

Калихман Л.<sup>1)</sup>, Чумакова А.М.<sup>2)</sup>, Бацевич В.А.<sup>2)</sup>, Кобылянский Е.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> *Кафедра физиотерапии, Школа общественных медицинских профессий Реканати, Факультет медицинских наук, Университет Бен-Гуриона в Негеве, Беэр-Шева, 84105, 653, Израиль*

<sup>2)</sup> *МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии, ул. Моховая, д. 11, Москва, 125009, Россия*

<sup>3)</sup> *Департамент анатомии и антропологии; Факультет Медицинских наук, Тель-Авивский университет, Рамат-Авив, Тель-Авив, 69978, 39040, Израиль*

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ПО ХИТ-КАРТЕРУ У ВЗРОСЛЫХ ЧУВАШЕЙ

**Введение.** В спектре актуальных проблем современной морфологии человека важное место занимает учение о телесной конституции, однако данных по популяционной изменчивости соматотипов в литературе немного. Целью настоящего поперечного исследования было изучение возрастных и половых вариаций компонентов телосложения с использованием метода Хит-Картера у чувашского сельского населения, обследованного в селах Мариинско-Посадского, Моргаушского и Ядринского районов Чувашии и в чувашских селах в Аургазинском и Бижбулякском районах Башкирии. В задачи входило определение и анализ соматотипов по Хит-Картеру в возрастных подгруппах взрослых чувашей и оценка возрастной изменчивости полового диморфизма балльных оценок соматотипов.

**Материалы и методы.** Исследуемая выборка состоит из 793 мужчин в возрасте 18–80 лет ( $M = 46,9$ ) и 735 женщин в возрасте 18–80 лет ( $M = 48,6$ ), обследованных в 1994, 1999 и 2002 годах. Оценка возрастных и половых различий выполнена с применением однофакторного дисперсионного анализа. Для оценки полового диморфизма использованы расстояния Махаланобиса.

**Результаты и обсуждение.** Половые различия в оценке вариаций соматотипов в чувашской популяции оказались наиболее существенными для характеристик эндоморфии, с более высокими значениями у женщин. Значения показателей эндоморфии у мужчин после 30 лет практически не изменялись, а у женщин значения этого показателя продолжали увеличиваться до 6-го десятилетия, а в дальнейшем с возрастом снижались. Практически не отмечено различий по мезоморфии, очень небольшие различия выявлены по показателю эктоморфии между мужчинами и женщинами в возрасте 18–30 лет.

Мезоморфия нарастает с 18–30 лет до 50 у обоих полов; эктоморфия демонстрирует противоположные возрастные тенденции. Зафиксировано нивелирование межполовых различий по всем компонентам телосложения в старшей части объединенной выборки (70–80 лет).

**Заключение.** Показаны локальные закономерности возрастной изменчивости компонентов телосложения для этнических чувашей. Впервые на репрезентативном материале определены показатели полового диморфизма по комплексу компонентов эндоморфии, мезоморфии и эктоморфии у чувашей, показаны максимальные межполовые различия на возрастном промежутке 41–60 лет. Выявлено преобладание эндо-мезоморфных вариантов телосложения у обоих полов, с тенденцией к сбалансированной мезоморфии у мужчин (для самой молодой мужской подгруппы характерен экто-мезоморфный вариант).

**Ключевые слова:** биологическая антропология; популяции человека; соматотип по Хит-Картеру; половой диморфизм; морфофизиологические характеристики

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-24-2-2

## Введение

В спектре актуальных проблем современной морфологии человека важное место занимает учение о телесной конституции, однако в научной литературе наблюдается определенный дефицит данных по популяционной изменчивости соматотипов. Соматотипирование путем анализа ряда метрических признаков часто используется как комплексный метод оценки телосложения. За последнее столетие научным сообществом было предложено несколько методов соматотипирования, они представлены в ряде работ зарубежных и отечественных исследователей [Дерябин, 1985; Дерябин, 1991; Kretschmer, 1921; Sheldon, 1950]. На сегодняшний день одним из наиболее часто применяемых методов является антропометрический, определяющий соматотип по Хит-Картеру [Heath, Carter, 1967; Carter, Heath, 1990]. В этом математическом методе используется трехкомпонентный индекс соматотипа, включающий эндоморфию (измерение толщины некоторых кожно-жировых складок), мезоморфию (измерение ряда скелетно-мышечных компонентов) и эктоморфию (оценка линейности телосложения). После публикации этого метода изучения телосложения многочисленные исследования пытались выявить возможную связь между соматотипами и патологическими состояниями [Malina et al., 1997; Katzmarzyk et al., 1999; Williams et al., 2000; Eiben et al., 2004; Kalichman et al., 2004, 2005]. Оценка соматотипа часто используется для изучения морфометрических изменений у детей [Тамбовцева, Жукова, 2005; Rebato et al., 1996; Monyeki et al., 2002], молодых взрослых [Carter, Parizkova, 1978; Bhuiyan et al., 2003] и пожилых людей [Herrera et al., 2004; Buffa et al., 2005]. Публикаций, посвященных вариациям соматотипа у взрослого населения, в литературе заметно меньше [Bailey et al., 1982; Singal, Sidhu, 1984; Gaur, Singh, 1997; Katzmarzyk, Malina, 1999]. Изучение динамики изменений соотношения соматотипов во взрослом возрасте важно для понимания особенностей процессов старения на популяционном уровне. Существуют также возможности применения результатов соматотипирования в клинической практике путем установления взаимосвязи между телосложением, состоянием питания и состоянием здоровья [Malina et al., 1997; Williams et al., 2000; Kalichman et al., 2004, 2005].

В последние годы в связи с совершенствованием специальных приборов для опреде-

ления состава тела человека – биоимпедансных анализаторов – получает все большее распространение биоимпедансный метод оценки соматотипов у взрослых и детей [Анисимова с соавт., 2016; Колесников с соавт., 2016; Anisimova et al., 2016]. Наши чувашские материалы были получены до появления и распространения этого метода в научной практике, поэтому в настоящей работе используются ранние протоколы антропометрического соматотипирования.

В фокусе настоящей работы было сельское, в основном европеоидное, с некоторой исторически сложившейся примесью уралоидных элементов, чувашское население, проживающее в восточных регионах центральной России и характеризующееся однородностью внутривнутрипопуляционных генетических, экологических и профессиональных условий. Чувашки жили в стабильных условиях окружающей среды на протяжении как минимум пяти поколений, чувашский генофонд не подвергался внешним воздействиям – миграционные потоки в эти популяции практически отсутствовали [Иванов, 2004]. Напротив, основные миграции связаны с расселением с территории Чувашии в другие регионы (главным образом, в Казанскую, Симбирскую и Оренбургскую губернии, Приуралье и Зауралье и на некоторые другие территории).

Чувашские выборки изучались в качестве модельных популяций и интенсивно обследовались на предмет таких возрастных состояний, как остеоартрит, остеопороз, колебания артериального давления и другие виды заболеваний [Livshits et al., 1998, 2002a; Kalichman et al., 2002, 2004] и для различных генетических исследований [Livshits et al., 1998, 2002b; Kalichman et al., 2003; Suk et al., 2005]. Оценка возрастных изменений телосложения может способствовать лучшему пониманию процесса старения в целом и этиологии возрастных заболеваний в частности. Изучение вариативности соматотипов в популяционном аспекте дополняет и расширяет картину мировой соматологической изменчивости взрослого населения.

Целью исследования было описание динамики возрастных изменений соматотипов по методу Хит-Картера и оценка межполовых различий по этим признакам на примере обширной репрезентативной объединенной выборки сельского чувашского населения из восточных регионов Центральной России.

## Материалы и методы

Выборку составили коренные чуваша, проживающие как в небольших деревнях трех районов Чувашской республики, так и в чувашских деревнях двух районов на территории Республики Башкортостан. Данные были собраны в ходе четырёх экспедиционных выездов, предпринятых в сентябре-октябре 1994, ноябре-декабре 1994 г. (всего в 1994 обследовано 563 человек), мае-июне 1999 г. (732 человек) и сентябре 2002 г. (245 человек) под руководством В.А. Бацевича. Экспедиции были частью проекта «Исследование старения скелета у чувашского населения», основной целью которого было изучение различных аспектов старения скелета. Близкая по составу исполнителей и по опыту работы группа исследователей собирала антропометрическую информацию и проводила все измерения, в том числе и рентгенографические, во всех четырёх экспедиционных выездах. В случае вынужденных замен исполнителей проводилась коннекция собираемых материалов. Все обследованные лица были набраны случайным образом. В объединенную выборку вошли данные по 793 мужчинам в возрасте 18-80 лет ( $M = 46,56$ ) и 735 женщинам в возрасте 18-80 лет ( $M = 48,54$ ).

Все респонденты проживали в схожих экологических и экономических условиях, основным источником их доходов было сельско-хозяйственное производство. Большинство людей были заняты в сельском хозяйстве или занимались другим трудом, аналогичным по физическим нагрузкам. Собранные для данного исследования анкетные данные включали пол, возраст и род занятий, а также сведения о хронической заболеваемости и лечении респондентов, предоставленные местным медицинским персоналом. Никто из испытуемых не получал заместительной гормональной терапии и не принимал стероидные препараты. Все манипуляции были согласованы; субъекты подписали письменную форму информированного согласия. Перед началом экспедиции весь проект был одобрен Хельсинкским комитетом по этике Тель-Авивского университета (Тель-Авив, Израиль).

### Антропометрия и соматотипирование

Каждый испытуемый был обследован по подробной антропометрической программе, утвержденной в НИИ антропологии МГУ. Программа включала, в частности, следующие признаки: массу и длину тела, толщину восьми кожно-жировых складок и шесть обхватов туловища и конечностей, а также ширину дистальных эпи-

физов длинных костей. Все вышеупомянутые измерения были проведены одним и тем же исследователем по стандартной методике [Бунак, 1941]. Длину тела измеряли портативным антропометром с точностью до 1 мм. Испытуемых просили задержать дыхание и сохранять полностью прямое положение во время измерения. Массу тела измеряли с помощью механических балансировочных весов с точностью до 0,1 кг. Окружности измеряли тканевой рулеткой с точностью до 1 мм. Ширину локтя и колена измеряли скользящим циркулем. Кожно-жировые складки на плече, под лопаткой, на животе и на голени измеряли с помощью калипера GPM Slim Guide Skinfold.

Соматотипы рассчитывались по следующим уравнениям [Carter, Heath 1990]:

Эндоморфия =  $-0,7182 + 0,1451 \times \Sigma(X) - 0,00068 \times \Sigma(X^2) + 0,0000014 \times \Sigma(X)^3$ , где  $\Sigma(X)$  – это сумма толщин кожно-жировых складок (мм) на трицепсе, под лопаткой и на животе.

Мезоморфия =  $(0,858 \times \text{ширина локтя(см)}) + (0,601 \times \text{ширина колена(см)}) + (0,188 \times \text{скорректированный обхват плеча(см)}) + (0,161 \times \text{скорректированный обхват голени(см)}) - (0,131 \times \text{длина тела(см)}) + 4,5$ . (Скорректированный обхват плеча представляет собой разность между обхватом напряженного плеча (см) и жировой складкой на трицепсе (см); скорректированный обхват голени это эквивалент разности обхвата голени (см) и толщины жировой складки на голени (см)).

Эктоморфия =  $(PBO \times 0,732) - 28,58$ , где PBO – это росто-весовое отношение, вычисляемое по формуле:  $\text{длина тела(см)} / \sqrt[3]{\text{масса тела(кг)}}$ . При значении PBO, меньшем 40,75, но большем 38,25, эктоморфию рассчитывали по формуле  $PBO \times 0,463 - 17,63$ . В случае, если значение PBO было меньше или равно 38,25, эктоморфии присваивался рейтинг 0,1.

### Статистический анализ

Все статистические расчеты проводились с использованием пакетов STATISTICA 10.0 и 13.3 для Windows.

Объединенная выборка чувашей была разбита на 6 возрастных групп: 18–30 лет, 31–40 лет, 41–50 лет, 51–60 лет, 61–70 лет и 71–80 лет (см. табл. 1). Для оценки пологовозрастных различий использован однофакторный дисперсионный анализ [Cressie et al., 1986] для каждого компонента соматотипа, отдельно для мужчин и для женщин. Тест апостериорного сравнения (критерий Шеффе) использовался для оценки различий между каждой парой возрастных групп.

**Таблица 1. Средние значения антропометрических показателей в объединенной чувашской выборке**

**Table 1. Average values of anthropometric indicators in the combined Chuvash sample**

| Возрастная когорта                      | Мужчины        |       |                |       |               |       |                |       |                |       |               |       |
|-----------------------------------------|----------------|-------|----------------|-------|---------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|---------------|-------|
|                                         | 18-30<br>N=177 |       | 31-40<br>N=183 |       | 41-50<br>N=60 |       | 51-60<br>N=120 |       | 61-70<br>N=96  |       | 71-80<br>N=42 |       |
|                                         | M              | SD    | M              | SD    | M             | SD    | M              | SD    | M              | SD    | M             | SD    |
| Длина тела, см                          | 169,9          | 6,01  | 168,8          | 6,33  | 166,3         | 6,17  | 164,5          | 5,95  | 162,2          | 5,52  | 169,9         | 6,01  |
| Масса тела, кг                          | 64,1           | 7,93  | 67,2           | 9,40  | 67,5          | 11,50 | 64,9           | 11,40 | 60,0           | 10,75 | 62,0          | 10,85 |
| ИМТ                                     | 22,2           | 2,50  | 23,6           | 2,70  | 24,3          | 3,46  | 23,9           | 3,64  | 22,8           | 3,50  | 23,9          | 3,84  |
| ENDOM                                   | 2,3            | 0,98  | 2,9            | 1,23  | 2,7           | 1,23  | 2,8            | 1,33  | 2,5            | 1,23  | 2,7           | 0,97  |
| MESOM                                   | 4,7            | 1,0   | 5,1            | 1,0   | 5,5           | 1,1   | 5,3            | 1,2   | 5,0            | 1,1   | 5,7           | 1,2   |
| ECTOM                                   | 2,6            | 1,1   | 2,0            | 1,0   | 1,6           | 1,0   | 1,7            | 1,2   | 2,1            | 1,3   | 1,6           | 1,3   |
| Возрастная когорта                      | Женщины        |       |                |       |               |       |                |       |                |       |               |       |
|                                         | 18-30<br>N=150 |       | 31-40<br>N=120 |       | 41-50<br>N=90 |       | 51-60<br>N=147 |       | 61-70<br>N=164 |       | 71-80<br>N=50 |       |
|                                         | M              | SD    | M              | SD    | M             | SD    | M              | SD    | M              | SD    | M             | SD    |
| Длина тела, см                          | 157,4          | 6,25  | 157,6          | 5,30  | 154,9         | 4,57  | 157,4          | 6,25  | 157,6          | 5,30  | 154,9         | 4,57  |
| Масса тела, кг                          | 54,6           | 10,21 | 61,2           | 10,63 | 65,6          | 11,71 | 54,6           | 10,21 | 61,2           | 10,63 | 65,6          | 11,71 |
| ИМТ                                     | 21,97          | 3,64  | 24,63          | 4,08  | 27,33         | 4,78  | 21,97          | 3,64  | 24,63          | 4,08  | 27,33         | 4,78  |
| ENDOM                                   | 3,78           | 1,44  | 4,68           | 1,44  | 4,97          | 1,47  | 3,78           | 1,44  | 4,68           | 1,44  | 4,97          | 1,47  |
| MESOM                                   | 4,59           | 1,35  | 5,50           | 1,35  | 6,53          | 1,50  | 4,59           | 1,35  | 5,50           | 1,35  | 6,53          | 1,50  |
| ECTOM                                   | 2,15           | 1,29  | 1,27           | 1,04  | 0,65          | 0,76  | 2,15           | 1,29  | 1,27           | 1,04  | 0,65          | 0,76  |
| Длина руки, см                          | 68,6           | 3,36  | 68,8           | 2,92  | 68,2          | 2,87  | 67,9           | 2,38  | 67,6           | 2,85  | 67,3          | 2,93  |
| Длина ноги, см                          | 84,9           | 4,20  | 84,5           | 3,48  | 82,8          | 3,45  | 82,3           | 3,39  | 81,3           | 3,71  | 81,0          | 3,03  |
| Длина корпуса, см                       | 72,4           | 2,64  | 73,1           | 2,52  | 72,1          | 2,46  | 71,2           | 2,65  | 70,0           | 2,57  | 68,1          | 2,89  |
| Обхват груди, см                        | 81,3           | 6,52  | 86,2           | 6,94  | 90,0          | 7,30  | 90,4           | 7,66  | 88,2           | 8,38  | 86,9          | 7,65  |
| Обхват талии, см                        | 68,9           | 7,41  | 76,0           | 9,80  | 82,9          | 11,52 | 85,1           | 12,11 | 83,3           | 13,07 | 82,2          | 11,83 |
| Обхват ягодиц, см                       | 90,6           | 7,78  | 95,6           | 7,28  | 98,2          | 8,37  | 97,1           | 8,94  | 94,7           | 8,92  | 93,6          | 8,24  |
| Кожно-жировая складка над трицепсом, мм | 11,7           | 4,75  | 14,3           | 4,71  | 14,8          | 4,79  | 14,6           | 4,74  | 13,1           | 4,94  | 12,0          | 4,55  |
| Кожно-жировая складка на предплечье, мм | 6,3            | 2,58  | 6,9            | 2,69  | 8,1           | 2,76  | 7,1            | 2,75  | 6,2            | 2,85  | 5,9           | 3,13  |
| Кожно-жировая складка под лопаткой, мм  | 11,4           | 5,99  | 14,5           | 6,02  | 16,3          | 6,77  | 16,8           | 7,18  | 14,4           | 6,72  | 12,7          | 5,94  |
| Кожно-жировая складка на животе, мм     | 15,3           | 6,42  | 18,9           | 6,85  | 20,6          | 6,92  | 21,4           | 7,97  | 19,8           | 9,12  | 18,1          | 8,22  |
| Плечевой диаметр, см                    | 35,0           | 1,80  | 35,5           | 1,58  | 35,7          | 1,82  | 35,0           | 1,70  | 34,4           | 1,80  | 33,7          | 1,48  |
| Тазовый диаметр, см                     | 27,8           | 1,90  | 28,9           | 1,79  | 29,7          | 2,02  | 29,8           | 2,02  | 29,7           | 1,93  | 29,7          | 1,71  |

Для получения интегральной популяционной оценки межполовых различий компонентов телосложения был предпринят канонический дискриминантный анализ, в ходе которого по набору признаков – балловых оценок показателей эктоморфии, мезоморфии и эндоморфии были получены расстояния Махаланобиса для всех изученных возрастных интервалов [Дерябин, 2008].

## Результаты

### Возрастные аспекты половой изменчивости

В таблице 1 представлены данные по морфологическим признакам у мужчин и женщин чувашей, разбитые по десятилетним возрастным

интервалам. Средние значения и вариабельность всех переменных в настоящем исследовании находились в пределах нормальной изменчивости.

Корреляции между компонентами соматотипа в нашем исследовании оказались статистически значимыми ( $p \leq 0,05$ ): эндоморфия–мезоморфия: 0,60; эндоморфия–эктоморфия: –0,74; мезоморфия–эктоморфия: –0,82.

Все компоненты соматотипа показали статистически значимые различия между полами во всех возрастных группах (только в отношении мезоморфии не выявлено достоверных межполовых различий в возрастных группах 18–30 и 71–80 лет). На рисунке 1 представлены средние значения компонентов телосложения по возрастам



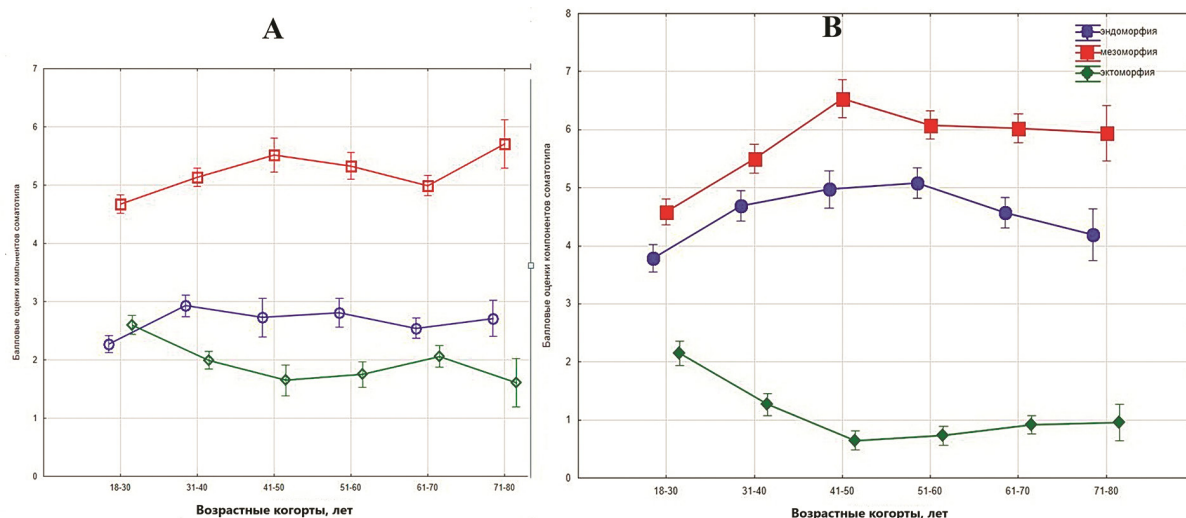


Рисунок 1. Возрастная изменчивость компонентов соматотипа у взрослых чувашей-мужчин (А) и женщин (В)

Figure 1. Mean value and standard errors of somatotype components in Chuvasha males (A) and females (B)

Таблица 2. Половые различия балловых оценок компонентов телосложения в шести возрастных когортах по результатам дисперсионного анализа  
Table 2. Sex differences (results of one-way ANOVA) in body composition component scores in six age groups; differences between age groups

| Возрастные группы | Эндоморфия |      |         |      |                 | Мезоморфия |       |         |      |                 | Эктоморфия |      |         |      |                 |
|-------------------|------------|------|---------|------|-----------------|------------|-------|---------|------|-----------------|------------|------|---------|------|-----------------|
|                   | Мужчины    |      | Женщины |      | p               | Мужчины    |       | Женщины |      | p               | Мужчины    |      | Женщины |      | p               |
|                   | M          | SD   | M       | SD   |                 | M          | SD    | M       | SD   |                 | M          | SD   | M       | SD   |                 |
| 18-30             | 2,27       | 0,98 | 3,78    | 1,44 | <b>&lt;0,01</b> | 4,68       | 1,04  | 4,59    | 1,35 | 0,51            | 2,60       | 1,11 | 2,15    | 1,29 | <b>&lt;0,01</b> |
| 31-40             | 2,93       | 1,23 | 4,68    | 1,45 | <b>&lt;0,01</b> | 5,13       | 1,02  | 5,49    | 1,35 | <b>0,01</b>     | 1,99       | 1,03 | 1,27    | 1,04 | <b>&lt;0,01</b> |
| 41-50             | 2,73       | 1,23 | 4,97    | 1,46 | <b>&lt;0,01</b> | 5,52       | 1,11  | 6,53    | 1,49 | <b>&lt;0,01</b> | 1,65       | 1,01 | 0,65    | 0,76 | <b>&lt;0,01</b> |
| 51-60             | 2,8        | 1,33 | 5,08    | 1,57 | <b>&lt;0,01</b> | 5,33       | 1,16  | 6,08    | 1,46 | <b>&lt;0,01</b> | 1,75       | 1,19 | 0,73    | 0,99 | <b>&lt;0,01</b> |
| 61-70             | 2,55       | 1,23 | 4,57    | 1,67 | <b>&lt;0,01</b> | 4,99       | 1,150 | 6,02    | 1,54 | <b>&lt;0,01</b> | 2,06       | 1,31 | 0,92    | 1,04 | <b>&lt;0,01</b> |
| 71-80             | 2,71       | 0,97 | 4,19    | 1,57 | <b>&lt;0,01</b> | 5,70       | 1,23  | 5,94    | 1,61 | 0,47            | 1,61       | 1,33 | 0,95    | 1,11 | <b>&lt;0,01</b> |

Примечания. p – уровень статистической достоверности.

Статистически значимые ( $p < 0,05$ ) значения p выделены жирным шрифтом.

Notes. p – level of statistical significance. Statistically significant ( $p < 0,05$ ) p values are shown in bold.

для обоих полов. Наиболее заметные различия характерны для показателей эндоморфии (с более высокими средними значениями у женщин). Различия были самыми существенными в возрасте 41–60 лет; самые незначительные – в возрасте 71–80 лет. В большинстве возрастных групп и показатель мезоморфии был выше у женщин, чем у мужчин, однако различия были менее выражены и достигали достоверного уровня значимости ( $p \leq 0,05$ ) на возрастном интервале от 31 до 70 лет. Межполовые различия по показателю эктоморфии были значительными и практически одинаковыми во всех возрастных группах. Средние значения эктоморфии, в отличие от других показателей соматотипа, были выше у мужчин, чем у женщин во всех возрастных группах.

Средние значения и стандартные отклонения балловых оценок соматотипов по Хит-Картеру в каждой возрастной группе для обоих полов, а также сравнение между возрастными группами представлены в таблице 2. Между возрастными группами по всем компонентам соматотипа у обоих полов наблюдались статистически значимые различия ( $p \leq 0,01$ ).

Среднее значение эндоморфии у мужчин на возрастном интервале 31–40 лет было значительно выше, чем в возрасте 18–30 лет и несколько превышало значения в других возрастных когортах. У женщин вполне ожидаемо среднее значение эндоморфии в возрасте 18–30 лет было достоверно ниже, чем во всех остальных возрастных группах (исключение составляет период 71–80 лет).

Достоверных различий в показателях эндоморфии женщин в возрасте 31–40, 41–50, 51–60 и 61–70 лет обнаружено не было. Средние значения мезоморфии у обоих полов были достоверно выше в возрасте 31–40 лет по сравнению с интервалом 18–30 лет, и продолжали увеличиваться до 50 лет (изменения статистически значимы только у женщин). Начиная с 50-летнего возраста средние показатели мезоморфии снижались у представителей обоих полов, однако изменения статистически недостоверны.

Закономерности возрастной динамики средних значений балловых оценок эктоморфии были практически одинаковы у представителей обоих полов: снижение показателя от младшей возрастной группы 18–30 лет вплоть до 50 лет, после чего наблюдается некоторое незначительное повышение параметра к 70 годам.

Полученные в ходе канонического дискриминантного анализа расстояния Махаланобиса, являющиеся комплексной популяционной оценкой межполовых различий изученных признаков (балловых оценок эктоморфии, мезоморфии и эндоморфии), для всех изученных возрастных интервалов представлены в таблице 3. Полученные результаты свидетельствуют о том, что максимальные межполовые различия по признакам балловых оценок компонентов телосложения достигаются на возрастном промежутке от 41 до 60 лет, в более старших возрастных интервалах идет снижение этого показателя. В самой молодой возрастной когорте (18–30 лет) значение расстояния Махаланобиса оказалось несколько ниже, чем у 41–60-летних чувашей. Несколько неожиданным выглядит снижение изучаемого показателя в интервале 31–40 лет. Этот феномен пока остается предметом обсуждения, однако, скорее всего, он объясним разнонаправленными тенденциями в конкретном возрастном интервале: ростом показателя мезоморфии со снижением параметра эктоморфии. В самой молодой возрастной когорте (18–30 лет) дискриминантный анализ показывает различия за счет показателей эндоморфии и мезоморфии, так же, как и на интервалах 41–50 лет и 70–80 лет. Межполовые различия, фиксируемые дискриминантной функцией в возрастных промежутках 31–40 лет и 51–70 лет достигаются только за счет показателя эндоморфии.

На рисунке 2 представлены средние значения оценок соматотипов по методу Хит-Картера для мужчин и женщин в чувашской популяции по десятилетним возрастным когортам.

**Таблица 3. Расстояния Махаланобиса между женскими и мужскими чувашскими подвыборками по оценкам эндоморфии, мезоморфии и эктоморфии (соматотипирование по Хит-Картеру)**  
**Table 3. Mahalanobis distances between female and male Chuvash subsamples according to estimates of endomorphy, mesomorphy and ectomorphy (somatotyping according to Heath-Carter)**

| Возрастной интервал, лет | Расстояние Махаланобиса |
|--------------------------|-------------------------|
| 18–30                    | 2,1                     |
| 31–40                    | 1,76                    |
| 41–50                    | 2,29                    |
| 51–60                    | 2,26                    |
| 61–70                    | 1,76                    |
| 71–80                    | 1,39                    |

## Обсуждение

В течение жизни человека тело существенно изменяется по отдельным антропометрическим размерам, строению, пропорциям и составу [Pavlovsky, Kobylansky, 1997]. Множество работ было посвящено связи телосложения с минеральной плотностью костей [Ravaglia et al., 2000; Kirchengast et al., 2001; Kalichman et al., 2005], долголетием [Wilson et al., 1990], старением [Gaur, Singh, 1997; Buffa et al., 2005], а также различными заболеваниями [Malina et al., 1997; Katzarzyk et al., 1999; Williams et al., 2000; Eiben et al., 2004; Kalichman et al., 2004]. В этом поперечном исследовании на уровне сообщества мы наблюдали статистически значимые половые и возрастные различия компонентов соматотипа.

В чувашской выборке межполовые различия балловых оценок компонентов телосложения оказались наиболее существенными по эндоморфному компоненту, с более высокими значениями у женщин (рис. 1), что согласуется с данными о более высокой общей жировой массе у женщин, по сравнению с мужчинами [Pavlovsky, Kobylansky, 1997]. Направления возрастных изменений компонентов соматотипа в чувашской популяции в целом схожи у мужчин и женщин, однако у женщин динамика изменений средних значений компонентов соматотипа выражена отчетливее. Показатель эндоморфии у мужчин остается практически стабильным после 30-летнего возраста, в то время как у женщин этот параметр неуклонно увеличивается вплоть до 6-го десятилетия жизни, после чего идет на убыль.

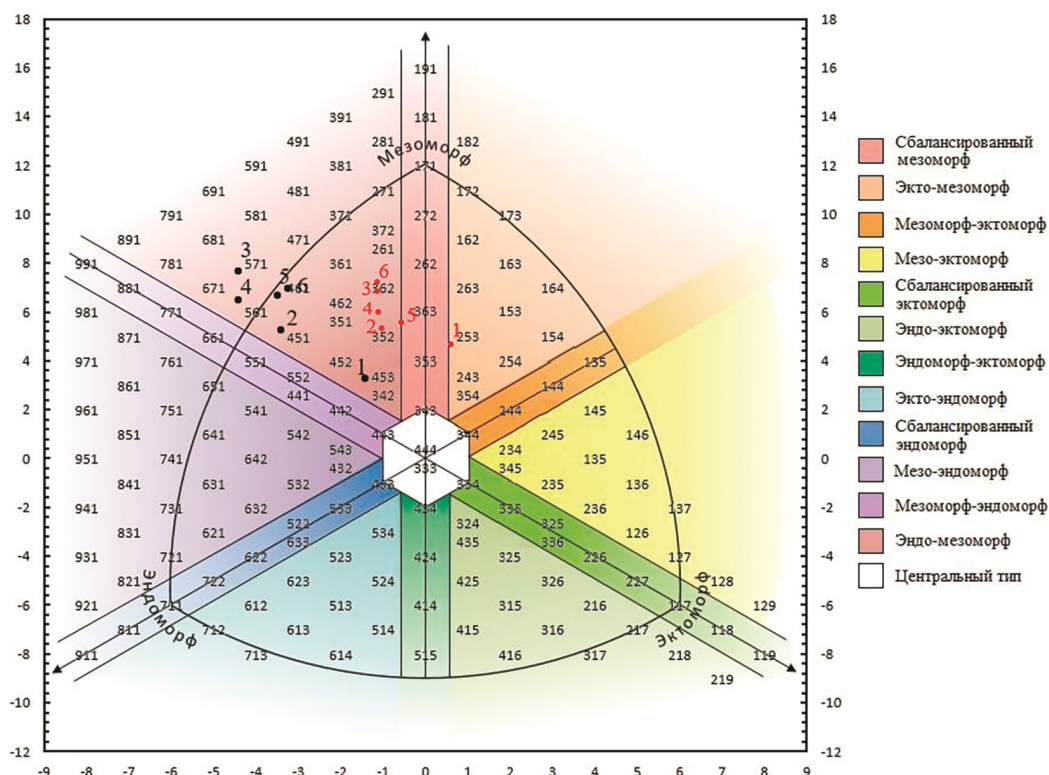


Рисунок 2. Соматотипы взрослых чувашей (мужчин и женщин).

Figure 2. Somatotypes of adult Chuvash (men and women).

Примечания. Красным цветом обозначены значения, соответствующие популяционным средним для соматотипов мужчин, черным цветом – значения, полученные для женской выборки. Цифрами обозначены возрастные подгруппы: 1. 18–30 лет; 2. 31–40 лет; 3. 41–50 лет; 4. 51–60 лет; 5. 61–70 лет; 6. 71–80 лет

Notes. Values corresponding to population averages for male somatotypes are indicated in red; values obtained for the female sample are indicated in black. The numbers indicate age subgroups: 1. 18–30 years; 2. 31–40 years old; 3. 41–50 years old; 4. 51–60 years old; 5. 61–70 years old; 6. 71–80 years

В возрастной когорте 18–30 лет между мужчинами и женщинами не выявлено достоверных различий по критерию мезоморфии, очень невелики различия экторморфного компонента соматотипа. В самой старшей части выборки (после 70 лет) наблюдается уменьшение полового диморфизма во всех компонентах телосложения, межполовые различия нивелируются. Эти результаты согласуются с данными по населению Сардинии [Buffa et al., 2005], и в целом схожи с материалами по взрослому русскому населению Восточной Сибири [Синдеева, Руднев, 2017], показавшим однотипность возрастных изменений соматотипов у обоих полов и увеличение баллов эндо- и мезоморфии вплоть до 60 лет, с дальнейшим смещением средних оценок соматотипов в сторону эндоморфии.

Показатель мезоморфии у чувашей возрастает с 18 лет до 50 у обоих полов (причем у женщин более интенсивно), в дальнейшем наблюдается снижение этого параметра (только

в самой старшей возрастной когорте у мужчин происходит неожиданный скачок). Показатель эндоморфии у женщин непрерывно нарастает с 18 лет вплоть до 6-го десятилетия, после чего наблюдается снижение средних значений эндоморфии. Последнее наблюдение согласуется с данными других исследований [Arking, 2006; Buffa et al., 2005], показавших постоянное увеличение веса, ИМТ и жировой массы с последующей инверсией этой тенденции в пожилом возрасте. Возраст, в котором происходит снижение массы тела, четко не фиксируется из-за широкой индивидуальной и межпопуляционной изменчивости, характеризующей процесс старения. Есть сообщения, о том, что эта инверсия происходит примерно в 60 лет [Elia, 2001], что соответствует нашим результатам; однако итальянское продольное исследование старения определяет возраст инверсии примерно в 75 лет [Perissinotto et al., 2002].

Показатели мезоморфии и эктоморфии в чувашской выборке показали противоположные возрастные тенденции: мезоморфный компонент увеличивается у обоих полов до 5-го десятилетия, показатель эктоморфии на том же временном отрезке имеет тенденцию к снижению. В дальнейшем средние значения мезоморфии уменьшаются и, соответственно, увеличиваются средние значения эктоморфии. Исследования соматотипов пожилых людей в различных популяциях показали результаты, аналогичные нашим [Bailey et al., 1982]. В канадском исследовании [Buffa et al., 2005] сообщалось об уменьшении эндоморфии и мезоморфии после 60 лет, сопровождаемом увеличением эктоморфии. Гаур и Сингх [Gaur, Singh, 1997] сообщили о той же тенденции в выборке индийских мужчин: изменения произошли после 55 лет.

В нашей выборке закономерности изменения средних значений эктоморфии также были практически одинаковыми у представителей обоих полов. Средние значения компонента эктоморфии планомерно снижаются в возрастном промежутке с 18 до 50 лет. Уменьшение значений показателя эктоморфии соответствовало уменьшению линейности тела, т. е. большей массе по отношению к меньшему росту. Снижение линейных размеров тела в возрасте от 18 до 50 лет, можно объяснить как увеличением массы тела (что действительно наблюдалось в этом же возрасте – показатель эндоморфии растет на этом возрастном промежутке) без изменения продольных параметров, так и вековыми тенденциями увеличения роста более молодых особей в популяции [Bodza'r, Susanne, 1998].

Противоположная тенденция возрастных изменений эктоморфии и эндоморфии, полученная в настоящем исследовании, частично может быть объяснена отрицательными корреляциями между компонентами соматотипа. Корреляции, полученные в нашем исследовании, весьма сходны с данными из сообщения польских исследователей под руководством М. Качмарек [Katzmarzyk et al., 2000]: эндоморфия-мезоморфия: 0,59; эндоморфия-эктоморфия: –0,75; и мезоморфия-эктоморфия: –0,79. Следовательно, эндоморфный и эктоморфный компоненты соматотипа можно рассматривать как находящиеся на противоположных концах вектора полнота – худощавость.

Визуализация полученных данных для исследуемой нами чувашской выборки на стандартной соматограмме по методу Хит-Картера (рис. 2) выявила преобладание эндо-мезоморфного вари-

анта телосложения у обоих полов. Если в женской части выборки средние варианты комплексных оценок соматотипов во всех возрастах расположились на соматограмме вдоль левой границы сектора эндо-мезоморфии, то центроиды для возрастных мужских выборок находятся на границе с полем сбалансированной мезоморфии (и только в самой молодой мужской подгруппе среднее значение соматотипа оказалось на диаграмме в секторе экто-мезоморфии). Отчасти схожий результат с преобладанием у мужчин эндо-мезоморфного, а у женщин – мезо-эндоморфного типа телосложения получен ранее на обширной выборке взрослых русских с территории Восточной Сибири [Синдеева, Руднев, 2017, с. 77]. Во всех возрастных группах у русского населения исследователи отметили выраженные половые различия балльных оценок соматотипа по Хит-Картеру (кроме эктоморфии в возрастной когорте 20–29-летних, что коррелирует с нашими данными).

### Заключение

Настоящей работой в научный оборот введены репрезентативные данные по половому диморфизму компонентов телосложения у взрослых чувашей (мужчин и женщин). Показаны локальные закономерности возрастной изменчивости компонентов телосложения для этнических чувашей, в частности, зафиксировано снижение показателя эндоморфии у женщин после 60-летнего возраста. Выявлено преобладание эндо-мезоморфных вариантов телосложения у обоих полов, с несколько более выраженной тенденцией в сторону сбалансированной мезоморфии у мужчин (только в самой молодой мужской подгруппе среднее значение соматотипа оказалось на диаграмме в секторе экто-мезоморфии). Впервые на репрезентативном материале определены показатели полового диморфизма по комплексу компонентов эндоморфии, мезоморфии и эктоморфии у чувашей. Значения корреляций между компонентами соматотипа, полученные в данном исследовании, не противоречат результатам ранних работ других исследователей.

Разнообразие компонентов телосложения в разных возрастных интервалах, наблюдаемое при поперечном исследовании, может отражать две тенденции: 1) изменение состава тела с возрастом; 2) межпопуляционные вековые тенденции или экологические вариации телосложения, обусловленные социо-экономическими изменениями в популяциях. Использование поперечных выборок не позволяет развести эти две причины, поэтому интересно будет в дальнейшем провести про-



дольные исследования вариаций компонентов телосложения. Еще одним направлением наших будущих исследований станет изучение полового диморфизма морфофизиологических признаков в чувашской объединенной выборке.

### Благодарности

Работа выполнена в рамках НИР АААА-А19-119013090163-2 «Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)».

### Библиография

Анисимова А.В., Година Е.З., Руднев С.Г., Свистунова Н.В. Проверка применимости формул для биоимпедансной оценки соматотипа по Хит-Картеру у детей и подростков в различных популяциях. // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология, 2016. №2. С. 28–38.

Бунак В.В. Антропометрия. М.: Учпедгиз. 1941.

Дерябин В.Е. Построение типологии распределения масс по сегментам тела мужчин методом главных компонент // Биологические науки, 1985. №6. С. 62–68.

Дерябин В.Е. Использование компонентного анализа для оценки физического развития мужчин // Биологические науки, 1991. № 7 (331). С. 70–78.

Дерябин В.Е. Курс лекций по многомерной биометрии для антропологов. М.: Изд-во Московского университета. 2008.

Иванов В.П. Некоторые этнодемографические и историко-культурные характеристики чувашского этноса / Чуваш: актуальные аспекты антропологии. Чебоксары: ЧГИГН, 2004. С. 12–34.

Колесников В.А., Руднев С.Г., Николаев Д.В., Анисимова А.В., Година Е.З. О новом протоколе оценки соматотипа по схеме Хит-Картера в программном обеспечении биоимпедансного анализатора состава тела // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология, 2016. №4. С. 4–13.

Синдеева Л.В., Руднев С.Г. Характеристика половозрастной изменчивости соматотипа по Хит-Картеру у взрослых людей и возможности его биоимпедансной оценки (на примере русского населения Восточной Сибири) // Морфология, 2017. Т. 151, №1. С. 77–87.

Тамбовцева Р.В., Жукова С.Г. Возрастные изменения соматотипа и компонентов массы тела девочек // Морфология, 2005. № 27 (1). С. 48–51.

### Информация об авторах

Калихман Леонид, PhD, ORCID ID: 0000-0003-2987-4396; [kleonid@bgu.ac.il](mailto:kleonid@bgu.ac.il), [kalichman@hotmail.com](mailto:kalichman@hotmail.com);

Чумакова Анна Михайловна, ORCID ID: 0000-0003-4990-9090, [achumakova@mail.ru](mailto:achumakova@mail.ru);

Батсевич Валерий Анатольевич, д.б.н., в.н.с., ORCID ID: 0000-0003-3833-1588; [batsevich53@mail.ru](mailto:batsevich53@mail.ru);

Кобылянский Евгений, PhD, ORCID ID: 0000-0001-9691-3813, [anatom14@post.tau.ac.il](mailto:anatom14@post.tau.ac.il).

Поступила в редакцию 18.12.2023,  
принята к публикации 20.02.2024.

Kalichman L.<sup>1)</sup>, Chumakova A.M.<sup>2)</sup>, Batsevich V.A.<sup>2)</sup>, Kobylansky E.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Physical Therapy, Recanati School for Community Health Professions, Faculty of Health Sciences, Ben-Gurion University of the Negev, Beer Sheva, 84105, 653, Israel

<sup>2)</sup> Lomonosov Moscow State University, Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Mokhovaya str., 11, Moscow, 125009, Russia

<sup>3)</sup> Department of Anatomy and Anthropology, Faculty of Medical and Health Sciences, Tel Aviv University, Tel Aviv, 69978, 39040, Israel

## VARIABILITY OF SOMATOTYPES ACCORDING TO HEATH-CARTER IN ADULT CHUVASH PEOPLE

**Introduction.** In the range of topical problems of modern human morphology, the doctrine of bodily constitution occupies an important place, but there is a shortage of data on population variability of somatotypes in the literature. The purpose of this cross-sectional study was to study age and sex variations in body composition components using the Heath-Carter method in the Chuvash rural population examined in several villages in the Mariinsky-Posad, Morgaushsky and Yadrinsky districts of Chuvashia and Chuvash villages in the Aurgazinsky and Bizhbulyaksky districts of Bashkiria. The tasks included the determination and analysis of somatotypes according to Heath-Carter of men and women in age subgroups of adult Chuvash and assessment of age-related variability of sexual dimorphism of somatotype scores.

**Materials and methods.** The study sample consists of 802 men aged 18–89 years ( $M = 46.9$ ) and 738 women aged 18–90 years ( $M = 48.6$ ) examined in 1994, 1999 and 2002. Age and sex differences were assessed using one-way analysis of variance. Mahalanobis distances were used to rate the sexual dimorphism of somatotype components.

**Results and discussion.** Sex differences in the assessment of somatotype variations in the Chuvash population turn out to be most significant for the characteristics of endomorphy, with higher values in women. The values of endomorphy in men after 30 years practically did not change, but in women it continued to increase until the 6th decade, and then decreased with age. There were practically no differences in the mesomorphy; very small differences were found in ectomorphy between men and women aged 18-30 years.

Mesomorphy increases from 18-30 years to 50 in both sexes; the ectomorphy shows opposite age trends. A leveling of sex differences in all body composition components was recorded in the older part of the combined sample (70 – 80 years old).

**Conclusions.** Local patterns of age-related variability in body composition components for ethnic Chuvash are shown. For the first time, using representative material, indicators of sexual dimorphism have been determined for the complex of components of endomorphy, mesomorphy and ectomorphy in the Chuvash, showing the maximum intersexual differences in the age range of 41-60 years. A predominance of endomesomorphic body types in both sexes was revealed, with a tendency towards balanced mesomorphy in men (the youngest male subgroup is characterized by an ectomesomorphic somatotype).

**Keywords:** biological anthropology; human populations; somatotype according to Heath-Carter; sexual dimorphism; morphophysiological characteristics

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-24-2-2

## References

- Anisimova A.V., Godina Ye.Z., Rudnev S.G., Svistunova N.V. Proverka primenimosti formul dlya bioimpedansnoy otsenki somatotipa po Khit-Karteru u detey i podrostkov v razlichnykh populyatsiyakh [Testing the applicability of formulas for bioimpedance assessment of somatotype according to Heath-Carter in children and adolescents in various populations]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2016, 2, pp. 28–38. (In Russ.).
- Bunak V.V. *Antropometriya* [Anthropometry]. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1941. 368 p. (In Russ.).
- Deryabin V.Ye. Postroyeniye tipologii raspredeleniya mass po segmentam tela muzhchin metodom glavnykh komponent [Construction of a typology for distribution of body mass by body segments in men using the main component method]. *Biologicheskiye nauki* [Biological Sciences], 1985, 6, pp. 62–68. (In Russ.).
- Deryabin V.Ye. Ispol'zovaniye komponentnogo analiza dlya otsenki fizicheskogo razvitiya cheloveka [The application of component analysis for assessing the physical development of men]. *Biologicheskiye nauki* [Biological Sciences], 1991, 7 (331), pp. 70–78. (In Russ.).
- Deryabin V.Ye. *Kurs lektsiy po mnogomernoy biometrii dlya antropologov* [A course of lectures on multidimensional biometrics for anthropologists]. Moscow, MSU Publ., 2008. 332 p. (In Russ.).
- Ivanov V.P. Nekotoryye etnodemograficheskiye i istoriko-kul'turnyye kharakteristiki chuvashskogo etnosa [Some ethnodemographic and historical-cultural characteristics of the Chuvash ethnic group]. In *Chuvashi: aktual'nyye aspekty antropologii* [Chuvash: current aspects of anthropology]. Cheboksary, ChGIGN Publ., 2004, pp. 12–34.
- Kolesnikov V.A., Rudnev S.G., Nikolayev D.V., Anisimova A.V., Godina Ye.Z. O novom protokole otsenki somatotipa po skheme Khit-Kartera v programnom obespechenii bioimpedansnogo analizatora sostava tela [About the new protocol for assessing the somatotype according to the Heath-Carter scheme in the software of the bioimpedance analyzer of body composition]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2016, 4, pp. 4–13. (In Russ.).
- Sindeyeva L.V., Rudnev S.G. Kharakteristika polovozrastnoy izmenchivosti somatotipa po Khit-Karteru u vzroslykh lyudey i vozmozhnosti yego bioimpedansnoy otsenki (na primere russkogo naseleniya Vostochnoy Sibiri) [Characteristics of age-sex variability of somatotype according to Heath-Carter in adults and the possibility of its bioimpedance assessment (using the example of the Russian population of Eastern Siberia)] *Morfologiya* [Morphology]. 2017, 151, 1, pp. 77–87. (In Russ.).
- Tambovtseva R.V., Zhukova S.G. Vozrastnyye izmeneniya somatotipa i komponentov massy tela devochek [Age-related changes in somatotype and body weight components of girls]. *Morfologiya* [Morphology], 2005, 27 (1), pp. 48–51. (In Russ.).
- Anisimova A., Godina E., Nikolaev D., Rudnev S. Evaluation of the Heath-Carter somatotype revisited: new bioimpedance equations for children and adolescents. *IFMBE proceedings*, 2016, 54, pp. 80–83.
- Arking R. *Biology of aging*. Oxford, Oxford University Press, 2006. 624 p. ISBN: 9780195167399.
- Bailey D.A., Carter J.E.L., Mirwald R. Somatotypes of Canadian men and women. *Hum. Biol.*, 1982, 54, pp. 813–828.
- Bhuiyan A.R., Gustat J., Srinivasan S.R., Berenson G.S. Differences in body shape representations among young adults from a biracial (Black-White), semirural community: the Bogalusa Heart Study. *Am. J. Epidemiol.*, 2003, 158, pp. 792–797. DOI: 10.1093/aje/kwg218.
- Bodzsar E.B., Susanne C. *Secular growth changes in Europe*. Budapest, Eötvös University Press, 1998. 381 p.
- Buffa R., Succa V., Garau D., Marini E., Floris G. Variations of somatotype in elderly Sardinians. *Am. J. Hum. Biol.*, 2005, 17, pp. 403–411. DOI: 10.1002/ajhb.20141.
- Carter J.E.L., Heath B.H. *Somatotyping: development and applications*. Cambridge, Cambridge University Press, 1990. pp. 503. ISBN: 0521351170.

- Carter J.E., Parizkova J. Changes in somatotypes of European males between 17 and 24 years. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1978, 48, pp. 251–254. DOI: 10.1002/ajpa.1330480221.
- Cressie N.A.C., Withers R.T., Craig N.P. The statistical analysis of somatotype data. *Yrbk. Phys. Anthropol.*, 1986, 29, pp. 197–208. DOI:10.1002/ajpa.1330290509.
- Eiben O.G., Buday J., Bosze P. Physique of patients with carcinoma of the female genital tract. *Eur. J. Gynaecol. Oncol.*, 2004, 25, pp. 638–683.
- Elia M. Obesity in the elderly. *Obes. Res.*, 2001, 9 (4), pp. 244–248. DOI: 10.1038/oby.2001.126.
- Gaur R., Singh R.P. Age differences in somatotype of Gartwali males 17–60 years of age. *Am. J. Hum. Biol.*, 1997, 9, pp. 285–290. DOI: 10.1002/(SICI)1520-6300(1997)9:3<285::AID-AJHB1>3.0.CO;2-Y.
- Heath B.H., Carter J.E. A modified somatotype method. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1967, 27, pp. 57–74.
- Herrera H., Rebato E., Herna'ndez R., Herna'ndez-Valera Y., Alfonso-Sa'ñchez M.A. Relationship between somatotype and blood pressure in a group of institutionalized Venezuelan elders. *Gerontology*, 2004, 50, pp. 223–229. DOI: 10.1159/000078351.
- Kalichman L., Cohen Z., Kobylansky E., Livshits G. Inter-relationship between bone aging traits and basic anthropometric characteristics. *Am. J. Hum. Biol.*, 2002, 14, pp. 380–390. DOI:10.1002/ajhb.10051.
- Kalichman L., Kobylansky E., Malkin I., Yakovenko K., Livshits G. Search for linkage between hand osteoarthritis and 11q 12-13 chromosomal segment. *Osteoarthritis Cartilage*, 2003, 11, pp. 561–568. DOI: 10.1016/s1063-4584(03)00093-1.
- Kalichman L., Livshits G., Kobylansky E. Association between somatotypes and blood pressure. *Ann. Human. Biol.*, 2004, 31, pp. 466–476. DOI: 10.1080/03014460412331281728.
- Kalichman L., Malkin I., Kobylansky E. Association between physique characteristics and hand skeletal aging status in an adult Chuvasha population. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2005, (Epub ahead of print).
- Katzmarzyk P.T., Malina R.M. Body size and physique among Canadians of First Nation and European ancestry. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1999, 108, pp. 161–172. DOI: 10.1002/(SICI)1096-8644(199902)108:2<161::AID-AJPA3>3.0.CO;2-B.
- Katzmarzyk P.T., Malina R.M., Song T.M., Bouchard C. Physique, subcutaneous fat, adipose tissue distribution, and risk factors in the Quebec Family Study. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 1999, 23, pp. 476–484. DOI: 10.1038/sj.ijo.0800844.
- Katzmarzyk P.T., Malina R.M., Perusse L., Rice T., Province M.A., Rao D.C., Bouchard C. Familial resemblance for physique: heritability for somatotype components. *Ann Hum Biol.*, 2000, 27, pp. 467–477. DOI: 10.1080/030144600419305.
- Kirchengast S., Peterson B., Hauser G., Knogler W. Body composition characteristics are associated with the bone density of the proximal femur end in middle- and old-aged women and men. *Maturitas*, 2001, 39, pp. 133–145. DOI: 10.1016/s0378-5122(01)00205-5.
- Kretschmer E. *Physique and character: An investigation of the nature of constitution and the theory of temperament*. New York, 1921, Harcourt Brace Publ., 226 p.
- Livshits G., Yakovenko K., Ginsburg E., Kobylansky E. Genetics of human body size and shape: pleiotropic and independent genetic determinants of adiposity. *Ann. Hum. Biol.*, 1998, 25, pp. 221–236. DOI: 10.1080/0301446980005592.
- Livshits G., Karasik D., Kobylansky E. Complex segregation analysis of the radiographic phalanges bone mineral density and their age-related changes. *J. Bone Miner. Res.*, 2002a, 17, pp. 152–161. DOI: 10.1359/jbmr.2002.17.1.152.
- Livshits G., Roset A., Yakovenko K., Trofimov, S., Kobylansky, E. Genetics of human body size and shape: body proportions and indices. *Ann. Hum. Biol.*, 2002b, 29, pp. 271–289. DOI:10.1080/03014460110085322.
- Malina R.M., Katzmarzyk P.T., Song T.M.K., Theriault G., Bouchard C. Somatotype and cardiovascular risk factors in healthy adults. *Am. J. Hum. Biol.*, 1997, 9, pp. 11–19. DOI:10.1002/(SICI)1520-6300(1997)9:1<11::AID-AJHB3>3.0.CO;2-T.
- Monyeki K.D., Toriola A.L., de Ridder J.H., Kemper H.C., Steyn, N.P., Nthangeni M.E., Twisk J.W., van Lenth F.J. Stability of somatotypes in 4 to 10-year-old rural South African girls. *Ann. Hum. Biol.*, 2002, 29, pp. 37–49. DOI:10.1080/03014460110054984.
- Pavlovsky O., Kobylansky E. *Population biology of human aging*. Firenze, Angelo Pontecoroboli Editore, Publishing House, 1997. 147 p.
- Perissinotto E., Pisent C., Sergi G., Grigoletto F. ILSA Working Group (Italian Longitudinal Study on Ageing). Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. *Br. J. Nutr.*, 2002, 87, pp. 177–186. DOI: 10.1079/bjn2001487.
- Ravaglia G., Forti, P., Maioli F., Nesi B., Pratelli L., Cucinotta D., Bastagli L., Cavalli G. Body composition, sex steroids, IGF-1, and bone mineral status in aging men. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, 2000, 55, pp. 516–521. DOI: 10.1093/gerona/55.9.m516.
- Rebato E., Rosique J., Gonzalez Apraiz A. Somatotypes of 14 to 19-years-old urban boys and girls from Bilbao (Basque Country). *Anthropol. Anz.*, 1996, 54, pp. 135–147.
- Sheldon W.H. The somatotype, the morphophenotype and the morphogenotype. *Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol.*, 1950, 15, pp. 373–382.
- Singal P., Sidhu L.S. Age changes and comparison of somatotypes during 20 to 80 years in Jat-Sikh and Bania females of Punjab (India). *Anthropol. Anz.*, 1984, 42, pp. 281–289. DOI:10.1080/09720073.2002.11890737.
- Suk E.K., Malkin I., Dahm S., Kalichman L., Ruf N., Kobylansky E., Toliat M., Rutsch F., Nurnberg P., Livshits G. Association of ENPP1 gene polymorphisms with hand osteoarthritis in a Chuvasha population. *Arthritis. Res. Ther.*, 2005, 7, pp.1082–1090. DOI: 10.1186/ar1786.
- Williams S.R.P., Goodfellow J., Davies B., Bell W., McDowell I., Jones E. Somatotype and angiographically determined atherosclerotic coronary artery disease in men. *Am. J. Hum. Biol.*, 2000, 12, pp. 128–138. DOI: 10.1002/(SICI)1520-6300(200001/02)12:1<128::AID-AJHB14>3.0.CO;2-X.
- Wilson B.R., Olson H.W., Sprague H.A., Van Huss W.D., Montoye H.J. Somatotype and longevity of former university athletes and non-athletes. *Res. Q. Exerc. Sport.*, 1990, 61, pp. 1–6. DOI: 10.1080/02701367.1990.10607472.

# Information about the authors

Kalichman Leonid, PhD, ORCID ID: 0000-0003-2987-4396; kleonid@bgu.ac.il;

Chumakova Anna, ORCID ID: 0000-0003-4990-9090, achumakova@mail.ru;

Batsevich Valery, Leading Researcher, D.Sc. (Biology), ORCID ID: 0000-0003-3833-1588, batsevich53@mail.ru;

Kobylansky Eugene, PhD, ORCID ID: 0000-0001- 9691-3813, anatom14@post.tau.ac.il.

© 2024. This work is licensed under a CC BY 4.0 license