

Оригинальная статья / Original article

УДК: 572.08/.5; 615.47

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-6-78-90>

Оценка типов телосложения пациентов с ожирением I–III степени по схеме Хит-Картера с помощью различных формул

Семенов М.М.*¹, Выборная К.В.¹, Раджабканиев Р.М.¹, Гаппарова К.М.¹,
Шарафетдинов Х.Х.^{1,2}, Зайнудинов З.М.¹, Никитюк Д.Б.^{1,2}

¹Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия

²Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

ЦЕЛЬ. Изучить соматотипологические характеристики пациентов с алиментарно-зависимой патологией и ожирением I–III степени; сравнить три метода оценки соматотипа с помощью трех видов комплекс-формул по схеме Хит-Картера; проверить надежность и информативность способа биоимпедансной оценки компонентов соматотипа регрессионными формулами, применяемыми при биоимпедансном анализе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ. На базе клиники ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» было обследовано 145 пациентов (67 мужчин, средний возраст 41,4±10,3 лет и 78 женщин, средний возраст 40,6±9,4 лет) с ожирением I–III степени. Пациентам были проведены антропометрические измерения. Биоимпедансную оценку состава тела проводили с использованием анализатора ABC-01 «Медасс». Соматотип определяли по схеме Хит-Картера с помощью трех видов комплекс-формул – на основе антропометрии и на основе биоимпедансного исследования состава тела.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. На основе антропометрических и биоимпедансных исследований представлена характеристика типов телосложения по схеме Хит-Картера у пациентов с алиментарно-зависимыми патологиями и ожирением I–III степени. Были показаны значимые различия значений компонентов соматотипа ENDO и MESO, полученных при расчете по формулам, внедренным в программное обеспечение биоимпедансного анализатора, от значений, полученных при расчете по формулам на основе антропометрии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. При определении соматотипа по схеме Хит-Картера у пациентов с I–III степенью ожирения степень полового диморфизма была различной и зависела от того, какие формулы применялись для расчета баллов. Выраженный половой диморфизм отмечался при использовании обоих вариантов регрессионных формул, т.к. в них учитывается пол обследуемого индивида. Было показано, что данные формулы не применимы для оценки компонентов соматотипа у лиц с ожирением I–III степеней, т.к. коэффициенты детерминации не соответствуют полученным ранее на контингенте людей с нормальными значениями ИМТ. Считаем целесообразным разработку новых регрессионных уравнений для оценки соматотипа вышеуказанного континента.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: антропометрия, биоимпедансометрия, телосложение, состав тела, соматотип по Хит-Картеру, пациенты с алиментарно-зависимой патологией, ожирение I–III степени

Для цитирования: Semenov M.M., Vybornaya K.V., Radzhabkadiyev R.M., Gapparova K.M., Sharafetdinov H.H., Zainudinov Z.M., Nikityuk D.B. Evaluation of the Somatotype of Patients with Class 1, 2 and 3 Obesity According to the Heath-Carter Scheme Using Various Formulas. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (6): 78-90. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-6-78-90>

*Для корреспонденции: Семенов Мурадин Муралифович, e-mail: muradin-81@mail.ru,

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8039-529X>

Статья получена: 07.10.2022

Поступила после рецензирования: 27.10.2022

Статья принята к печати: 19.11.2022

Evaluation of the Somatotype of Patients with Class 1, 2 and 3 Obesity According to the Heath-Carter Scheme Using Various Formulas

Muradin M. Semenov*¹, Kseniya V. Vybornaya¹, Radzhabkadi M. Radzhabkadiyev¹, Kamilat M. Gapparova¹, Khaider' K. Sharafetdinov^{1,2}, Zainudin M. Zainudinov¹, Dmitriy B. Nikityuk^{1,2}

¹Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

AIM. The purpose of this work was to study the somatotypological characteristics of patients with non-communicable diseases and obesity of class 1, 2 and 3; compare three methods to evaluate the somatotype using three types of complex formulas according to the Heath-Carter scheme; to check the reliability and informativeness of the method of bioimpedance evaluation of somatotype components by regression formulas used in bioimpedance analysis.

MATERIAL AND METHODS. 145 patients (67 men, mean age 41.4 ± 10.3 years and 78 women, mean age 40.6 ± 9.4 years) with class 1, class 2 and class 3 obesity, were examined at the clinic of the Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology. Anthropometric measurements were taken. Bioimpedance evaluation of body composition was performed using the analyzer ABC-01 "Medas". The somatotype was determined according to the Heath-Carter scheme using three types of complex formulas – based on anthropometry and based on a bioimpedance study of body composition.

RESULTS AND DISCUSSION. Based on anthropometric and bioimpedance studies, a characterization of somatotypes according to the Heath-Carter scheme in patients with alimentary-dependent pathologies and class 1, class 2 and class 3 obesity is presented. Significant differences were shown in the values of the somatotype components ENDO and MESO, obtained by calculation using the formulas implemented in the software of the bioimpedance analyzer, from the values obtained by calculating by formulas based on anthropometry.

CONCLUSION. The degree of gender dimorphism was different when determining the somatotype according to the Heath-Carter scheme in patients with class 1, class 2 and class 3 obesity, and it depended on what particular formulas were used to calculate the scores. Pronounced gender dimorphism was noted when using both versions of the regression formulas, because they take into account the gender of the individual being examined. It was shown that these formulas are not applicable for evaluation of the components of the somatotype in persons with obesity of class 1, class 2 and class 3, because the coefficients of determination do not correspond to those previously obtained for a group of people with normal BMI values. We consider it expedient to develop new regression equations for evaluation of the somatotype of the above category of patients.

KEYWORDS: anthropometry, bioimpedance, physique, body composition, Heath-Carter somatotype, patients with non-communicable diseases, class 1, class 2 and class 3 obesity

For citation: Semenov M.M., Vybornaya K.V., Radzhabkadiyev R.M., Gapparova K.M., Sharafetdinov H.H., Zainudinov Z.M., Nikityuk D.B. Evaluation of the Somatotype of Patients with Class 1, 2 and 3 Obesity According to the Heath-Carter Scheme Using Various Formulas. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (6): 78-90. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-6-78-90>

***For correspondence:** Muradin M. Semenov, e-mail: muradin-81@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8039-529X>

Received: Oct 07, 2022

Revised: Oct 27, 2022

Accepted: Nov 19, 2022

ВВЕДЕНИЕ

Возникшая на стыке трех наук: антропологии, анатомии и нутрициологии – антропонутициология, как новая отрасль научных знаний, аккумулирует в себе опыт антропологической анатомии и современные достижения нутрициологии, основоположниками которых были Д.А. Жданов, Б.А. Никитюк и А.А. Покровский [1, 2]. К прикладным задачам антропонутициологии относится выявление конституциональной обусловленности морфофизиологических признаков и определение антрополого-клинических ассоциаций, в том числе поиск и описание взаимосвязей между антропологическими показателями человека, его пищевым статусом и развитием той или иной патологии. «Решение вопросов антропонутициологии является важнейшей государственной задачей, находится в сфере деятельности лаборатории антропонутициологии и спортивного питания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», реализующей это новое научное направление» [1, 2].

Оценка физического развития, во многом определяющего состояние здоровья и качество жизни человека, основывается в существенной степени на изучении состояния состава тела человека. Эффективность диетотерапии при ожирении также связана с типом телосложения. Сегодня антропометрические показатели и показатели состава тела используются для характеристики физического состояния, персонифицированной оценки типа телосложения (соматотипа), прогнозирования развития неинфекционных заболеваний, таких

как сахарный диабет 2 типа, сердечно-сосудистые заболевания, мочекаменная болезнь; а также при профилактике и лечении заболеваний у представителей различных соматотипологических конституций [3-8].

На сегодняшний день одной из наиболее используемых схем соматотипирования является оценка соматотипологического профиля по методике Хит-Картера [9-11]. В ряде работ установлена связь оценки соматотипа по Хит-Картеру с некоторыми нозологиями [12, 13]. Оценка соматотипа по вышеуказанной схеме представляет собой расчет трех компонентов соматотипа, которые характеризуют в баллах: «степень жировотложения (Эндоморфия, ЭНДО, ENDO), развитие скелета и мышц (Мезоморфия, МЕЗО, MESO) и вытянутость тела (Эктоморфия, ЭКТО, ECTO), и рассчитываются по формулам на основе 10-ти измеренных антропометрических признаков» [9]. Схемы оценки телосложения по антропометрическим показателям, основанные на определении обхватных размеров тела, диаметров скелета и толщин кожно-жировых складок имеют свои недостатки, такие: «как временные затраты на тестирование, а также высокие требования, предъявляемые к антропометрическому инструментарию и квалификации исследователя» [20]. Оценка состава тела лучевыми методами (компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ)) не может рассматриваться в качестве стандартного скрининга в силу экономических ограничений, лучевой нагрузки и ограничений по габаритным показателям пациента. Наиболее перспективным для

повседневной медицинской практики является анализ состава тела методом биоимпедансометрии, который не имеет вышеописанных ограничений [14]. Биоимпедансометрия является одним из методов антропонурициологии, измеряющих показатели состава тела (мышечная, жировая масса, водные сектора организма и т.д.). Данные, получаемые при биоимпедансном анализе (БИА) могут использоваться не только для оценки риска развития алиментарно-зависимых заболеваний, но и с целью определения типа телосложения. На основе биоимпедансометрии разработаны и предложены надежные регрессионные уравнения для оценки компонентов соматотипа (ENDO и MESO) по схеме Хит-Картера [15-17]. Однако научных исследований, посвященных оценке соматотипологического профиля методом биоимпедансометрии у пациентов с ожирением I-III степеней и алиментарно-зависимыми патологиями, нет; следовательно, данные о возможности оценки соматотипа таких пациентов по данным биоимпедансометрии отсутствуют.

ЦЕЛЬ

Изучить соматотипологические характеристики пациентов с алиментарно-зависимой патологией и ожирением I-III степени; сравнить три метода оценки соматотипа с помощью трех видов комплекс-формул по схеме Хит-Картера; проверить надежность и информативность способа биоимпедансной оценки компонентов соматотипа регрессионными формулами, применяемыми при БИА анализе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В 2019-2021 гг. были обследованы пациенты (n=145) клиники ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» с ожирением различной степени (I-III) и индексом массы тела (ИМТ) выше 30-ти: 67 мужчин, средний возраст 41,4±10,3 лет и 78 женщин, средний возраст 40,6±9,4 лет первого (1ПЗВ) и второго (2ПЗВ) периода зрелого возраста.

Для определения соматотипологических характеристик по схеме Хит-Картера [9] у пациентов измеряли следующие десять антропометрических показателей: «длину и массу тела (ДТ, МТ), обхват напряжённого плеча, обхват голени, поперечные диаметры дистальных эпифизов плечевой и бедренной костей, толщины кожно-жировых складок (КЖС) под лопаткой, на плече сзади, над подвздошным гребнем и на голени. Расчет компонентов соматотипа ENDO, MESO и ECTO производили с использованием формул» [9, 15]. Антропометрические измерения проводили по стандартной методике, принятой в НИИ и Музее антропологии МГУ им. М.В. Ломоносова [14].

Биоимпедансную оценку состава тела проводили анализатором ABC-01 с программным обеспечением ABC01_0362 (НТЦ «Медасс», Россия) согласно руководству: «утром натощак по стандартной схеме наложения электродов на запястье и в голеностопной области в положении испытуемых лежа на спине» [14]. «Значение компонентов соматотипа по схеме Хит-Картера рассчитывали на основе показателей биоимпедансного анализа Эндоморфия и Мезоморфия согласно рекомендованным формулам (1), (2), которые реализованы в программном обеспечении ABC01_0362 анализатора состава тела ABC-01:

$$\text{Эндоморфия} = -2875/R50 + 0.625 * \text{ИМТ} - 0.042 * \text{МТ} - 0.23 * \text{Пол} - 2.33; (R^2=0.83, SEE=0.65) \quad (1)$$

$$\text{Мезоморфия} = 1467/R50 + 0.552 * \text{ИМТ} - 0.096 * \text{МТ} + 0.59 * \text{Пол} - 4.22; (R^2=0.86, SEE=0.47) \quad (2)$$

где R50 – активное сопротивление (Ом), ИМТ – индекс массы тела (кг/м²), МТ – Масса тела (кг), Пол – 1=(муж), 0=(жен)» [15].

Для сравнения полученных результатов по формулам (1) и (2), дополнительно оценили эти компоненты соматотипа согласно уточненным формулам (3) и (4):

$$\text{«ЭНДО}_{\text{БИА}} = -2837.3/R50 + 0.916 * \text{ИМТ} - 0.0109 * \text{ИМТ}^2 + 0.013 * \text{МТ} + 0.017 * \text{Возраст} - 1.4 * \text{Пол} - 5.95; (R^2=0.90, SEE=0.69) \quad (3)$$

$$\text{«МЕЗО}_{\text{БИА}} = 890.8/R50 + 0.5017 * \text{ИМТ} - 0.073 * \text{МТ} - 0.017 * \text{Возраст} + 1.17 * \text{Пол} - 3.83; (R^2=0.78, SEE=0.88), \quad (4)$$

где добавлены дополнительные показатели: возраст (лет), ИМТ² – индекс массы тела (кг/м²)» [16, 18].

Компонент соматотипа ECTO (эктоморфия, ЭКТО) рассчитывали по длине и массе тела, измерение которых входит в стандартную процедуру антропометрии и биоимпедансометрии. При этом значение этого компонента имеет одинаковые балльные значения при расчете по трем комплекс-формулам.

Проведенное исследование одобрено комитетом по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (протокол №16 от 12.03.2019 г.). Материалы исследования собраны с соблюдением правил биоэтики и с подписанием протоколов информированного согласия.

Обработка данных выполнялась с использованием программы MS Excel 2021 и Statistica 12 [19]. Гипотезу нормальности распределение показателей проводили по критерию Колмогорова-Смирнова, проверку достоверности различия значений изучаемых признаков оценивали по U-критерию Манна-Уитни для несвязанных совокупностей (для 2 групп). При сравнении способов определения компонентов соматотипа ENDO и MESO

для 2-х зависимых выборок применяли непараметрический метод – T-критерий Вилкоксона и рассчитывали долю дисперсии R² и стандартную ошибку уравнения регрессии SEE [19]. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез p ≤ 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Учитывая то, что в предыдущей работе, посвященной оценке морфологических показателей данного контингента обследованных [20], не было выявлено достоверных различий средних значений антропометрических параметров у пациентов подгруппы 1ПЗВ и подгруппы 2ПЗВ (кроме значений ИМТ у женщин), мы не стали разделять мужчин и женщин на возрастные подгруппы и в данной работе представили данные пациентов, только разделив их с учетом пола.

Антропометрические показатели пациентов с учетом пола, необходимые для определения соматотипа по схеме Хит-Картера, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Антропометрические показатели пациентов с учетом пола
Table 1. Anthropometric parameters of patients, taking into account the gender

Показатели / Indicators	Мужчины / Men, n=67	Женщины / Women, n=78
ДТ, см/ LB, cm	178,4 [174,0;181,1]	165,4 [162,0;170,0]*
МТ, кг/ BW, kg	123,3 [110,7;140,0]	107,0 [89,7;120,6]*
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	39,6 [32,7;45,5]	38,2 [34,9;43,9]
Обхват плеча напряженного, см / Stressed shoulder girth, cm	41,0 [38,5;43,5]	39,3 [36,5;42,3]*
Обхват голени, см / Calf circumference, cm	43,5 [41,5;46,0]	43,8 [40,8;46,8]
Диаметр дистальной части плеча, см / Diameter of the distal part of the shoulder, cm	7,0 [6,5;7,5]	6,0 [6,0;6,5]*
Диаметр дистальной части бедра, см / Diameter of the distal part of the thigh, cm	11,0 [10,0;11,0]	10,4 [10,0;11,0]*
КЖС под лопаткой, мм / Skin-fat fold under the shoulder blade, mm	50,4 [42,0;60,0]	50,0 [44,0;56,5]
КЖС на плече сзади, мм / Skin-fat fold on the back shoulder, mm	30,0 [24,0;36,0]	40,0 [34,5;45,0]*
КЖС над подвздошным гребнем, мм / Skin-fat fold above the iliac crest, mm	46,0 [41,0;52,0]	44,0 [40,0;50,0]
КЖС на голени сидя, мм / Skin-fat fold on a shin sitting, mm	24,0 [20,0;30,0]	32,5 [28,0;39,0]*

Примечание: Данные представлены медианой (Me) и квартилями [Q₁;Q₃]. * – статистически значимы половые различия показателей (p≤0,05), используемый метод: U-критерий Манна-Уитни
Note: The data are presented by median (Me) and quartile [Q₁;Q₃] * – statistically significant gender differences in indicators (p≤0,05), the applied method: the Mann-Whitney U criterion

Анализ данных пациентов с ожирением различной степени показал, что мужчины имеют большие габаритные размеры тела, чем женщины, что отражается в значениях длины и массы тела, обхвате плеча напряженного, а также в поперечных диаметрах конечностей, которые значимо выше у мужчин.

Топография жирового отложения у пациентов не зависимо от пола выглядит одинаково. Наибольшие величины КЖС выявлены на спине (КЖС под лопаткой) и в области живота (КЖС над подвздошным гребнем); наименьшие – на верхней (КЖС на плече сзади) и нижней

(КЖС на голени) конечностях. Однако при сравнении было показано, что у женщин величины КЖС на плече сзади и на голени (в 1,33 раза и в 1,35 раза соответственно) значимо больше, чем у мужчин (p≤0,05). Величины КЖС на спине и на подвздошном гребне у мужчин и женщин не отличаются, при этом имеют одинаково большие значения (табл. 1).

Далее на основании выше представленных антропометрических показателей с использованием классических формул и таблиц были определены балльные значения компонентов соматотипа по схеме Хит-Картера [9] (табл. 2).

Таблица 2. Балльные значения компонентов соматотипа пациентов с учетом пола
Table 2. Score values of the somatotype components of patients, taking into account the gender

Компоненты соматотипа / Somatotype components	Мужчины / Men, n=67	Женщины / Women, n=78
Эндоморфия / Endomorphy	9,49 [8,71;10,11]	10,14 [9,58;10,56]*
Мезоморфия / Mesomorphy	7,59 [6,22;8,70]	7,27 [6,65;9,02]
Эктоморфия / Ectomorphy	0,10 [0,10;0,10]	0,10 [0,10;0,10]*

Примечание: Данные представлены медианой (Me) и квартилями [Q₁;Q₃]. * – статистически значимы половые различия показателей (p≤0,05), используемый метод: U-критерий Манна-Уитни

Note: The data are presented by median (Me) and quartile [Q₁;Q₃] * – statistically significant gender differences in indicators (p≤0,05), the applied method: the Mann-Whitney U criterion

При сравнении значений компонентов соматотипа обнаружены значимые различия по показателям ENDO и ЕСТО. Значение компонента ENDO значимо больше у женщин по сравнению с мужчинами (в 1,08 раза); значение компонента ЕСТО наоборот в 1,5 раза значимо выше у мужчин по сравнению с обследованными женщинами. По баллу компонента MESO значимых различий обнаружено не было. Как для мужчин, так и для женщин словесная характеристика соматотипа одинаковая – обследованные являются представителями мезо-эндоморфного

типа телосложения; при этом цифровое обозначение соматотипа для мужской группы выражается как 9,3-7,7-0,15; для женской группы – 10,1-7,8-0,10.

Рассматривая распределение балльных значений для компонента эндоморфии (рис. 1а) было показано, что в группе женщин преобладает количество пациентов с баллами 9, 10 и 11, тогда как у мужчин – с баллами 8, 9 и 10, что оказывает влияние на большую эндоморфность соматоформулы у женщин (балл ENDO у женщин на 0,78 балла больше, чем у мужчин).

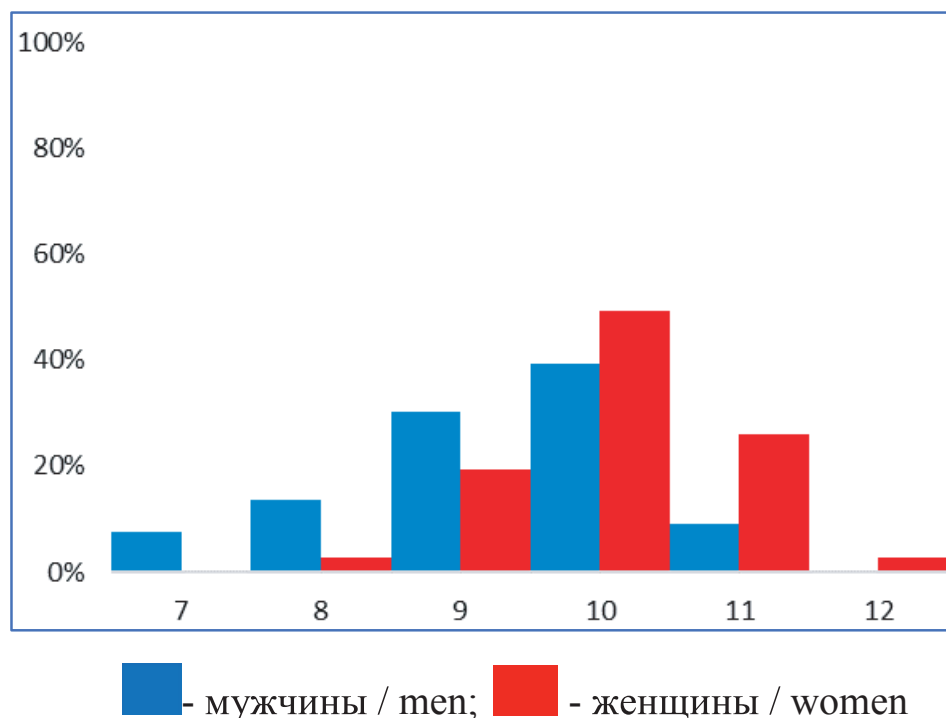


Рис. 1а. Распределение значений компонента ENDO у пациентов обоего пола

Fig. 1a. Distribution of ENDO component values in patients of both genders

Для компонента мезоморфии (рис. 1б) было показано, что в группе мужчин преобладает количество пациентов с балами 6, 7, 8, 9 и 10, тогда как у женщин – с баллами 7 и 8, что также оказывает влияние на

большую мезоморфность соматоформулы у женщин (балл MESO у женщин хоть и незначительно (на 0,09 балла), но так же больше, чем у мужчин).

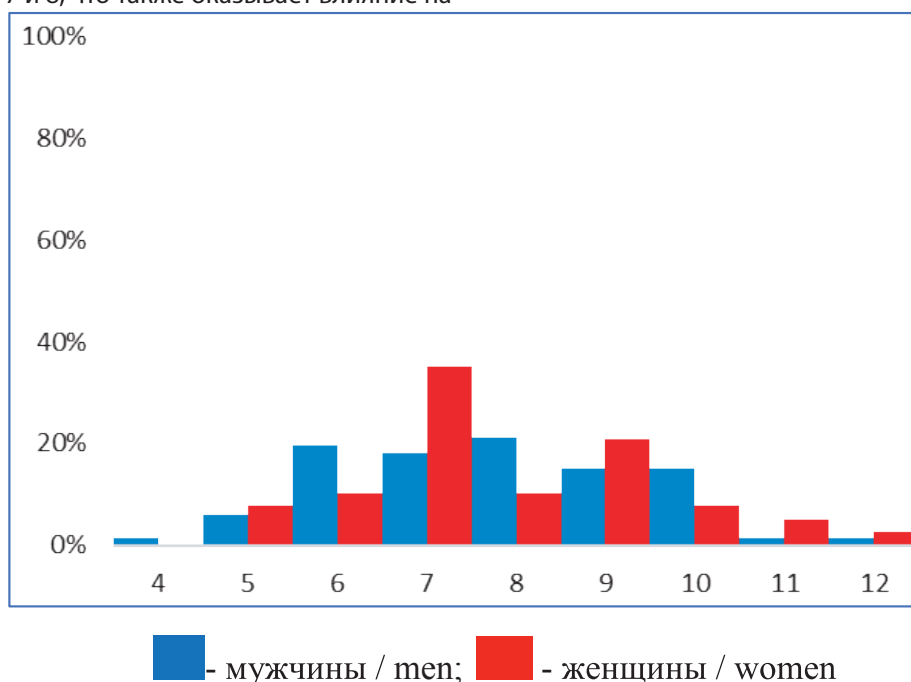


Рис. 1б. Распределение значений компонента MESO у пациентов обоего пола

Fig. 1b. Distribution of MESO component values in patients of both genders

Для компонента эктоморфии (рис. 1в) было показано, что в группе женщин балл ЕСТО выражен незначительно меньше, что оказывает влияние на меньшую

эктоморфность соматоформулы у женщин (балл ЕСТО у женщин крайне незначительно (на 0,05 балла) меньше, чем у мужчин).

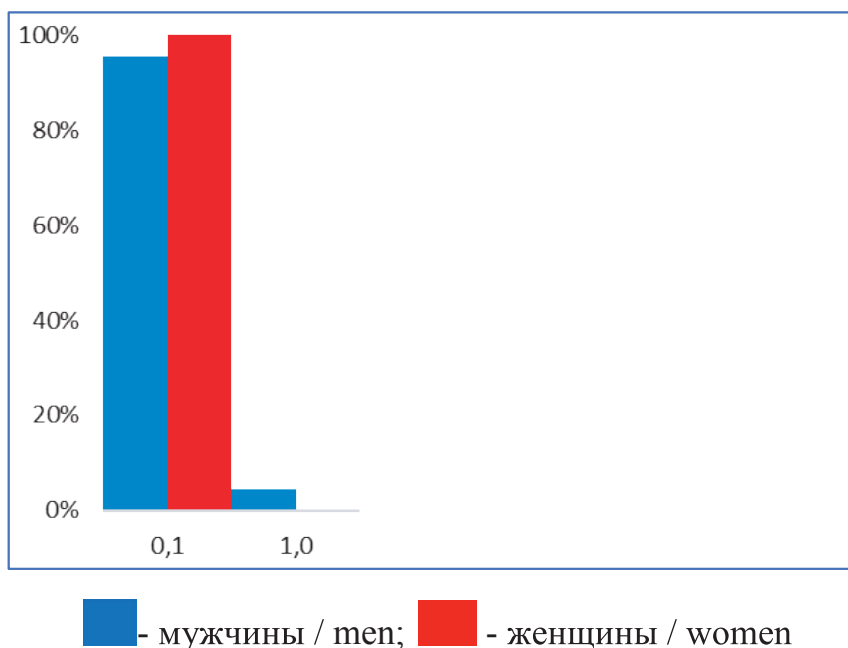


Рис. 1в. Распределение значений компонента ECTO у пациентов обоего пола

Fig. 1c. Distribution of ECTO component values in patients of both genders

Сопоставление оценок компонентов соматотипа ENDO, MESO и ECTO, определенных на основе антропометрии и на основе биоимпедансометрии по формулам (1) и (2), внедренным в программное обеспечение анализатора ABC-01 «Медасс», а также уточненных формул (3) и (4), представлено в таблице 3.

Таблица 3. Оценка компонентов соматотипа по схеме Хит-Картера, рассчитанных с помощью формул трех модификаций

Table 3. Evaluation of the components of the somatotype according to the Heath-Carter scheme, calculated using the formulas of three modifications

Формулы / Formulas	Мужчины / Men, n=67	Женщины / Women, n=78	Все обследованные / All examined, n=145
ENDO _{АНТРО} / ENDO _{ANTHRO}	9,49 [8,71;10,11]	10,14 [9,58;10,56]	9,80 [9,01;10,35]
Эндоморфия – (1) / Endomorphy – (1)	10,10 [7,63;12,07]*	11,69 [10,20;13,72]*	11,09 [9,19;13,43]*
ЭНДО _{БИА} – (3) / ENDO _{BIA} – (3)	7,25 [6,69;7,67]*	9,37 [8,82;9,81]*	8,47 [7,32;9,43]*
MESO _{АНТРО} / MESO _{ANTHRO}	7,59 [6,22;8,70]	7,27 [6,65;9,02]	7,37 [6,52;8,93]
Мезоморфия – (2) / Mesomorphy – (2)	8,96 [7,68;11,29]*	9,60 [8,74;11,46]*	9,49 [8,21;11,33]*
МЕЗО _{БИА} – (4) / MESO _{BIA} – (4)	8,90 [7,04;10,95]*	8,60 [7,73;10,59]*	8,83 [7,56;10,60]*

Примечание: Данные представлены медианой (Me) и квартилями [Q₁;Q₃]. * – значимые различия от значений, полученных с помощью расчет на основе антропометрии по классическим формулам (p≤0,05), используемый метод: U-критерий Манна-Уитни

Note: The data are presented by median (Me) and quartile [Q₁;Q₃]. * – significant differences from the values obtained using the calculation based on anthropometry according to the classical formulas (p≤0,05), the applied method: the Mann-Whitney U criterion

При сравнении балльных значений компонентов соматотипа ENDO и MESO, рассчитанных по формулам на основе антропометрии, с балльными значениями тех же компонентов, полученных при использовании биоимпедансометрии ((1) и (2)) и уточненных формул ((3) и (4)), были показаны значимые различия значений, полученных при расчете по формулам (1), (2), (3) и (4), от значений, полученных при расчете по формулам на

основе антропометрии (табл. 3). При этом интересно, что оценка компонента ENDO, рассчитанного формулой (1), показала более высокие значения (на 1,25 балла у мужчин, на 2,32 балла у женщин и на 1,85 балла на слитом массиве), а формулой (3), напротив, более низкие значения (на 2,21 балла у мужчин, на 0,87 балла у женщин и на 1,46 балла на слитом массиве по сравнению со значениями, определенными на основе антропометрии.

Оценка компонента MESO, рассчитанного формулами (2) и (4), показала более высокие значения (по формуле (2) – на 2 балла у мужчин, на 2,56 балла у женщин и на 2,31 балла на слитом массиве; по формуле (4) – на 1,84 балла у мужчин, на 1,61 балла у женщин и на 1,71 балла на слитом массиве) по сравнению со значениями, определенными на основе антропометрии.

Так как обозначение целостного соматотипа складывается из балльных значений трех его компонентов, величины которых в данном исследовании получились разными при расчете тремя видами комплекс-формул, для условного обозначения средне групповых соматотипов для подгрупп мужчин (М) и женщин (Ж) на рисунке 2 были приняты следующие сокращения:

М_{АНТРО} и **Ж_{АНТРО}** – для расчета по формулам на основе антропометрии (соматотип рассчитывается на основе формул ENDO – (антро) + MESO – (антро) + ЕСТО);

М_{БИА1} и **Ж_{БИА1}** – для расчета по формулам БИА (соматотип рассчитывается на основе формул Эндоморфия – (1) + Мезоморфия – (2) + Эктоморфия);

М_{БИА2} и **Ж_{БИА2}** – для расчета по уточненным формулам БИА (соматотип рассчитывается на основе формул ЭНДО_{БИА} – (3) + МЕЗО_{БИА} – (4) + ЭКТО).

Графическое обозначение средне групповых соматотипов для мужчин и женщин по трем комплекс-формулам представлено на рисунке 2.

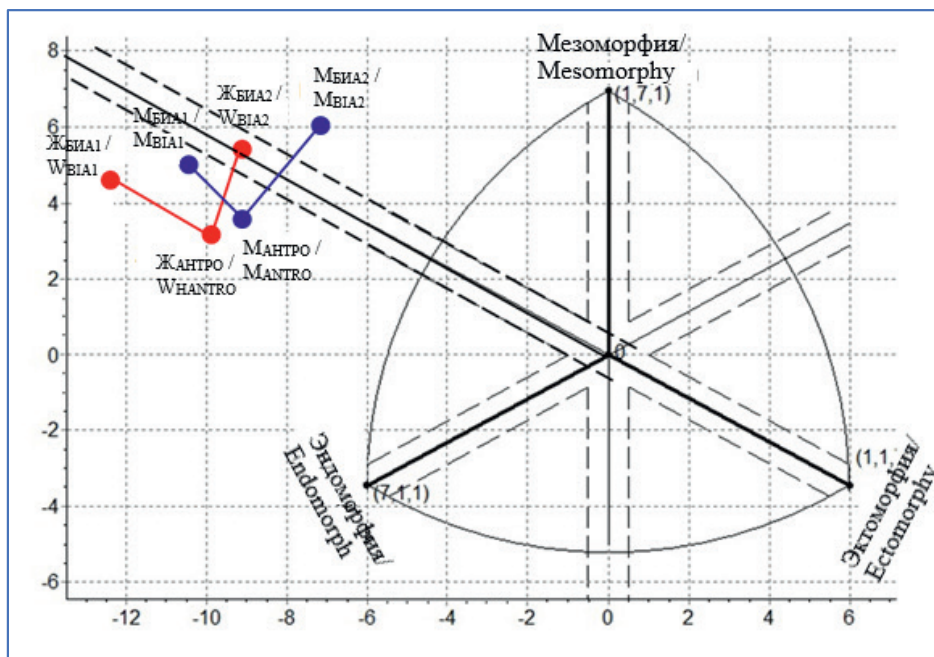


Рис. 2. Графическое обозначение средне групповых соматотипов для мужчин и женщин по трем комплекс-формулам

Fig. 2. Graphic designation of average group somatotypes for men and women according to three complex formulas

Соматоформулы, полученные при расчете средне групповых соматотипов для мужчин и женщин по трем комплекс-формулам, имеют следующие числовые выражения и словесные обозначения:

М_{АНТРО} / М_{АНТРО} = 9,3–7,7–0,15 (мезоэндоморфный соматотип);

М_{БИА1} / М_{БИА1} = 10,5–9,7–0,15 (мезоэндоморфный соматотип);

М_{БИА2} / М_{БИА2} = 7,07–9,5–0,15 (эндомезоморфный соматотип);

Ж_{АНТРО} / W_{АНТРО} = 10,1–7,8–0,1 (мезоэндоморфный соматотип);

Ж_{БИА1} / W_{БИА1} = 12,4–10,3–0,1 (мезоэндоморфный соматотип);

Ж_{БИА2} / W_{БИА2} = 9,2–9,4–0,1 (мезо-эндо соматотип).

Т.к. при определении соматопротилей тремя методами компонент ЕСТО имел одинаковые значения, при помощи программы Statistica 12 были построены соматооблака с использованием двух компонентов (ENDO и MESO), которые имели различные значения при расчетах (рис. 3-5).

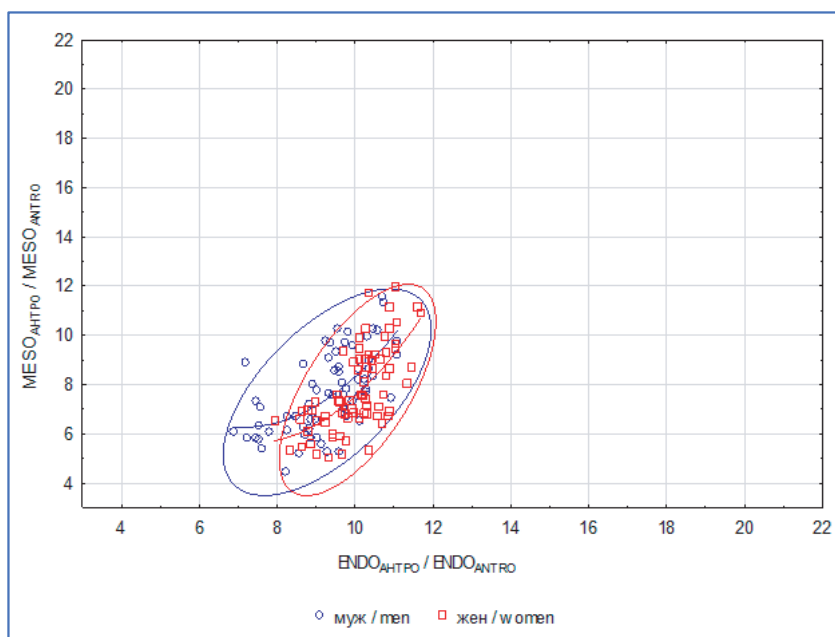


Рис. 3. Соматооблака, построенные по результатам расчета балльных значений компонентов соматотипа ENDO и MESO по формулам на основе антропометрии

Fig. 3. Somatoclouds constructed based on the results of calculating the score values of the ENDO and MESO somatotype components using formulas based on anthropometry

Форматирование на рисунках 3, 4 и 5 приведено к единому масштабу специально, чтобы визуально увидеть разницу максимальных и минимальных значений компонентов ENDO и MESO при расчете разными формулами. По расчетным классическим формулам, которые не учитывают пол (рис 3), а также по формулам, заложенным в программное обеспечение анализатора Медасс-01, учитывающим пол (рис. 4), соматооблака накладываются друг на друга довольно плотно и близко, и, соответственно, компоненты ENDO и MESO более близки друг к другу по значениям в группах мужчин и женщин. По уточненным формулам (3) и (4)

соматооблака находятся рядом, но накладываются друг на друга лишь краями, и, соответственно, компоненты ENDO и MESO менее близки друг к другу (рис. 5).

Соматооблака на рисунке 3 и 5 более ограниченные по крайним значениям, чем облака на рисунке 4. При этом все облака имеют разную направленность. На рисунке 3 показана прямая взаимосвязь компонентов ENDO и MESO между собой, которая выражается следующим образом: балльные значения эндоморфного и мезоморфного компонентов увеличиваются одновременно и прямо пропорционально.

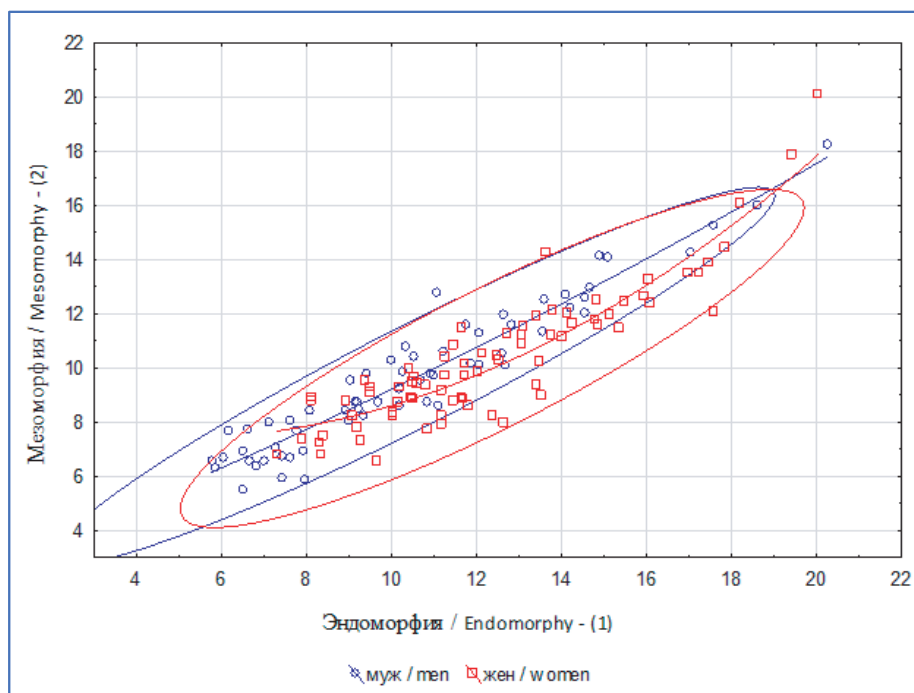


Рис. 4. Соматооблака, построенные по результатам расчета балльных значений компонентов соматотипа ENDO и MESO по формулам (1) и (2) на основе биоимпедансометрии

Fig. 4. Somatoclouds constructed based on the results of calculating the score values of the ENDO and MESO somatotype components using formulas (1) and (2) based on bioimpedancemetry

На рисунке 4 наблюдается аналогичная взаимосвязь, однако крайние максимальные значения для обоих компонентов почти в 2 раза больше, чем рассчитанные по классическим формулам (разница для крайних значений компонента ENDO у мужчин составила 9,17 балла, компонента MESO – 6,66 балла; у женщин для компонента ENDO – 8,36 балла, для MESO – 8,11 балла), что не позволяет сопоставлять результаты этих измерений между собой. На рисунке 5 облака выглядят более вертикально и вытягиваются более по оси мезоморфии, т.к. формула (4) дает большие, а формула (3) – меньшие значения баллов для соответствующих компонентов, по сравнению с классической формулой.

У мужчин при оценке компонентов соматотипа по классическим формулам (рис. 3) минимальное значение

балла ENDO составило 6,91 балла, максимальное – 11,09 балла; минимальное значение балла MESO – 4,45 балла, максимальное – 11,56 балла.

При оценке по формуле (1) минимальное значение балла ENDO составило 5,78 балла, максимальное – 20,26 балла. При оценке по формуле (2) минимальное значение балла MESO – 5,47 балла, максимальное – 18,22 балла (рис. 4).

При оценке по формуле (3) минимальное значение балла ENDO составило 3,74 балла, максимальное – 8,55 балла. При оценке по формуле (4) минимальное значение балла MESO – 5,85 балла, максимальное – 17,18 балла (рис. 5).

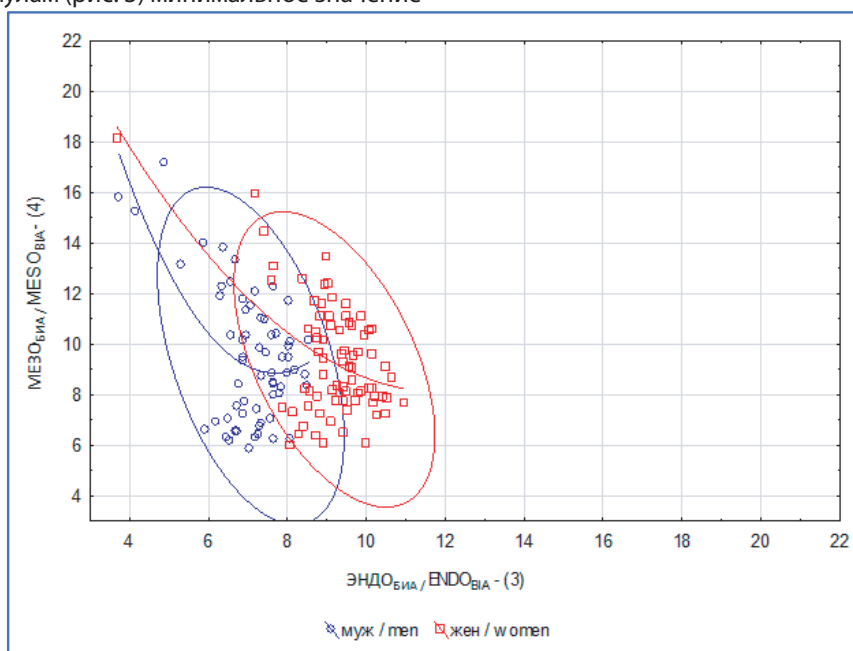


Рис. 5. Соматооблака, построенные по результатам расчета балльных значений компонентов соматотипа ENDO и MESO по уточненным формулам (3) и (4)

Fig. 5. Somatoclouds constructed based on the results of calculating the score values of the ENDO and MESO somatotype components using refined formulas (3) and (4)

У женщин при оценке компонентов соматотипа по классическим формулам (рис. 3) минимальное значение балла ENDO составило 7,94 балла, максимальное – 11,69 балла; минимальное значение балла MESO – 5,02 балла, максимальное – 11,95 балла.

При оценке по формуле (1) минимальное значение балла ENDO составило 7,31 балла, максимальное – 20,05 балла. При оценке по формуле (2) минимальное значение балла MESO – 6,52 балла, максимальное – 20,06 балла (рис. 4).

При оценке по формуле (3) минимальное значение балла ENDO составило 3,63 балла, максимальное – 10,95 балла. При оценке по формуле (4) минимальное значение балла MESO – 5,96 балла, максимальное – 18,09 балла (рис. 5).

Что касается балла ЕСТО, одинакового для расчета при всех трех методиках соматотипирования, минимальное и максимальное значения его баллов для

мужчин составило 0,10 и 0,67, для женщин – 0,10 и 0,15 балла соответственно.

Чтобы оценить прогностическую возможность уравнений (1), (2), (3) и (4), которые для нормальной общепопуляционной выборки давали хороший прогноз [15, 16], (табл. 4), для определения соматотипа у контингента с ожирением I–III степеней, был проведен дисперсионный анализ: результаты соматотипирования, полученные по выше указанным формулам, были сравнены с результатами, полученными на основе классических расчетных антропометрических формул.

Прогностическая возможность способа биоимпедансной оценки компонентов соматотипа (формулы (1), (2), (3) и (4)) ENDO и MESO по Хит-Картеру в объединенной группе мужчин и женщин пациентов по сравнению со значениями референтной группы [15, 16] представлена в табл. 4.

Таблица 4. Доля дисперсии и стандартные ошибки регрессионных формул (1), (2), (3) и (4) для оценки компонентов соматотипа Эндоморфии и Мезоморфии по Хит-Картеру на основе показателей биоимпедансометрии
Table 4. The proportion of variance and standard errors of regression formulas (1), (2), (3) and (4) for evaluation of the components of the somatotype Endomorphy and Mesomorphy according to Heath-Carter based on bioimpedancemetry indicators

Формулы / Formulas	Референтные значения / Reference values [15, 16]		Значения для нашей выборки / Values for our sample	
	R ²	SEE	R ²	SEE
ENDO-(1)	0,83	0,65	0,49	0,72
ENDO-(3)	0,90	0,69	0,05	0,98
MESO-(2)	0,86	0,47	0,72	0,88
MESO-(4)	0,78	0,88	0,75	0,85

Примечание: R² – коэффициенты детерминации, SEE – стандартная ошибка уравнения регрессии
Note: R² – determination coefficients, SEE – standard error of the regression equation

Коэффициенты детерминации формул (1) и (3) для компонента Эндоморфии на слитом массиве обследованной нами выборки (R²=0,49 и R²= 0,05) не соответствовали референтным значениям R²=0,83 и R²= 0,90 (табл. 4). Коэффициенты детерминации формулы (2) и (4) для компонента Мезоморфии на слитом массиве обследованной нами выборки (R²=0,72 и R²=0,75) так же не соответствовали референтным значениям R²=0,86 и R²= 0,78 (табл. 4). Оценка компонентов соматотипа по Хит-Картеру регрессионными формулами (1) и (3) для компонента эндоморфии и формулами (2) и (4) для компонента мезоморфии в целом оказалась не информативной для нашего контингента (пациенты с ожирением I–III степеней).

В работе изучены анатомо-антропометрические показатели пациентов обоего пола с ожирением различной степени. Значимые половые различия обнаружены по антропометрическим показателям, за исключением показателя ИМТ, который не всегда точно отражает степень жировоголожения [21]. Ранее полученные данные свидетельствуют [22], что по показателю ИМТ мужчины и женщины не отличаются, а по показателю ЖМТ%, точно характеризующем степень жировоголожения, обнаружены достоверные различия. У женщин независимо от возрастных подгрупп (1ПЗВ и 2ПЗВ) ЖМТ% больше примерно на 10%, чем у мужчин.

Результаты исследования выявили среди обследованных пациентов увеличение баллов компонентов соматотипа ENDO и MESO в полтора раза при минимальных значениях компонента Этоморфии по сравнению с литературными данными [16, 23]. В аспекте половых различий достоверные различия установлены по компоненту эндоморфии на слитом массиве и значение балла ENDO у женщин значимо выше, чем у мужчин.

Сравнения значений компонентов соматотипа ENDO и MESO определенных формулами на основе антропометрии и биоимпедансометрии (1), (2), (3) и (4) свидетельствуют о значимых различиях. Для сопоставления результатов соматотипирования по Хит-Картеру учли рекомендации авторов [16, 24] о том, что калипер Ланге имеет тенденцию завышения толщины КЖС на 11,3%, показанные в работе [25], в соответствии с чем нами были внесены соответствующие коррективы при

расчетах. Формулы (1) и (2) завышают балльные значения ENDO и MESO по сравнению с классическими формулами. Формула (3) занижает балльное значение ENDO, а формула (4) – завышает балльное значение MESO по сравнению с классическими формулами.

Проверка надежности способа биоимпедансной оценки компонентов соматотипа ENDO и MESO по схеме Хит-Картера по сравнению со значениями референтной группы [15, 16] показала, что оценка компонентов соматотипа регрессионными формулами (1) и (3) для компонента ENDO и формулами (2) и (4) для компонента MESO в целом оказалась не информативной для обследованного нами контингента пациентов с ожирением I–III степеней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования показали, что средние значения антропометрических показателей у пациентов с различной степенью ожирения и алиментарно-зависимой патологией достоверно отличаются в группах мужчин и женщин.

Топография и степень жировоголожения у обследуемых пациентов следующая: не зависимо от пола наибольшее количество жировой ткани находится в области живота и спины, наименьшее количество – на плече сзади и на проксимальной части голени. У мужчин по сравнению с женщинами количество жировой ткани в области живота больше, а на остальных участках тела меньше, чем у женщин.

При определении соматотипов по схеме Хит-Картера степень полового диморфизма была различной и зависела от того, какие формулы применялись для расчета баллов. Выраженный половой диморфизм отмечался при использовании формул (1)+(2) и (3)+(4), т.к. в них учитывается пол обследуемого индивида.

Показана неадекватность оценки соматотипа по схеме Хит-Картера с помощью расчетных классических формул, а также формул, используемых в программном обеспечении БИА анализатора Медасс АВС-01, у пациентов с алиментарно-зависимыми патологиями и ожирением различной степени. Ввиду того, что в предыдущих исследованиях была показана значимая корреляция антропометрических и биоимпедансных

оценок компонентов соматотипа на контингенте с нормальным индексом массы тела, считаем целесообразным разработать уточненные регрессионные уравнения для оценки соматотипа людей с различной

степенью ожирения с последующим внедрением их в программное обеспечение БИА анализатора Медасс АВС-01.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Информация об авторах:

Семенов Мурадин Мудалифович, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории антропонутиологии и спортивного питания, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи.

E-mail: muradin-81@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8039-529X>

Выборная Ксения Валерьевна, научный сотрудник лаборатории антропонутиологии и спортивного питания, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи.

E-mail: dombim@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4010-6315>

Раджабканиев Раджабканиев Магомедович, научный сотрудник лаборатории антропонутиологии и спортивного питания, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи.

E-mail: 89886999800@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3634-8354>

Гаппарова Камилат Минкаилевна, кандидат медицинских наук, заведующая отделением профилактической и реабилитационной диетологии, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи.

E-mail: kgapparova@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1223-8545>

Шарафетдинов Хайдер Хамзорович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением болезней обмена веществ и диетотерапии, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи.

E-mail: sharafandr@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6061-0095>

Зайнудинов Зайнудин Мусаевич, доктор медицинских наук, главный врач клиники, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи.

E-mail: zain_z@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4367-2232>

Никитюк Дмитрий Борисович, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи.

E-mail: mailbox@ion.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4968-4517>

Вклад авторов:

Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом:

Никитюк Д.Б. – концепция и дизайн исследования;

Семенов М.М., Выборная К.В., Раджабканиев Р.М., Гаппарова К.М., Шарафетдинов Х.Х., Зайнудинов З.М. – сбор и обработка материала;

Семенов М.М. – статистическая обработка данных;

Семенов М.М., Выборная К.В. – анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи.

Источник финансирования:

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Этическое утверждение:

Не применимо.

ADDITIONAL INFORMATION

Information about the authors:

Muradin M. Semenov, Cand. Sci. (Bio.), Researcher Laboratory of Anthroponutrition and Sports nutrition, Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology.

E-mail: muradin-81@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8039-529X>

Kseniya V. Vybornaya, Researcher Laboratory of Anthroponutrition and Sports Nutrition, Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology.

E-mail: dombim@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4010-6315>

Radzhabkadi M. Radzhabkadiyev, Researcher Laboratory of Anthroponutrition and Sports Nutrition, Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology.

E-mail: 89886999800@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3634-8354>

Kamilat M. Gapparova, Cand. Sci. (Med.), Head of Department Preventive and Rehabilitative Dietetics, Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology.

E-mail: kgapparova@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1223-8545>

Khaider' K. Sharafetdinov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department Metabolic Diseases and Diet Therapy, Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology.

E-mail: sharafandr@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6061-0095>

Zainudin M. Zainudinov, Dr. Sci. (Med.), Head of Physician Clinic, Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology.

E-mail: zain_z@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4367-2232>

Dmitrii B. Nikityuk, Academician, Dr. Sci. (Med.), Professor, director, Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology.

E-mail: mailbox@ion.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4968-4517>

Author's contribution:

All authors confirm their authorship according to the ICMJE criteria (all authors contributed significantly to the conception, study design and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Special contribution:

Nikityuk D.B. – research concept and design;

Semenov M.M., Vybornaya K.V., Radzhabkadiyev R.M., Gapparova K.M., Sharafetdinov H.Kh., Zainudinov Z.M. – collection and processing of material;

Semenov M.M. – statistical data processing;

Semenov M.M., Electoral K.V. – analysis and interpretation of data, writing the text of the manuscript.

Funding Source:

This study was not supported by any external sources of funding.

Ethics Approval:

Not applicable.

Список литературы / References

1. Никитюк Д.Б. Антропонурициология: развитие идей основоположников нового научного направления. Вопросы питания. 2020; 89(4): 82-88. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10044> [Nikityuk D.B. Anthroponutritionology: the development of the ideas of the founders of a new scientific direction. *Problems of Nutrition*. 2020; 89(4): 82-88. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10044> (In Russ.)]
2. Никитюк Д.Б. Антропонурициология как новое научное направление. Журнал анатомии и гистопатологии. 2018; 7(4): 9-19. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2018-7-4-9-19> [Nikityuk D.B. Anthroponutritionology as New Scientific Area. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2018; 7(4): 9-19. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2018-7-4-9-19> (In Russ.)]
3. Алексеева Н.Т., Рожкова Е.А., Ключкова С.В., Никитюк Д.Б., Гасымова Т.М., Кесеменли А.К. Особенности площади поверхности тела у женщин разных соматотипов в возрастном аспекте. Журнал анатомии и гистопатологии. 2017; 6(2): 9-13 [Alexeeva N.T., Rozhkova E.A., Klochkova S.V., Nikityuk D.B., Gasymova T.M., Kesemenli A.K. Peculiarities of Body Surface Area in Women of Different Somatotypes Regarding the Age. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2017; 6(2): 9-13 (In Russ.)]
4. Britton K.A., Massaro J.M., Murabito J.M., Kregger B.E., Hoffmann U., Fox C.S. Body Fat Distribution, Incident Cardiovascular Disease, Cancer, and All-cause Mortality. *Journal of the American College of Cardiology*. 2013; 62(10): 921-925. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.06.027>
5. Kang H.W., Seo S.P., Lee H.Y., Kim K., Ha Y.S., Kim W.T., Kim Y.J., Yun S.J., Kim W.J., Lee S.C. A high basal metabolic rate is an independent predictor of stone recurrence in obese patients. *Investigative and Clinical Urology*. 2021; 62(2): 195-200. <https://doi.org/10.4111/icu.20200438>
6. Букавнева Н.С., Никитюк Д.Б. Конституциональные особенности больных с алиментарно зависимой патологией. Морфологические ведомости. 2008; 1(1-2): 145-146. [Bukavneva N.S., Nikityuk D.B. Constitutional features of patients with alimentary-dependent pathology. *Morphological Newsletter*. 2008; 1(1-2): 145-146 (In Russ.)]
7. Николенько В.Н., Никитюк Д.Б., Чава С.В. Отечественная конституциональная анатомия в аспекте персонализированной медицины. Сеченовский вестник. 2013; (4): 9-17. [Nikolenko V.N., Nikityuk D.B., Chava S.V. Domestic constitutional anatomy in the aspect of personalized medicine. *Sechenov Medical Journal*. 2013; (4): 9-17 (In Russ.)]
8. Пашкова И.Г., Гайворонский И.В., Никитюк Д.Б. Соматотип и компонентный состав тела взрослого человека. Санкт-Петербург. СпецЛит. 2019: 159 с. [Pashkova I.G., Gaivoronskii I.V., Nikityuk D.B. Somatotype and component composition of the body of an adult. Saint Peterburg. SpetsLit. 2019: 159 p. (In Russ.)]
9. Carter J.E.L. The heath-carter anthropometric somatotype. Instruction manual. San Diego State University. San Diego. CA. 2002; (4): 26 p.
10. Heath B.H., Carter J.E.L. A modified somatotype method. *American Journal of Physical Anthropology*. 1967; 27(1): 57-74.
11. Sheldon W.H., Stevens S.S., Tucker W.B. The varieties of human physique. Harper and Brothers. New York. 1940.
12. Carter J.E.L., Heath B.H. Somatotyping: development and applications. Cambridge university press. 1990; (5): 182-197.
13. Koleva M., Nacheva A., Bоев M. Somatotype and disease prevalence in adults. *Reviews on Environmental Health*. 2002; 17(1): 65-84.
14. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. Москва. Наука. 2006: 248 с. [Martirosov E.G., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. Technologies and methods for determining the composition of the human body. Moscow. Nauka. 2006: 248 p. (In Russ.)]
15. 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. Сер. XXIII. Антропология. 2016; (4): 4-13. [Kolesnikov V.A., Rudnev S.G., Nikolaev D.V., Anisimova A.V., Godina E.Z. About the new protocol for assessing the somatotype according to the Heath-Carter scheme in the software of the bioimpedance body composition analyzer. *Moscow University Anthropology Bulletin*. 2016; (4): 4-13 (In Russ.)]
16. 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; 151(1): 77-87. [Sindeeva L.V., Rudnev S.G. Characteristics of age-sex variability of the somatotype according to Heath-Carter in adults and the possibility of its bioimpedance assessment (on the example of the Russian population of Eastern Siberia). *Morphology*. 2017; 151(1): 77-87 (In Russ.)]

17. Anisimova A.V., Godina E.Z., Nikolaev D.V., Rudnev S.G., Simini F., Bertemes-Filho P. Evaluation of the Heath-Carter somatotype revisited: new bio-impedance equations for children and adolescents. *IFMBE Proceedings. Singapore-Heidelberg: Springer.* 2016; (54): 80-83.
18. Rudnev S.G., Negasheva M.A., Godina E.Z. Assessment of the Heath-Carter somatotype in adults using bioelectrical impedance analysis. *Journal of Physics: Conference Series.* 2019; 1272(1): 012001.
19. Дерябин В.Е. Краткий справочник по решению типовых задач биометрической обработки антропологических данных. Москва. 2005. Рукопись, депонированная в ВИНТИ №1187-B2005 от 29.08.2005. [Deryabin V.E. Short Guide to Solving Typical Problems of Biometric Processing of Anthropological Data. Moscow. 2005. Manuscript, deposited in VINITI №1187-V2005, 29.08.2005. (In Russ.)]
20. Семенов М.М., Выборная К.В., Лапик И.А., Шерагулова В.С., Лебедева В.А., Лавриненко С.В., Раджабканиев Р.М., Зайнудинов З.М., Никитюк Д.Б. Соматотипологические характеристики пациентов с алиментарно-зависимой патологией в аспекте полового диморфизма. *Медицина труда и экология человека.* 2020; (4): 87-94. [Semenov M.M., Vybornaya K.V., Lapik I.A., Sheragulova V.S., Lebedeva V.A., Lavrinenko S.V., Radzhabkadiyev R.M., Zainudinov Z.M., Nikityuk D.B. Somatotypological Characteristics of Patients with Alimentary-dependent Pathology in the Aspect of Sexual Dymorphism. *Occupational Medicine and Human Ecology.* 2020; (4): 87-94 (In Russ.)]
21. Клочкова С.В., Рожкова Е.А., Алексеева Н.Т., Никитюк Д.Б., Атыкшин Д.А., Кесеменли А.К., Гасимова Т.М. Особенности содержания жировой и мышечной масс у девушек разных конституциональных групп. *Журнал анатомии и гистопатологии.* 2017; 6(1): 39-42. [Klochkova S.V., Rozhkova E.A., Alekseeva N.T., Nikityuk D.B., Atyakshin D.A., Ksemenli A.K., Gasyimova T.M. Features of the content of fat and muscle mass among young women of different constitutional groups. *Journal of Anatomy and Histopathology.* 2017; 6(1): 39-42 (In Russ.)]
22. Семенов М.М., Выборная К.В., Лапик И.А., Струтынская М.А., Раджабканиев Р.М., Никитюк Д.Б. Топография жировотложения у пациентов с алиментарно-зависимой патологией в аспекте полового диморфизма. *Медицина труда и экология человека.* 2021; (4): 190-202. [Semenov M.M., Vybornaya K.V., Lapik I.A., Strutynskaya M.A., Radzhabkadiyev R.M., Nikityuk D.B. Topography of fat deposition in patients with alimentary-dependent pathology in the aspect of sexual dimorphism. *Occupational Medicine and Human Ecology.* 2021; (4): 190-202 (In Russ.)]
23. Yang L.T., Wang N., Li Z.X., Liu C., He X., Zhang J.F., Han H., Wen Y.F., Qian Y.H., Xi H.J. Study on the adult physique with the Heath-Carter anthropometric somatotype in the Han of Xi'an. China. *Anatomical Science International.* 2016; 91(2): 180-187.
24. Pastuszek A., Gajewski J., Buśko K. The impact of skinfolds measurement on somatotype determination in Heath-Carter method. *PLOS One.* 2019; 14(9): e0222100 p.
25. Руднев С.Г., Анисимова А.В., Синдеева Л.В., Задорожная Л.В., Лукина С.С., Малахина А.В., Година Е.З. Методические вопросы изучения вариаций подкожного жира: сравнение различных типов калиперов. *Вестник Московского университета. Сер. XXIII. Антропология.* 2017; (3): 4-26. [Rudnev S.G., Anisimova A.V., Sindeeva L.V., Zadorozhnaya L.V., Lukina S.S., Malakhina A.V., Vashura A.Yu., Tseytlin G.Ya., Godina E.Z. Methodological Issues in Studying Variations in Subcutaneous Fat: Comparison of Different Types of Calipers. *Moscow University Anthropology Bulletin.* 2017; (3): 4-26 (In Russ.)]

