кг (ЖМ)	17,1	6,49	4,8	43,1	13,8	5,88	4,5	30,7
Доля ЖМ, %	28,3	6,41	12,2	47,3	19,0	6,25	7,7	33,7
Тощая масса, кг (ТМ)	41,5	3,73	32,4	50,9	57,1	5,80	41,6	68,1
Скелетно-мышечная масса, кг (СММ)	20,3	2,11	14,8	25,9	30,9	3,44	20,1	37,7
Доля СММ, %	48,8	1,47	44,2	53,6	54,1	1,80	48,0	56,6
Активно-клеточная масса, кг (АКМ)	22,8	2,63	16,4	37,0	33,8	3,78	22,9	40,3
Доля АКМ, %	55,0	3,17	48,4	78,8	59,3	2,45	54,6	64,3
Тестостерон, нмоль/л	1,47 (норма: 0,52–1,72)	0,39	0,67	2,98	21,38 (норма: 8,90–42,00)	7,43	2,27	34,38
Эстрадиол, нмоль/л	183,05 (норма для фолликулярной фазы: 68,00–1269,00)	133,49	75,00	949,00	124,13 (норма: 40,00–161,00)	49,07	52,00	329,00
Эстрадиол/тестостерон (Э/Т)	124,52	97,68	64,17	318,45	15,27	7,76	7,13	45,76

Для изучения связи вариантов гормональной конституции с морфологическими характеристиками был использован ранговый коэффициент корреляции Спирмена. Статистически достоверные корреляционные связи ($p < 0,05$) были найдены только в более представительной по численности группе девушек: уровень эстрадиола положительно ($r = 0,19$) связан с относительным содержанием активной клеточной массы; с ней же положительно связано Э/Т соотношение ($r = 0,20$). Уровень тестостерона положительно коррелирует с величиной индекса полового диморфизма ($r = 0,21$), определяя сдвиг пропорций тела в сторону андроморфии. В качестве тенденций следует отметить, что у обоих полов с ростом скелетно-мышечной массы наблюдается повышение уровня тестостерона, у юношей отмечено повышение уровня эстрадиола вместе с увеличением жировой массы (рис. 1). У девушек с андроморфными особенностями телосложения (по индексу Таннера) выявлены устойчивые ассоциации снижения уровня эстрадиола и уменьшения значений Э/Т индекса ($r = -0,24$; $p < 0,05$) (рис. 2).

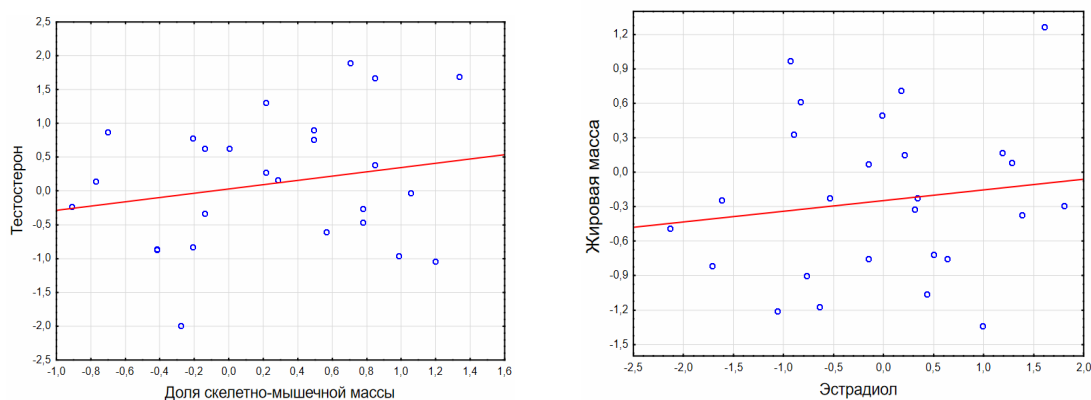


Рис. 1. Результаты регрессионного анализа морфофизиологических признаков в группе юношей.
Fig. 1. Results of regression analysis of morphophysiological features in young men.

В качестве основного метода для изучения совместной внутригрупповой изменчивости морфофизиологических характеристик в данной работе использовался факторный анализ. С этой целью отдельно в женской и мужской выборках проведены несколько анализов показателей по разным комплексам соматических признаков. Один из комплексов включал преимущественно общие характеристики телосложения (ИМТ, величину жировой, тощей и скелетно-мышеч-

ной массы тела, обхваты талии и бедер); во второй наряду с тотальными размерами тела (ИМТ, обхваты талии и бедер) вошли частные (условно «парциальные») характеристики (доля жировой и скелетно-мышечной массы в компонентном составе тела), а также показатель соматического полового диморфизма по Таннеру, описывающий выраженность гинекоморфных/андроморфных особенностей телосложения. Из физиологических (гормональных) показателей в анализ были включены уровни эстрадиола и тестостерона.

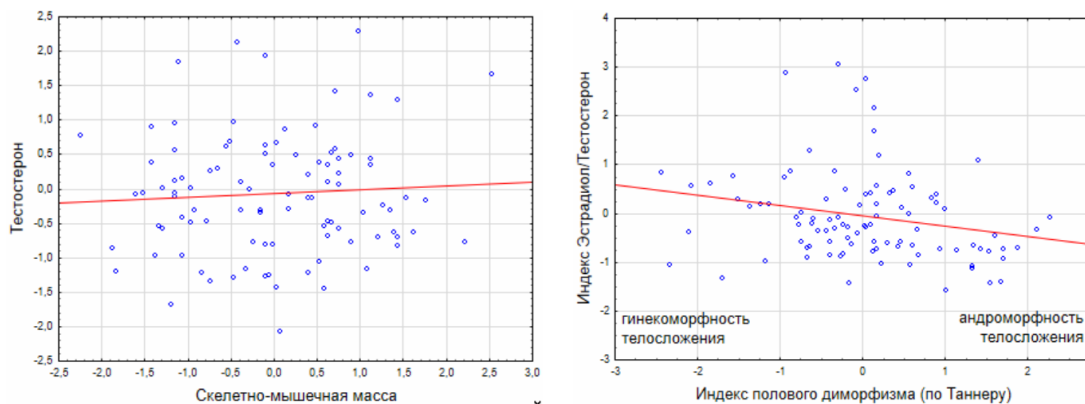


Рис. 2. Результаты регрессионного анализа морфофизиологических признаков в группе девушек.
Fig. 2. Results of regression analysis of morphophysiological features in a group of young women.

В табл. 2 и на рис. 3 представлены результаты факторных анализов (методом главных компонент) на основе общих характеристик телосложения и уровня эстрадиола в группах московских девушек и юношей.

Таблица 2

Факторные нагрузки морфофизиологических признаков (на основе комплекса общих характеристик телосложения) в группах московских студентов

Table 2

Factor loadings of morphophysiological signs (based on a set of general body characteristics) in Moscow students

Признаки	♀		
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
Эстрадиол	0,115	-0,959	0,254
ИМТ (индекс массы тела)	-0,914	0,027	0,303
Обхват талии	-0,903	0,128	0,213
Обхват бедер	-0,912	0,072	0,249
Жировая масса	-0,914	0,094	0,313
Тошная масса	-0,942	-0,094	-0,296
Скелетно-мышечная масса	-0,854	-0,134	-0,478
Активно-клеточная масса	-0,877	-0,227	-0,303
Доля общей дисперсии	0,715	0,129	0,096
	♂		
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
Эстрадиол	-0,206	-0,879	0,411
ИМТ (индекс массы тела)	-0,888	0,210	0,062
Обхват талии	-0,866	0,265	0,142
Обхват бедер	-0,917	0,033	0,193
Жировая масса	-0,808	0,231	0,486
Тошная масса	-0,927	-0,198	-0,287
Скелетно-мышечная масса	-0,836	-0,297	-0,439
Активно-клеточная масса	-0,933	-0,021	-0,214
Доля общей дисперсии	0,688	0,134	0,098

Примечание. Полужирным шрифтом выделены значения больше 0,8.

Первый фактор описывает 72 и 69 % общей внутригрупповой изменчивости признаков (в группах девушек и юношей соответственно) и несет информацию о параметрах телосложения,

К проблеме межсистемных корреляций в современной антропологии...

традиционно для морфологических исследований являясь показателем микро/макросомии. Поскольку факторные нагрузки на все показатели телосложения (у обоих полов) имеют высокие абсолютные значения, на одном из полюсов изменчивости первого фактора будут находиться крупнотелые (макросомные) индивиды, у которых все соматические характеристики имеют наиболее высокие значения, на другом полюсе — относительно грацильные (микросомные) девушки и юноши. Вклад уровня эстрадиола в изменчивость первого фактора (в данном случае — в соматическую внутригрупповую изменчивость) минимален, поскольку величина нагрузочного коэффициента на этот признак в несколько раз меньше, чем на показатели телосложения.

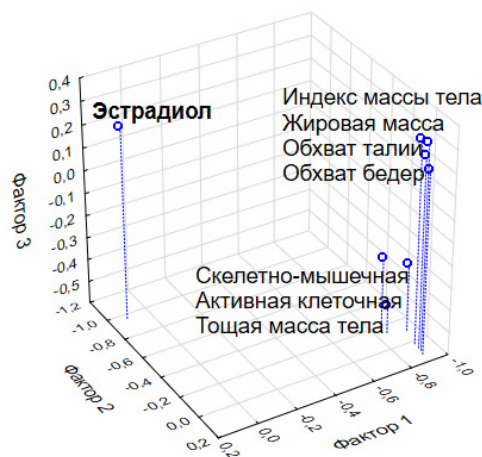


Рис. 3. Факторное решение для морфофизиологических показателей

(на основе комплекса общих характеристик телосложения) в группе девушек.

Fig. 3. Factorial solution for morphophysiological indicators (based on a set of general body characteristics) in young women.

Второй фактор (13 % изменчивости) является внутригрупповым «гормональным» показателем уровня эстрадиола, так как абсолютная величина нагрузочного коэффициента на этот признак в несколько раз превышает нагрузки на показатели телосложения (табл. 2).

Третий фактор противопоставляет показатели, характеризующие тучность телосложения и повышенное развитие жирового компонента сомы (ИМТ, жировая масса, обхваты талии и бедер), признакам, связанным с так называемой обезжиренной массой тела (тощая масса, скелетно-мышечная и активно-клеточная масса) (табл. 2, рис. 3). Важно отметить, что уровень эстрадиола находится в тесной взаимосвязи с показателями тучности телосложения. На положительном полюсе изменчивости третьего фактора будут находиться индивиды с высоким уровнем эстрадиола и повышенным развитием жирового компонента, большими обхватами талии и бедер, более высоким ИМТ; одновременно с этими особенностями у них будут относительно пониженные показатели скелетно-мышечной, тощей и активно-клеточной массы в компонентном составе тела (рис. 3). На отрицательном полюсе — респонденты с обратным сочетанием признаков. Несмотря на небольшой вклад третьего фактора во внутригрупповую вариацию (по 10 % дисперсии), именно он описывает особенности совместной изменчивости морфологических и физиологических (гормональных) показателей, а выявленные тенденции характерны для обоих полов. Результаты факторных анализов по второму комплексу соматических признаков представлены в табл. 3 и на рис. 4.

У обоих полов первый фактор несет общую информацию о массе тела, опираясь, преимущественно, на ее жировую составляющую и обхватные размеры, и противопоставляет тучность телосложения развитию скелетно-мышечной массы. Девушки и юноши, имеющие большие значения первого фактора, будут иметь повышенную жировую массу, большие обхваты туловища и более высокий ИМТ в сочетании с меньшими значениями скелетно-мышечной массы. Для юношей весьма значимой является тесная взаимосвязь доли скелетно-мышечной массы и уровня тестостерона (у девушек эта тенденция выражена в меньшей степени), уменьшение которых (по первому фактору) отчетливо противопоставляется повышенному развитию обхватов и жировой массы тела. Второй фактор у обоих полов описывает увеличение андроморфности телосложения вместе с ростом скелетно-мышечной массы и повышением уровня тестостерона. На положитель-

ном полюсе изменчивости второго фактора будут находиться юноши и девушки (для которых эта тенденция выражена наиболее отчетливо) с хорошим развитием опорно-двигательного аппарата (высокой долей скелетно-мышечного компонента), андроморфными пропорциями тела и повышенной секрецией тестостерона (рис. 4).

Таблица 3

Факторные нагрузки морфофизиологических признаков (на основе комплекса «парциальных» характеристик телосложения) в группах московских студентов

Table 3

Factor loadings of morphophysiological features (based on a complex of “partial” body characteristics) in Moscow students

Признаки	♀		♂	
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 1	Фактор 2
Тестостерон	-0,018	0,345	-0,491	0,217
Индекс массы тела (ИМТ)	0,949	-0,029	0,886	0,056
Обхват талии	0,921	0,055	0,903	0,061
Обхват бедер	0,943	0,037	0,896	0,261
Доля жировой массы	0,929	-0,212	0,943	-0,117
Доля скелетно-мышечной массы	-0,165	0,832	-0,911	0,153
Индекс полового диморфизма	0,411	0,686	0,019	0,965
Доля общей дисперсии	0,528	0,190	0,624	0,156

Примечание. Полу жирным шрифтом выделены значения больше 0,8.

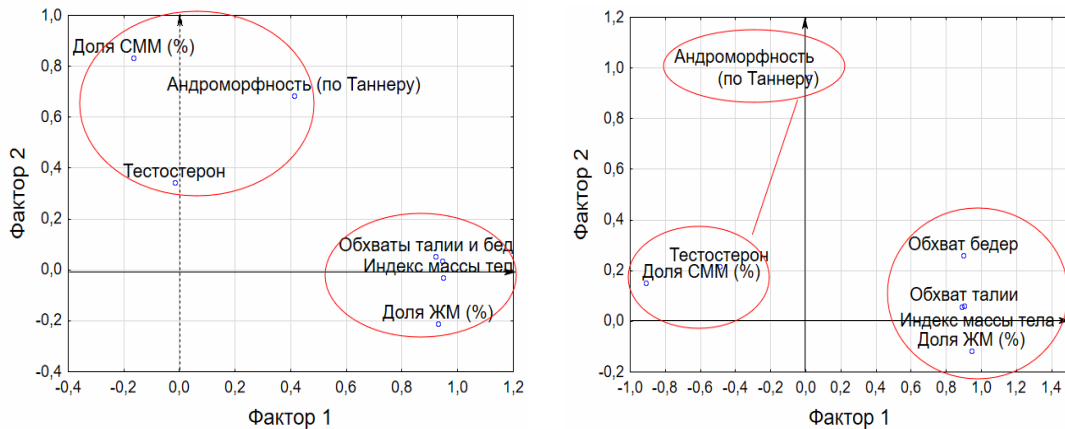


Рис. 4. Факторное решение для морфофизиологических показателей (на основе комплекса «парциальных» характеристик телосложения) в группах московских девушек (слева) и юношей (справа).
Fig. 4. Factorial solution for morphophysiological indicators (based on a complex of “partial” body characteristics) in young Moscow women (left) and men (right).

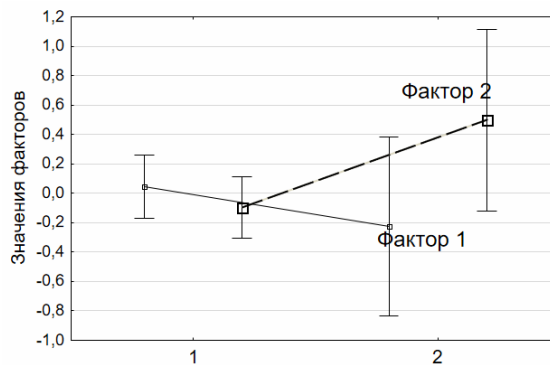


Рис. 5. Результаты дисперсионного анализа факторов в группах девушек с нормальным (1) и повышенным (2) уровнем тестостерона.
Fig. 5. Results of variance analysis of factors in girls with normal (1) and high (2) testosterone levels.

К проблеме межсистемных корреляций в современной антропологии...

Результаты факторных анализов с расширением спектра соматических признаков (с включением показателей доли активно-клеточной массы, тощей массы, индексов отношения обхватов талии и бедер и др.) продемонстрировали наличие устойчивых тенденций внутригрупповой изменчивости, выделяющих два варианта морфофизиологической конституции: с высокой секрецией тестостерона и повышенными значениями вклада в массу тела величин скелетно-мышечной и активной клеточной массы и противоположного варианта — с низкой концентрацией тестостерона и повышенными значениями доли жирового компонента, ИМТ и обхватов туловища.

Поскольку среди обследованных девушек по уровню секреции стероидов были выделены две подгруппы — с повышенным и нормальным содержанием тестостерона, на следующем этапе исследования по результатам факторного анализа (табл. 3) был проведен дисперсионный анализ величин первого и второго факторов (рис. 5) в этих подгруппах.

Первый фактор, характеризующий общий уровень жиросотложения, у девушек с повышенным содержанием тестостерона имеет тенденцию к небольшому снижению по сравнению с девушками с нормальной секрецией тестостерона ($p > 0,05$). Наиболее значимы результаты межгруппового сравнения по второму фактору: девушки с повышенной концентрацией тестостерона статистически достоверно ($F = 4,947, p < 0,05$) имеют его более высокие значения, т.е. для них наряду с высокой секрецией тестостерона характерны андроморфные особенности телосложения и высокая доля скелетно-мышечной массы в компонентном составе тела.

На заключительном этапе исследования в группах студентов были проведены факторные анализы на основе разных наборов соматических признаков с включением гормонального индекса эстрадиол/тестостерон. Результаты этих анализов аналогичны полученным ранее для комплекса морфофизиологических показателей и уровня секреции эстрадиола (табл. 2, рис. 3).

Таким образом, по результатам проведенного исследования в общей внутригрупповой морфофизиологической изменчивости у обоих полов на фоне доминирующей вариации одной из систем признаков (сомы или гормональных показателей) выявлены устойчивые взаимосвязи уровня эстрадиола с жировой массой, обхватными размерами талии и бедер, индексом массы тела. В женской группе статистически достоверно показано, что для девушек с высоким содержанием тестостерона характерны андроморфные особенности телосложения и высокая доля скелетно-мышечной массы в компонентном составе тела.

Обсуждение

Полученные результаты в первую очередь демонстрируют относительную стабильность стероидного профиля (в том числе для гормона, не являющегося определяющим для пола) в группах московских студентов. Согласно исследованиям аналогичной направленности, стабилизация гормональных показателей происходит в связи с достижением дефинитивной стадии онтогенеза (с учетом соблюдения методики забора крови, произведенного в одну фазу цикла у обследованных девушек, а также в одно время года для обоих полов). Продольные наблюдения молодежи выявляют снижение коэффициентов вариации и сближение средних величин концентрации половых стероидов у индивидов на интервале 19–23 года, характеризуемом как вариант «оптимальной нормы» [Бец, 2010; Саяпина, 1977; Хрисанфова, 1990].

Повышение уровня тестостерона в женской группе является предполагаемым ответом на стресс, связанный с общим уровнем урбанизации мегаполиса, в котором проживают все обследованные студенты, что согласуется с результатами более ранних обследований московской выборки [Акинщикова, 1977; Бец, 1970].

К сожалению, точная статистическая оценка временной (и даже межпоколенной) динамики стероидной конституции в московской группе не представляется возможной, поскольку существенно различаются методы определения концентрации гормонов в сыворотке в различные периоды обследования, а разные референтные значения не позволяют адекватно провести сравнение полученных показателей.

В целом, если рассматривать корреляционную связь между гормональными показателями и параметрами сомы, обнаруженными только в группах девушек, то обращают на себя внимание небольшие значения коэффициентов корреляции. В данном периоде онтогенеза, как было описано выше, влияние стероидных (и иных гормонов) на антропометрические показатели невелико, поскольку организм подходит к достижению своего оптимума. Тем не менее показано, что общий эстрадиол отрицательно коррелирует с обхватом талии, что подтверждается и другими авторами [Bouchard et al., 1993], и положительно — с процентным содержанием активной клеточной массы. Возможно, этот результат связан с тем, что больший вклад в величину АКМ

вносит мышечный компонент, который демонстрирует положительные связи с уровнем эстрадиола [Хрисанфова, 1990]. Э/Т соотношение ожидаемо также демонстрирует прямую связь с долей АКМ. Тестостерон же обнаруживает достоверную положительную корреляцию с величиной индекса полового диморфизма, в то время как Э/Т соотношение — отрицательную. Таким образом, изменение баланса половых стероидов, обусловленное повышением уровня тестостерона, сдвигает морфологические пропорции девушек в сторону андроморфии.

Результаты факторного анализа выявляют согласованную изменчивость уровня эстрадиола и показателей тучности телосложения (ИМТ, обхваты талии и бедер, доля жирового компонента) как у юношей, так и девушек. При этом признаки, связанные с обезжиренной массой тела (тощая масса, скелетно-мышечная и активно-клеточная масса), им противопоставляются, что отражает реальные физиологические закономерности [Gates et al., 2013; Teas et al., 2005].

Уровень тестостерона обнаруживает согласованную изменчивость с долей скелетно-мышечной массы и величиной полового диморфизма, обуславливая при повышении секреции усиление андроморфных особенностей телосложения. Данный комплекс отчетливо противопоставляется повышенному развитию обхватных размеров и жировой массы [Herbst, Bhasin, 2004]. Выявленные особенности совместной изменчивости уровня половых стероидов и морфологических параметров характерны для обоих полов, что свидетельствует об их устойчивости.

В изученной группе девушек выявлен довольно высокий процент (15,6 %) индивидов с повышенным уровнем тестостерона. Результаты сравнения между подгруппами девушек с нормальным и повышенным уровнем тестостерона подтверждают наличие статистически достоверных отличий по комплексу морфологических особенностей и величине индекса полового диморфизма. Таким образом, повышение уровня гормона обуславливает сдвиг телосложения у девушек в сторону более андроморфного варианта и свидетельствует о нарушении баланса половых стероидов у жительниц мегаполиса [Богатырева и др., 2016].

Поиск причин изменения эндокринной формулы у девушек, установление экзо- и эндогенных факторов, влияющих на баланс гормонов, а также анализ секреции половых стероидов у индивидов, относящихся к разным конституциональным типам, представляют несомненный интерес и задачу для последующих исследований на расширенной выборке московских студентов.

Заключение

Таким образом, анализ морфофизиологических характеристик современной московской молодежи выявил наличие достоверных корреляций порядка $r = 0,2-0,3$ между гормональными показателями и параметрами сомы только в группе девушек: эстрадиол положительно связан с обхватом талии и отрицательно с долей активной клеточной массы (с ней же обнаружена прямая связь у Э/Т соотношения), тестостерон положительно связан с величиной индекса полового диморфизма.

Результаты факторного анализа выявляют согласованную изменчивость уровней секреции половых стероидов с морфологическими параметрами: эстрадиол ассоциирован с показателями тучности телосложения, а тестостерон — с долей скелетно-мышечной массы и величиной полового диморфизма. Выявленные особенности совместной вариации морфофизиологических признаков характерны для представителей обоих полов, что свидетельствует об их устойчивости и биологической закономерности.

Также у 15,6 % студентов выявлена повышенная секреция тестостерона, по величине морфологических показателей эта группа достоверно отличается от индивидов с нормальной секрецией гормона в сторону усиления андроморфности телосложения (увеличение доли скелетно-мышечной массы и индекса полового диморфизма).

Можно предположить, что полученные закономерности свидетельствуют о повышенной стрессовой нагрузке в столичном регионе.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 19-78-10013 «Исследование морфофизиологической и психологической адаптации молодежи к экологическим и социальным факторам стресса в условиях мегаполиса».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акинщикова Г.И. Соматическая и психофизиологическая организация человека. Л.: Изд-во ЛГУ, 1977. 158 с.
Бец Л.В. Концепция гормональной антропологии // Вестник МГУ. Сер. XXIII, Антропология. 2010. № 4. С. 23–34.
Богатырева Е.М., Новик Г.А., Кутушева Г.Ф. Гиперандрогения пубертатного возраста как фактор снижения фертильности // Бюллетень сибирской медицины. 2016. Т. 15. № 1. С. 15–22. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2016-1-14-21>

К проблеме межсистемных корреляций в современной антропологии...

Зимина, С.Н., Негашева, М.А., Синева, И.М. Изменения индекса массы тела и повышенного жиротложения московской молодежи в 2000–2018 годах // Гигиена и санитария. 2021. Т. 100. № 4. С. 347–357. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-4-347-357>

Козлов А.И., Вершубская Г.Г., Манукян А.С., Негашева М.А. Ассоциация уровня саливарного кортизола с жиротложением у здоровых молодых взрослых // Пермский медицинский журнал. 2016. Т. 33. № 2. С. 112–117. <https://doi.org/10.17816/pmj332112-117>

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

Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука, 2009. 392 с.

Пермякова Е.Ю., Саяпина Е.С., Бец Л.В. Современное состояние тиреоидной активности организма в московской популяции // Актуальные вопросы антропологии. М.: Право и экономика, 2008. Т. 3. С. 231–236.

Саяпина Е.С. К характеристике индивидуальной изменчивости эстрогенных и андрогенных показателей у женщин // Вопросы антропологии. 1977. Вып. 55. С. 123–131.

Седова Р.Г. Морфогормональная характеристика мальчиков пубертатного возраста // Материалы докл. симп. «Основные закономерности роста и развития детей и критерии периодизации». Одесса, 1975. С. 215–216.

Синева И.М., Негашева М.А. Некоторые гормональные показатели у девушек с различными типами телосложения // Актуальные вопросы антропологии. М.: Белорусская наука, 2018. Т. 13. С. 380–392.

Хрисанфова Е.Н. Конституция и биохимическая индивидуальность человека. М.: Изд-во МГУ, 1990. 153 с.

Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Физматгиз, 1963. 626 с.

Angsusingha K., Kenny F.M., Nankin H.R., Taylor F.H. Unconjugated estrone, estradiol and FSH and LH in prepubertal and pubertal males and females // The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 1974. Vol. 39. № 1. P. 63–68. <https://doi.org/10.1210/jcem-39-1-63>

Bilha S.C., Branisteanu D., Buzduga C., Constantinescu D., Cianga P., Anisie E., Covic A., Ungureanu M.C. Body composition and circulating estradiol are the main bone density predictors in healthy young and middle-aged men // Journal of Endocrinological Investigation. 2018. Vol. 41. P. 995–1003. <https://doi.org/10.1007/s40618-018-0826-z>

Bouchard C., Despres J.P., Mauriege P. Genetic and nongenetic determinants of regional fat distribution // Endocrine reviews. 1993. Vol. 14. № 1. P. 72–93. <https://doi.org/10.1210/edrv-14-1-72>

Bramsved R., Regber S., Novak D., Mehlig K., Lissner L., Mårild S. Parental education and family income affect birthweight, early longitudinal growth and body mass index development differently // Acta Paediatrica. 2018. Vol. 107. № 11. P. 1946–1952. <https://doi.org/10.1111/apa.14215>

Brown L.M., Clegg D.J. Central effects of estradiol in the regulation of food intake, body weight, and adiposity // The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology. 2010. Vol. 122. № 1–3. P. 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2009.12.005>

Cole T.J. The use of Z-scores in growth reference standards // The Eighth International Congress of Auxology. Philadelphia, 1997. 33 p.

Crandall D.L., Busler D.E., Novak T.J., Weber R.V., Kral J.G. Identification of estrogen receptor beta RNA in human breast and abdominal subcutaneous adipose tissue // Biochemical and Biophysical Research Communications. 1998. Vol. 248. № 3. P. 523–526. <https://doi.org/10.1006/bbrc.1998.8997>

Emmelot-Vonk M.H., Verhaar H.J., Nakhai Pour H.R., Aleman A., Tycho M.T., Lock W., Ruud Bosch J.L.H., Grobbee D.E., van der Schouw Y.T. Effect of testosterone supplementation on functional mobility, cognition, and other parameters in older men: a randomized controlled trial // Journal of the American Medical Association. 2008. Vol. 299. P. 39–52. <https://doi.org/10.1001/jama.2007.51>

Fahey Th. D., Del valle-Zuris A., Oehlsen G., Trieb M., Seymour J. Pubertal stage differences in hormonal exercise in males // Journal of Applied Physiology. 1979. Vol. 46. № 4. P. 823–827. <https://doi.org/10.1152/jappl.1979.46.4.823>

Finkelstein J.S., Lee H., Burnett-Bowie S.-A.M., Pallaes J.C., Yu E.W., Borges L.F., Jones B.F., Barry C.V., Wolczyn K.E., Thomas B.J., Leder B.Z. Gonadal steroids and body composition, strength, and sexual function in men // The New England Journal of Medicine. 2013. Vol. 369. P. 1011–1022. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1206168>

Friedrich N., Roszkopf D., Brabant G., Völzke H., Nauck M., Wallaschofski H. Associations of anthropometric parameters with serum TSH, prolactin, IGF-I, and testosterone levels: results of the study of health in Pomerania (SHIP) // Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes. 2010. Vol. 118. P. 266–273. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1225616>

Gates M.A., Mekary R.A., Chiu G.R., Ding E.L., Wittert G.A., Araujo A.B. Sex steroid hormone levels and body composition in men // The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2013. Vol. 98. № 6. P. 2442–2450. <https://doi.org/10.1210/jc.2012-2582>

Haffner S.M., Valdez R.A., Stern M.P., Katz M.S. Obesity, body fat distribution and sex hormones in men // International journal of obesity and related metabolic disorders. 1993. № 17. P. 643–649.

Hayes A., Tan E.J., Killedar A., Lung T. Socioeconomic inequalities in obesity: Modelling future trends in Australia // BMJ Open. 2019. Vol. 9. № 3. e026525. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-026525>

Herbst K.L., Bhasin S. Testosterone action on skeletal muscle // Current opinion in clinical nutrition and metabolic care. 2004. Vol. 7. № 3. P. 271–277. <https://doi.org/10.1097/00075197-200405000-00006>

Holmgren A., Niklasson A., Aronson A.S., Sjöberg A., Lissner L., Albertsson-Wikland K. Nordic populations are still getting taller — secular changes in height from the 20th to 21st century // Acta Paediatrica. 2019. Vol. 108. № 7. P. 1311–1320. <https://doi.org/10.1111/apa.14683>

Пермякова Е.Ю., Негашева М.А., Зимина С.Н., Хафизова А.А., Юдина А.М., Синева И.М.

Hrissanfova E.N., Betz L.V., Sedova R.G., Titova E.P. The endocrine formula in the accelerated development type // *Human biology*. 1982. Vol. 12. P. 145–149.

Kim R., Pathak P.K., Tripathi N., Subramanian S.V. Heterogeneity in adult anthropometry by socioeconomic factors: Indian National Family Health Survey 2006 and 2016 // *European Journal of Clinical Nutrition*. 2020. Vol. 74. № 6. P. 953–960. <https://doi.org/10.1038/s41430-019-0511-0>

Kozlov A.I., Vershubsky G.G., Butovskaya M.L., Kozlova M.A., Fedenok J.N. Secular trends in height and pelvic size of Ob Ugrians (Khanty and Mansi) // *Moscow University Anthropology Bulletin*. 2018. № 3. P. 33–40. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2018.3.033-040>

Lu S.F., McKenna S.E., Cologer-Clifford A., Nau E.A., Simon N.G. Androgen receptor in mouse brain: Sex differences and similarities in autoregulation // *Endocrinology*. 1998. Vol. 139. № 4. P. 1594–1601. <https://doi.org/10.1210/endo.139.4.5863>

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults // *Lancet*. 2017. Vol. 390. P. 2627–2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)

Negasheva M.A., Zimina S.N., Khafizova A.A., Sirazetdinov R.E., Sineva I.M. Secular changes in the morphotype of the modern human: (Based on anthropometric data from a retrospective survey of Moscow youth) // *Moscow University Biological Sciences Bulletin*. 2020. Vol. 75. № 1. P. 13–19. <https://doi.org/10.3103/S0096392520010071>

Scott S., Patriquin M.L., Bowes M.J. Secular trends in weight, stature, and body mass index in Nova Scotia, Canada // *American Journal of Human Biology*. 2019. № 3. e23359. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23359>

Tanner J.M. Growth at Adolescence. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1962. 344 p.

Tin Tin S., Reeves G.K., Key T.J. Body size and composition, physical activity and sedentary time in relation to endogenous hormones in premenopausal and postmenopausal women: Findings from the UK Biobank // *International Journal of Cancer*. 2020. Vol. 147. P. 2101–2115. <https://doi.org/10.1002/ijc.33010>

Vandenput L., Mellström D., Karlsson M.K., Orwoll E., Labrie F., Ljunggren O., Ohlsson C. Serum estradiol is associated with lean mass in elderly Swedish men // *European Journal of Endocrinology*. 2010. Vol. 162. № 4. P. 737–745. <https://doi.org/10.1530/EJE-09-0696>

ИСТОЧНИКИ

Бец Л.В. Антропологические аспекты изучения гормонального статуса человека: Дис. ... д-ра биол. наук. М., 2000.

Вальц Е.В. Антропо-эндокринологическое и генетическое изучение коренного населения Северной Евразии: Дис. ... канд. биол. наук. М., 2009.

Синдеева Л.В. Закономерности изменчивости состава тела и биологического возраста человека на примере населения Восточной Сибири: Дис. ... д-ра мед. наук. Красноярск, 2014.

Степанова А.В. Влияние средовых и генетических факторов на гормональный статус человека в разных этно-территориальных группах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2001. 26 с.

Permiakova E.Yu.^{*}, Negasheva M.A., Zimina S.N., Khafizova A.A., Iudina A.M., Sineva I.M.

Lomonosov Moscow State University

Leninskiye gory st., 1, 12 p., Moscow, 119234, Russian Federation

E-mail: ekaterinapermyakova@gmail.com (Permiakova E.Yu.); negasheva@mail.ru (Negasheva M.A.);

sonishat@yandex.ru (Zimina S.N.); aya.khafizova@gmail.com (Khafizova A.A.);

nastasia2455@yandex.ru (Iudina A.M.); i-sineva@yandex.ru (Sineva I.M.)

On the problem of intersystem correlations in modern anthropology: the relationship between the somatic and hormonal indicators in Moscow youth

The work is dedicated to the study of the joint variability of somatic characteristics and level of sex hormones (estradiol and testosterone), as well as to the assessment of anthropometric indicators and steroid profile in Moscow students. The material of the study is represented by comprehensive anthropological survey of 152 people (18–22 year old): 122 females (average age — 19.9 years) and 30 males (average age — 20.2 years) of Moscow higher educational institutions. The analysis included data from respondents of Russian nationality permanently residing in Moscow and nearest Moscow region. The examination program included the measurement of total body sizes, the assessment of body composition, BMI, waist-to-hip ratio (WHR), sexual dimorphism index (by Tanner); indicators of the relative value of body components were calculated as well. In addition, the hormonal profile of the participants was obtained (total testosterone and total estradiol levels in blood serum), on the basis of which the estradiol-testosterone ratio (E/T) was calculated. The analysis of morphophysiological characteristics of modern Moscow young people revealed the presence of reliable correlations ($r = 0.2–0.3$) between hormonal production and soma parameters only in girls: estradiol is negatively associated with waist circumference and posi-

^{*} Corresponding author.

tively with the proportion of active cell mass (a direct relationship with it was also found in the *E/T* ratio). The level of testosterone secretion is positively associated with the value of the sexual dimorphism index. The results of factor analysis reveal a consistent variability in the levels of sex steroids with morphological parameters: estradiol is associated with indicators of obesity, and testosterone — with the proportion of musculoskeletal mass and the value of sexual dimorphism. The revealed features of the shared variation of morphophysiological signs are characteristic for both sexes, which indicates their stability and biological regularity. Increased testosterone secretion was recorded for 15.6 % of female students. The average values of morphological indicators in this group significantly differ from individuals with normal hormone secretion towards the increasing andromorphism of the physique (due to an increase in the proportion of musculoskeletal mass and the value of sexual dimorphism index). It can be assumed that these results indicate an increased stress load within the metropolitan region.

Keywords: morphology, total body size, body composition, steroid hormones, Moscow youth.

Funding. The work was supported by the grant of the Russian National Science Foundation No. 19-78-10013.

REFERENCES

- Akinshchikova, G.I. (1977). *Human somatic and psychophysiological organization*. Leningrad: Izd-vo Leningr. gos. un-ta. (Rus.).
- Angsusingha, K., Kenny, F.M., Nankin, H.R., Taylor, F.H. (1974). Unconjugated estrone, estradiol and FSH and LH in prepubertal and pubertal males and females. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 39 (1), 63–68. <https://doi.org/10.1210/jcem-39-1-63>
- Bets, L.V. (2010). Concept of the hormonal anthropology. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII, Antropologiya*, (4), 23–34. (Rus.).
- Bilha, S.C., Branisteanu, D., Buzduga, C., Constantinescu, D., Cianga, P., Anisie, E., Covic, A., Ungureanu, M.C. (2018). Body composition and circulating estradiol are the main bone density predictors in healthy young and middle-aged men. *Journal of Endocrinological Investigation*, 41, 995–1003. <https://doi.org/10.1007/s40618-018-0826-z>
- Bogatyreva, E.M., Novik, G.A., Kutusheva, G.F. (2016). Hyperandrogenism of puberty age as a factor reducing fertility. *Biulleten' sibirskoi meditsiny*, 15(1), 15–22. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2016-1-14-21>
- Bouchard, C., Despres, J.P., Mauriege, P. (1993). Genetic and nongenetic determinants of regional fat distribution. *Endocrine reviews*, 14(1), 72–93. <https://doi.org/10.1210/edrv-14-1-72>
- Bramsved, R., Regber, S., Novak, D., Mehlig, K., Lissner, L., Mårild, S. (2018). Parental education and family income affect birthweight, early longitudinal growth and body mass index development differently. *Acta Paediatrica*, 107(11), 1946–1952. <https://doi.org/10.1111/apa.14215>
- Brown, L.M., Clegg, D.J. (2010). Central effects of estradiol in the regulation of food intake, body weight, and adiposity. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 122(1–3), 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2009.12.005>
- Cole, T.J. (1977). The use of Z-scores in growth reference standards. The Eighth International Congress of Auxology. Philadelphia.
- Crandall, D.L., Busler, D.E., Novak, T.J., Weber, R.V., Kral, J.G. (1998). Identification of estrogen receptor beta RNA in human breast and abdominal subcutaneous adipose tissue. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 248(3), 523–526. <https://doi.org/10.1006/bbrc.1998.8997>
- Emmelot-Vonk, M.H., Verhaar, H.J., Nakhai Pour, H.R., Aleman, A., Tycho, M.T., Lock, W., Ruud Bosch, J.L.H., Grobbee, D.E., van der Schouw, Y.T. (2008). Effect of testosterone supplementation on functional mobility, cognition, and other parameters in older men: a randomized controlled trial. *Journal of the American Medical Association*, 299, 39–52. <https://doi.org/10.1001/jama.2007.51>
- Fahey, Th.D., Del valle-Zuris, A., Oehlsen, G., Trieb, M., Seymour, J. (1979). Pubertal stage differences in hormonal exercise in males. *Journal of Applied Physiology*, 46(4), 823–827. <https://doi.org/10.1152/jappl.1979.46.4.823>
- Finkelstein, J.S., Lee, H., Burnett-Bowie, S.-A.M., Pallais, J.C., Yu, E.W., Borges, L.F., Jones, B.F., Barry, C.V., Wulczyn, K.E., Thomas, B.J., Leder, B.Z. (2013). Gonadal steroids and body composition, strength, and sexual function in men. *The New England Journal of Medicine*, 369, 1011–1022. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1206168>
- Friedrich, N., Rosskopf, D., Brabant, G., Völzke, H., Nauck, M., Wallaschofski, H. (2010). Associations of anthropometric parameters with serum TSH, prolactin, IGF-I, and testosterone levels: results of the study of health in Pomerania (SHIP). *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, 118, 266–273. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1225616>
- Gates, M.A., Mekary, R.A., Chiu, G.R., Ding, E.L., Wittert, G.A., Araujo, A.B. (2013). Sex steroid hormone levels and body composition in men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 98(6), 2442–2450. <https://doi.org/10.1210/jc.2012-2582>
- Haffner, S.M., Valdez, R.A., Stern, M.P., Katz, M.S. (1993). Obesity, body fat distribution and sex hormones in men. *International journal of obesity and related metabolic disorders*, (17), 643–649.
- Hayes, A., Tan, E.J., Killedar, A., Lung, T. (2019). Socioeconomic inequalities in obesity: modelling future trends in Australia. *BMJ Open*, 9(3), e026525. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-026525>
- Herbst, K.L., Bhasin, S. (2004). Testosterone action on skeletal muscle. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 7(3), 271–277. <https://doi.org/10.1097/00075197-200405000-00006>

Holmgren, A., Niklasson, A., Aronson, A.S., Sjöberg, A., Lissner, L., Albertsson-Wikland, K. (2019). Nordic populations are still getting taller — secular changes in height from the 20th to 21st century. *Acta Paediatrica*, 108 (7), 1311–1320. <https://doi.org/10.1111/apa.14683>

Hrissanfova, E.N., Betz, L.V., Sedova, R.G., Titova, E.P. (1982). The endocrine formula in the accelerated development type. *Human biology*, 12, 145–149.

Khrisanfova, E.N. (1990). *Constitution and biochemical individuality*. Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta. (Rus.).

Kim, R., Pathak, P.K., Tripathi, N., Subramanian, S.V. (2020). Heterogeneity in adult anthropometry by socioeconomic factors: Indian National Family Health Survey 2006 and 2016. *European Journal of Clinical Nutrition*, 74(6), 953–960. <https://doi.org/10.1038/s41430-019-0511-0>

Kozlov, A.I., Vershubsky, G.G., Butovskaya, M.L., Kozlova, M.A., Fedenok, J.N. (2018). Secular trends in height and pelvic size of Ob Ugrians (Khanty and Mansi). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII, Antropologiya*, (3), 33–40. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2018.3.033-040>

Kozlov, A.I., Vershubskaya, G.G., Manukian, A.S., Negasheva, M.A. (2016). Association of salivary cortisol level with adipopexis in healthy young adults. *Permskii meditsinskii zhurnal*, 33(2), 112–117. <https://doi.org/10.17716/pmj332112-117>

Lu, S.F., McKenna, S.E., Cologer-Clifford, A., Nau, E.A., Simon, N.G. (1998). Androgen receptor in mouse brain: sex differences and similarities in autoregulation. *Endocrinology*, 139(4), 1594–1601. <https://doi.org/10.1210/endo.139.4.5863>

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC) (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*, 390, 2627–2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)

Negasheva, M.A. (2017). *The fundamentals of anthropometry*. Moscow: Ekon-Inform. (Rus.).

Negasheva, M.A., Zimina, S.N., Khafizova, A.A., Sirazetdinov, R.E., Sineva, I.M. (2020). Secular changes in the morphotype of the modern human (Based on anthropometric data from a retrospective survey of Moscow youth). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 16. Biologiya*, 75(1), 13–19. <https://doi.org/10.3103/S0096392520010071>

Nikolaev, D.V., Smirnov, A.V., Bobrinskaia, I.G., Rudnev, S.G. (2009). *Bioimpedansnyi analiz sostava tela cheloveka*. Moscow: Nauka. (Rus.).

Permiakova, E.Iu., Saiapina, E.S., Bets, L.V. (2008). The current state of thyroid activity of the body in the Moscow population. In: *Aktual'nye voprosy antropologii. T. 3*. Minsk: Pravo i ekonomika, (3), 231–236. (Rus.).

Saiapina, E.S. (1977). To characterize the individual variability of estrogenic and androgenic indicators in women. *Voprosy antropologii*, (55), 123–131. (Rus.).

Scott, S., Patriquin, M.L., Bowes, M.J. (2019). Secular trends in weight, stature, and body mass index in Nova Scotia, Canada. *American Journal of Human Biology*, (3), e23359. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23359>

Sedova, R.G. (1975). Morpho-hormonal characteristics of puberty boys. In: *Materialy dokl. simp. «Osnovnye zakonomernosti rosta i razvitiia detei i kriterii periodizatsii»*. Odessa, 215–216. (Rus.).

Sheffe, G. (1963). *Analysis of variance*. Moscow: Fizmatgiz. (Rus.).

Sineva, I.M., Negasheva, M.A. (2018). Some hormonal indices in young women with various types of physique. In: *Aktual'nye voprosy antropologii. T. 3*. Minsk: Belorusskaia navuka, 380–392. (Rus.).

Tanner, J.M. (1962). *Growth at Adolescence*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Tin Tin, S., Reeves, G.K., Key, T.J. (2020). Body size and composition, physical activity and sedentary time in relation to endogenous hormones in premenopausal and postmenopausal women: Findings from the UK Biobank. *International Journal of Cancer*, 147, 2101–2115. <https://doi.org/10.1002/ijc.33010>

Vandenput, L., Mellström, D., Karlsson, M.K., Orwoll, E., Labrie, F., Ljunggren, O., Ohlsson, C. (2010). Serum estradiol is associated with lean mass in elderly Swedish men. *European Journal of Endocrinology*, 162(4), 737–745. <https://doi.org/10.1530/EJE-09-0696>

Zimina, S.N., Negasheva, M.A., Sineva, I.M. (2021). Time trends in body mass index and obesity prevalence among youth students during 2000 to 2018 in Moscow, Russian Federation. *Gigiena i sanitaria*, 100(4), 347–357. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-4-347-357>

Пермякова Е.Ю., <https://orcid.org/0000-0002-6490-4004>

Негашева М.А., <https://orcid.org/0000-0002-7572-4316>

Зимина С.Н., <https://orcid.org/0000-0002-3777-1007>

Хафизова А.А., <https://orcid.org/0000-0003-4764-6792>

Юдина А.М., <https://orcid.org/0000-0002-2456-0948>

Синева И.М., <https://orcid.org/0000-0003-3336-898X>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Accepted: 16.12.2021

Article is published: 21.03.2022