



ТЕЛОСЛОЖЕНИЕ СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СИНХРОННЫМ КАТАНИЕМ НА КОНЬКАХ – СВЯЗЬ С ЖИРОВЫМ КОМПОНЕНТОМ И ИНДЕКСОМ МАССЫ ТЕЛА

К.В. ВЫБОРНАЯ*, Р.М. РАДЖАБКАДИЕВ*, З.М. ШУРОВА*, Д.Б. НИКИТЮК*,**,***

* ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»,
Устьинский пр., 2/14с1, г. Москва, 109240, Россия

** ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»,
ул. Россолимо, 15/13 с.1., г. Москва, 119992, Россия

*** ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»,
ул. Миклухо-Маклая, 6., г. Москва, 117198, Россия

Аннотация. В связи с тем, что современных данных о соматотипологическом профиле спортсменов, специализирующихся в синхронном катании на коньках в российской и зарубежной литературе не найдено **целью данного исследования** была оценка соматотипологического профиля спортсменов, специализирующихся в синхронном катании на коньках, как по группе в целом, так и при разделении на группы по уровню спортивного мастерства, показателям индекса массы тела и доли жировой массы. **Материалы и методы.** В октябре 2024 года методами антропометрии, биоимпедансометрии и соматотипирования по схеме Хит-Картера были обследованы 22 спортсменки ($n = 22$, возраст $21,4 \pm 4,5$ лет), специализирующиеся в синхронном катании на коньках. **Результаты и их обсуждение.** При разделении спортсменок на группы по значениям доли жировой массы было показано, что спортсменки с меньшими значениями доли жирового компонента тела имели меньший показатель ИМТ, но практически равные со спортсменками сравняемой группы значения тощей массы тела, абсолютного и относительного содержания активной клеточной массы, абсолютного и относительного количества скелетно-мышечной массы, что указывает на отсутствие различий в этих группах по количеству метаболически активных тканей. Спортсменки с нормальной жировой массой тела имели смещенное вверх к мезоморфной оси соматооблако, а с повышенными показателями ЖМТ – соматооблако, смещенное вниз к эндоморфной оси. При разделении спортсменок на группы по значениям ИМТ было показано, что по абсолютным и относительным показателям жировой массы спортсменки первой группы достоверно отличаются от спортсменок второй и третьей групп и имеют меньшие значения этих показателей, однако ЖМТ и доля ЖМТ выше у спортсменок третьей группы по сравнению со спортсменками второй группы. **Заключение.** Обследованные спортсменки, специализирующиеся в синхронном катании на коньках, по соматотипологическому профилю принадлежат к мезоэндоморфам – соматотипу, с наиболее выраженным баллом эндоморфии, отвечающим за развитие жирового компонента массы тела. Наряду с данными о жировом и мышечном компонентах массы тела, а так же значениями ИМТ, можно сделать вывод, что часть спортсменов имеет скрытое ожирение, выражающееся высоким количеством жировой и низким – скелетно-мышечной массы тела при нормальных значениях ИМТ (спортсменки 3-ей группы при разделении по показателю ИМТ). Большой процент жировой массы в теле смещает соматоточку и соматооблако вниз по соматотреугольнику по эндоморфной оси. Так же с увеличением значений ИМТ соматоточка смещается по соматотреугольнику левее и ниже, что говорит об увеличении МТ и ИМТ в основном за счет жировой, а не скелетно-мышечной массы тела в данной группе спортсменов.

Ключевые слова: высококвалифицированные спортсменки, синхронное катание на коньках, спортивное звание, антропометрия, биоимпедансометрия, тип телосложения, соматотипирование по схеме Хит-Картера

BODY COMPOSITION OF FEMALE ATHLETES ENGAGED IN SYNCHRONIZED SKATING – RELATIONSHIP WITH BODY FAT COMPONENT AND BODY MASS INDEX

K.V. VYBORNAYA*, R.M. RADZHABKADIEV*, Z.M. SHUROVA*, D.B. NIKITYUK*,**,***

* Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology, and Food Safety" Ustinsky Drive, 2/14bld1, Moscow, 109240, Russia

** Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov" 15/13 bld.1 Rossolimo Street, Moscow, 119992, Russia

*** Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba" 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, 117198, Russia

Abstract. Due to the lack of modern data on the somatotypological profile of female athletes specializing in synchronized figure skating in both Russian and international literature, *the purpose of this study* was to assess the somatotypological profile of female athletes specializing in synchronized figure skating, both for the group as a whole and when divided by levels of athletic performance, body mass index (BMI), and body fat percentage. **Materials and methods.** In October 2024, 22 athletes ($n = 22$, age 21.4 ± 4.5 years) specializing in synchronized figure skating were examined using anthropometric methods, bioimpedance analysis, and somatotyping according to the Heath-Carter method. **Results and Discussion.** When dividing the athletes into groups based on body fat percentage values, it was shown that athletes with lower body fat percentages had lower BMI values but similar lean body mass, absolute and relative active cell mass, and absolute and relative skeletal muscle mass compared to athletes in the comparison group, indicating no differences in these groups regarding the amount of metabolically active tissues. Athletes with normal body fat had a somatotype cloud shifted upwards towards the mesomorph axis, while those with higher body fat percentages had a somatotype cloud shifted downwards towards the endomorph axis. When dividing the athletes by BMI values, it was shown that, in terms of absolute and relative fat mass, athletes in the first group significantly differed from those in the second and third groups, having lower fat mass values. However, body fat percentage and fat mass were higher in athletes from the third group compared to those from the second group. **Conclusion.** The athletes examined, specializing in synchronized figure skating, belong to the mesoendomorph somatotype characterized by the most pronounced endomorphy score, responsible for the development of the fat component of body mass. Along with data on the fat and muscle components of body mass and BMI values, it can be concluded that some athletes exhibit hidden obesity, expressed by a high fat mass and low skeletal muscle mass with normal BMI values (athletes from the third group when divided by BMI). A higher percentage of fat mass in the body shifts the somatotype point and somatotype cloud downward along the endomorph axis of the somatotriangle. Additionally, as BMI values increase, the somatotype point shifts leftward and downward, indicating an increase in BMI and fat mass, primarily due to fat rather than skeletal muscle mass in this group of athletes.

Keywords: high-performance female athletes, synchronized figure skating, sports rank, anthropometry, bioimpedance analysis, body type, Heath-Carter somatotyping.

Актуальность. Оценка соматотипологического профиля в детско-юношеском спорте может быть использована в комплексном подходе при осуществлении спортивного отбора, а в более старшем возрасте – при оценке соответствия компонентного состава тела эталонному морфотипу спортсмена в том или ином виде спорта. Несмотря на то, что существует множество отечественных и зарубежных схем соматотипирования, схема оценки типа телосложения по методике В.Г. Шелдона в модификации Б. Хит и Дж.Л. Картера (далее – схема Хит-Картера) является универсальной для большинства исследований, т.к. ее преимуществом является оценка соматотипа в широком возрастном диапазоне (от 2 до 70 лет), применимость для людей обоего пола всех рас, а так же возможность аппаратного определения [4, 5].

Оценкой соматотипа и разработкой критериев спортивной успешности на основании обследования высококвалифицированных спортсменов – членов сборных команд, в 1980-х годах занимался ведущий специалист в области функциональной и спортивной антропологии, доктор биологических наук Мартиросов Э. Г. (1938-2018). Дальнейшие работы по спортивной соматотипологии крайне редки и не охватывают все виды спорта, в том числе олимпийские.

Современных данных о соматотипологическом профиле спортсменок, специализирующихся в синхронном катании на коньках в российской и зарубежной литературе не найдено.

Цель исследования – оценка соматотипологического профиля спортсменок, специализирующихся в синхронном катании на коньках, как по группе в целом, так и при разделении на группы по уровню спортивного мастерства, показателям индекса массы тела и доли жировой массы.

Материалы и методы исследования. В октябре 2024 года на базе РСШОР по фигурному катанию на коньках и шорт-треку (*Республиканская Спортивная школа Олимпийского резерва*, г. Казань, Республика Татарстан) было проведено этапное обследование спортсменок команды «Татарстан» – членов сборной России по синхронному катанию на коньках. Спортсменки ($n = 22$, возраст $21,4 \pm 4,5$ лет) были разделены на три группы согласно спортивным званиям: группу КМС (*кандидаты в мастера спорта*) составили 8 спортсменок в возрасте $18,7 \pm 0,6$ лет (от 17,4 до 19,3 года), группу МС (*мастера спорта России*) – 10 спортсменок в возрасте $20,2 \pm 1,78$ лет (от 25,9 до 36,2 лет), группу МСМК (*мастера спорта России международного класса*) – 4 спортсменки в возрасте $29,5 \pm 4,6$ лет (от 25,9 до 36,2 года).

Габаритные размеры тела измеряли по стандартной методике [2, 4], индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали как соотношение массы тела к квадрату длины тела [2, 4]. Компонентный состав тела и соматотипологический профиль по схеме Хит-Картер [2, 4-6] определяли методом биоимпедансометрии с помощью биоимпедансного анализатора (БИ анализатора) ABC-01 Медасс (НТЦ «Медасс», Россия) [3].

Статистические расчеты проводились с помощью пакета *Statistica 12* (StatSoft, США) и программы *Microsoft Excel*. Уровень достоверности был признан статистически значимым при $p < 0,05$. Построение графиков – с помощью программы *Microsoft Excel*. Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка. Достоверность различий определяли с помощью непараметрического критерия U-Манна-Уитни (*Mann-Whitney U test*), т.к. половина полученных данных имела ненормальное распределение. данные представлены в виде Медиана [Нижний квартиль; Верхний квартиль] [1].

Результаты и их обсуждение. В табл. 1 представлены некоторые измеренные морфологические показатели спортсменок, специализирующихся в синхронном катании на коньках.

Таблица 1

Некоторые измеренные морфологические показатели спортсменок, специализирующихся в синхронном катании на коньках

Показатель	Вид данных	Кандидат в мастера спорта (КМС) (n = 8)	Мастер спорта (МС) (n = 10)	Мастер спорта международного класса (МСМК) (n = 4)	Все обследованные (n = 22)
Условное обозначение группы		1	2	3	
Длина тела, см	Median	158,9 2	168,5 1	169,5	165,0
	[Q25; Q75]	[157,0; 164,8]	[164,2; 170,0]	[164,3; 172,0]	[160,5; 170,0]
	Min ÷ Max	156,5 ÷ 172,0	161,5 ÷ 177,0	160,5 ÷ 173,0	156,5 ÷ 177,0
Масса тела, кг	Median	56,9 2,3	63,2 1	62,8 1	60,6
	[Q25; Q75]	[51,3; 59,8]	[58,1; 64,8]	[61,3; 63,8]	[55,5; 63,6]
	Min ÷ Max	50,0 ÷ 60,5	51,2 ÷ 78,9	60,6 ÷ 64,0	50,0 ÷ 78,9
ИМТ, кг/кв.м	Median	21,3	22,6	21,5	21,7
	[Q25; Q75]	[20,4; 22,2]	[19,7; 23,4]	[21,3; 23,1]	[20,4; 23,4]
	Min ÷ Max	19,7 ÷ 24,1	19,0 ÷ 25,4	21,2 ÷ 24,7	19,0 ÷ 25,4
Доля жировой массы, %	Median	25,1	27,9	24,7	26,1
	[Q25; Q75]	[24,4; 26,3]	[22,2; 29,1]	[23,0; 28,6]	[24,1; 28,0]
	Min ÷ Max	24,1 ÷ 27,6	20,3 ÷ 37,1	22,8 ÷ 31,0	20,3 ÷ 37,1
Скелетно-мышечная масса, кг	Median	21,1 2	22,8 1	23,4	22,3
	[Q25; Q75]	[19,1; 22,0]	[21,8; 23,6]	[22,1; 24,0]	[20,7; 23,6]
	Min ÷ Max	17,8 ÷ 22,8	20,1 ÷ 26,5	21,1 ÷ 24,3	17,8 ÷ 26,5
Доля скелетно-мышечной массы, % в ТМТ	Median	50,1	50,5	49,7	50,1
	[Q25; Q75]	[48,7; 50,3]	[50,0; 50,7]	[48,7; 50,5]	[49,3; 50,5]
	Min ÷ Max	47,2 ÷ 50,9	47,7 ÷ 51,0	48,0 ÷ 51,0	47,2 ÷ 51,0

Примечание: – условные группы: 1 – спортсменки, имеющие разряд КМС;

2 – спортсменки, имеющие звание МС; 3 – спортсменки, имеющие звание МСМК; – достоверные отличия: 1 – от группы с условным обозначением «1»;

2 – от группы с условным обозначением «2»; 3 – от группы с условным обозначением «3»; – для оценки достоверности различий между группами использовали критерий Манна-Уитни для независимых ненормально распределенных выборок; – различия признавались достоверными при $p \leq 0,05$

Результаты сравнительной оценки морфологических показателей спортсменок при разделении на группы спортивного мастерства показали, что синхронистки, принадлежащие к группе КМС ниже и менее массивные, чем спортсменки, принадлежащие к более высоким группам спортивного мастерства; по массе тела КМС отличаются от МС и МСМК достоверно, по длине тела – достоверные различия показаны только от группы МС. По ИМТ, доле жировой массы тела (доля ЖМТ), и доле скелетно-мышечной массы в тощей массе тела (доля СММ в ТМТ) между спортсменками всех групп спортивного мастерства достоверных различий не найдено. Спортсменки группы КМС имеют меньшие значения абсолютного показателя скелетно-мышечной массы (СММ), чем спортсменки МС и МСМК; различия между спортсменками групп КМС и МС достоверны.

Оценка соматотипологического профиля спортсменок дала следующие результаты. Соматотипологический профиль всей группы обследованных спортсменок был мезоэндоморфный, с соматоформу-

лой 5,2-3,9-2,4 (рис. 1а, табл. 2). Преобладающим соматотипом в группе был мезоэндоморфный, к нему принадлежало 63,3 % обследованных (рис. 1б).

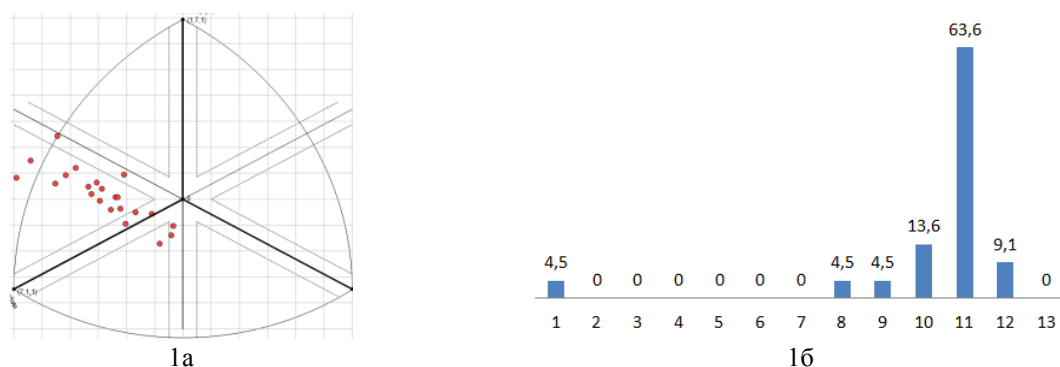


Рис. 1. Соматотипологический профиль группы взрослых спортсменок, занимающихся синхронным фигурным катанием:

1а – соматооблако на соматотреугольнике Хит-Картера для всей группы спортсменок, 1б – процентное распределение соматотипов во всей группе спортсменок

Примечание для рисунков 1б, 2б, 2г, 2е, 2з, 3б, 3г: Условное обозначение соматотипов: 1 – Центральный соматотип; 2 – Сбалансированный мезоморфный соматотип; 3 – Эктomezоморфный соматотип; 4 – Мезо-экто соматотип;

5 – Мезоэкторморфный соматотип; 6 – Сбалансированный экторморфный соматотип; 7 – Эндозэкторморфный соматотип; 8 – Эндо-экто соматотип; 9 – Эктоэндоморфный соматотип; 10 – Сбалансированный эндоморфный соматотип; 11 – Мезоэндоморфный соматотип; 12 – Мезо-эндо соматотип; 13 – Эндомезоморфный соматотип

При разделении на группы спортивного мастерства не было выявлено достоверных различий в балльных компонентах соматотипа между группами (табл. 2).

Таблица 2

Балльные значения компонентов соматотипа, определенного по схеме Хит-Картера спортсменок, занимающихся синхронным фигурным катанием, измеренные с помощью БИ анализатора ABC-01 Медасс

Компонент соматотипа	Вид данных	Кандидат в мастера спорта (КМС) (n = 8)	Мастер спорта (МС) (n = 10)	Мастер спорта международного класса (МСМК) (n = 4)	Все обследованные (n = 22)
Условное обозначение группы		1	2	3	
ENDO, балл	Median	5,0	5,4	5,0	5,2
	[Q25; Q75]	[4,8; 5,3]	[4,4; 5,8]	[4,8; 5,8]	[4,7; 5,5]
	Min ÷ Max	4,5 ÷ 5,5	4,1 ÷ 7,0	4,7 ÷ 6,4	4,1 ÷ 7,0
MESO, балл	Median	4,1	3,9	3,5	3,9
	[Q25; Q75]	[3,8; 4,2]	[3,3; 4,5]	[3,4; 4,3]	[3,4; 4,4]
	Min ÷ Max	2,8 ÷ 5,3	2,9 ÷ 4,8	3,3 ÷ 5,0	2,8 ÷ 5,3
ECTO, балл	Median	2,3	2,3	2,9	2,4
	[Q25; Q75]	[2,1; 2,5]	[1,6; 3,3]	[1,9; 3,1]	[1,6; 3,1]
	Min ÷ Max	1,0 ÷ 3,9	1,1 ÷ 3,9	1,0 ÷ 3,1	1,0 ÷ 3,9

Соматотипологический профиль всех трех групп был мезоэндоморфный (рис. 2), с соматотипологической формулой 5,0-4,1-2,3 в группе КМС (преобладающий соматотип – мезоэндоморфный; 62,5 % обследованных из группы) (рис. 2а, 2б), 5,4-3,9-2,3 в группе МС (преобладающий соматотип – мезоэндоморфный; 70 % из обследованных группы) (рис. 2в, 2г) и 5,0-3,5-2,9 в группе МСМК (два основных со-

матотипа – 50 % обследованных из группы – мезоэндоморфы, 50 % обследованных из группы – сбалансированные эндоморфы) (рис. 2 д, 2е).

Когда из группы МСМК была исключена одна спортсменка из четырех, имеющая повышенное содержание жировой массы тела (при нормальном значении ИМТ), соматотипологический профиль группы МСМК изменился на сбалансированный эндоморфный с соматоформулой 5,0-3,4-3,1 (преобладающий соматотип – сбалансированный эндоморфный; 66,0 % из обследованных группы) (рис. 2ж, 2з).

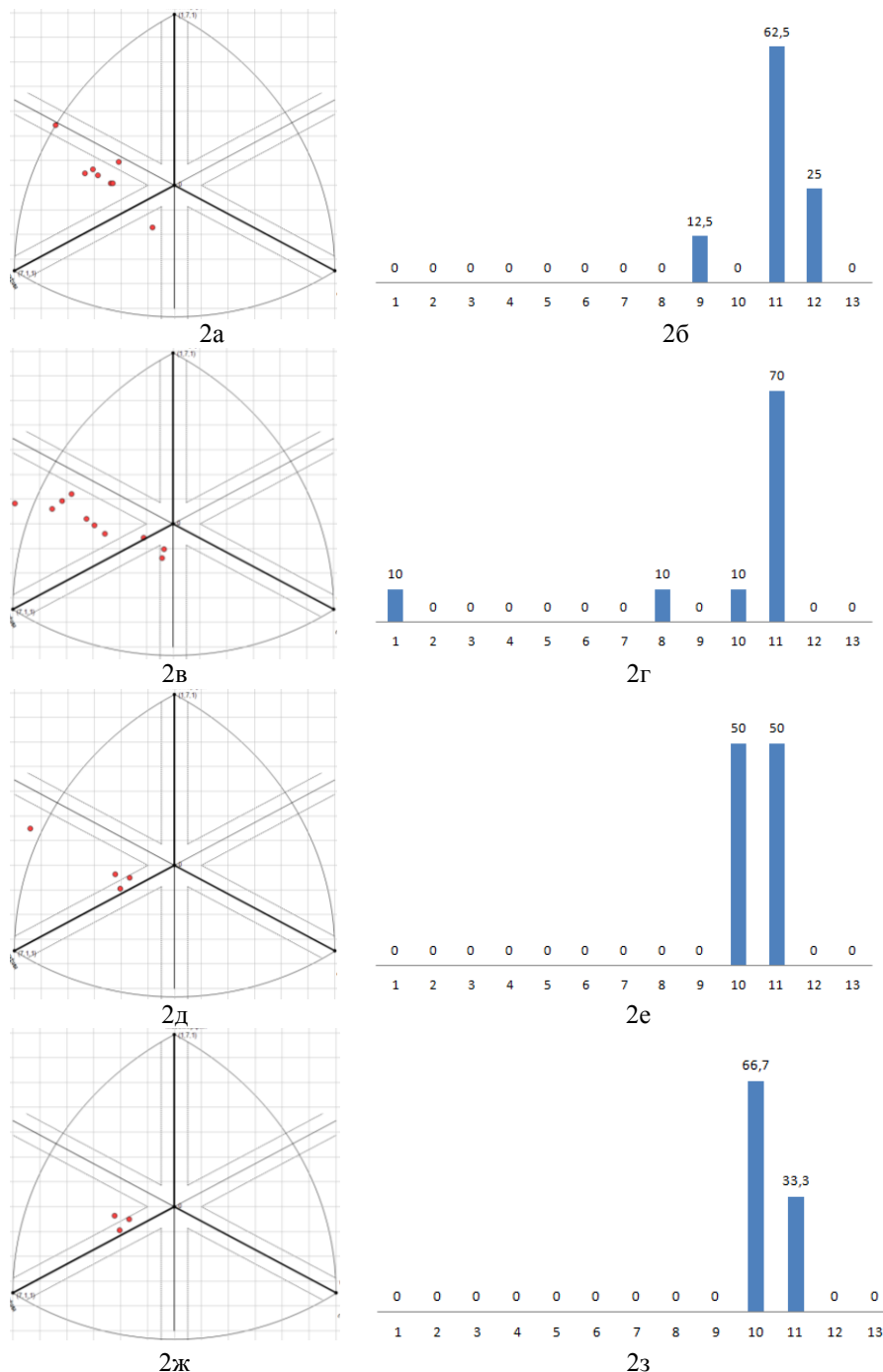


Рис. 2. Соматотипологический профиль группы взрослых спортсменов, занимающихся синхронным фигурным катанием: 2а – соматооблако на соматотреугольнике Хит-Картера для группы КМС, 2б – процентное распределение соматотипов для группы КМС, 2в – соматооблако на соматотреугольнике Хит-Картера для группы МС, 2г – процентное распределение соматотипов для группы МС, 2д – соматооблако на соматотреугольнике Хит-Картера для группы МСМК, 2е – процентное распределение соматотипов для группы МСМК, 2ж – соматооблако на соматотреугольнике Хит-Картера для группы одинаковых по морфотипу МСМК, 2з – процентное распределение соматотипов для группы одинаковых по морфотипу МСМК

В связи с тем, что не было обнаружено достоверных различий по соматотипологическому профилю между группами спортсменок при разделении на группы спортивного мастерства, даже в том случае, когда из группы МСМК отобрали трех из четырех спортсменок, более схожих по морфотипу (рис. 2ж, 2з), представительницы синхронного катания на коньках были разделены на группы по показателям доли ЖМТ, определяемым как «фитнес-стандарт» и «норма» для 1-й группы и «избыточный вес» и «ожирение» для 2-й группы (в соответствии с классификацией, предложенной разработчиками БИ анализатора АВС-01 Медасс) (табл. 3), а так же по показателю ИМТ (18,5-21,0 кг/кв.м для 1-й группы; 21,1-22,9 кв.м – для 2-й группы; от 23,0 кв.м и выше – для 3-ей группы) (табл. 4).

Таблица 3

Морфологические показатели спортсменок, специализирующихся в синхронном катании на коньках, разделенные на 2 группы по значениям жировой массы тела

Параметр	Вид данных	(n = 12) 1 («фитнес-стандарт» + «норма»)	(n = 10) 2 («избыточная масса» + «ожирение»)
Возраст, лет	Median	20,5	18,5
	[Q25; Q75]	[18,5; 24,0]	[18,0; 19,0]
	Min ÷ Max	17,0 ÷ 36,0	17,0 ÷ 28,0
Длина тела, см	Median	162,8	168,5
	[Q25; Q75]	[157,5; 169,5]	[164,4; 170,0]
	Min ÷ Max	156,5 ÷ 173,0	160,5 ÷ 177,0
Масса тела, кг	Median	56,8 2	63,5 1
	[Q25; Q75]	[51,2; 61,3]	[60,5; 64,8]
	Min ÷ Max	50,0 ÷ 64,0	58,3 ÷ 78,9
ИМТ, кг/кв.м	Median	21,1 2	22,6 1
	[Q25; Q75]	[20,0; 21,6]	[22,1; 24,7]
	Min ÷ Max	19,0 ÷ 24,1	19,7 ÷ 25,4
Жировая масса тела, кг	Median	13,4 2	18,1 1
	[Q25; Q75]	[12,1; 14,6]	[16,6; 19,7]
	Min ÷ Max	10,40 ÷ 16,8	15,5 ÷ 26,6
Доля жировой массы, %	Median	24,2 2	28,1 1
	[Q25; Q75]	[22,5; 25,1]	[27,6; 29,5]
	Min ÷ Max	20,3 ÷ 26,3	26,0 ÷ 37,1
Тощая масса тела, кг	Median	43,1	44,9
	[Q25; Q75]	[39,9; 46,6]	[43,9; 46,5]
	Min ÷ Max	37,8 ÷ 47,7	42,8 ÷ 55,7
Активная клеточная масса тела, кг	Median	25,2	25,9
	[Q25; Q75]	[23,5; 27,3]	[25,2; 28,4]
	Min ÷ Max	21,8 ÷ 27,6	22,7 ÷ 32,8
Доля активной клеточной массы, %	Median	58,5	58,3
	[Q25; Q75]	[57,2; 59,6]	[56,6; 59,7]
	Min ÷ Max	56,3 ÷ 61,7	53,0 ÷ 62,8
Скелетно-мышечная масса, кг	Median	21,5	22,5
	[Q25; Q75]	[20,0; 23,4]	[21,8; 23,6]
	Min ÷ Max	17,8 ÷ 24,3	21,1 ÷ 26,5

Доля скелетно-мышечной массы, % в TMT	<i>Median</i>	50,0	50,2
	<i>[Q25; Q75]</i>	[49,4; 50,7]	[48,3; 50,5]
	<i>Min ÷ Max</i>	47,2 ÷ 51,0	47,7 ÷ 50,9
<i>ENDO</i> , балл	<i>Median</i>	4,9 2	5,4 1
	<i>[Q25; Q75]</i>	[4,4; 5,1]	[5,2; 6,2]
	<i>Min ÷ Max</i>	4,1 ÷ 5,5	4,7 ÷ 7,0
<i>MESO</i> , балл	<i>Median</i>	3,6	4,1
	<i>[Q25; Q75]</i>	[3,3; 4,2]	[3,9; 4,5]
	<i>Min ÷ Max</i>	2,9 ÷ 5,3	2,8 ÷ 5,0
<i>ECTO</i> , балл	<i>Median</i>	2,6	2,1
	<i>[Q25; Q75]</i>	[2,2; 3,2]	[1,6; 2,4]
	<i>Min ÷ Max</i>	1,0 ÷ 3,9	1,0 ÷ 3,9

Примечание: – условные группы: 1 – спортсменки с долей ЖМТ, соответствующей оценке по протоколу ABC-01 Медасс границам «фитнес-стандарт» и «норма»; 2 – спортсменки с долей ЖМТ, соответствующей оценке по протоколу ABC-01 Медасс границам «избыточная масса» и «ожирение»; – достоверные отличия: 1 – от группы с условным обозначением «1»; 2 – от группы с условным обозначением «2»; – для оценки достоверности различий между группами использовали критерий Манна-Уитни для независимых ненормально распределенных выборок; – различия признавались достоверными при $p \leq 0,05$

При разделении спортсменок на группы по значениям доли ЖМТ было показано (табл. 3), что достоверно представительницы двух групп различаются между собой только по *массе тела* (MT), *абсолютному показателю жировой массы* (ЖМТ) и балльному значению компонента соматотипа *ENDO* (все показатели достоверно выше в группе спортсменок с большими значениями доли ЖМТ). Спортсменки с меньшими значениями доли ЖМТ имели меньший показатель ИМТ, но практически равные значения *тощей массы тела* (TMT), *абсолютного* (АКМ) и *относительного содержания активной клеточной массы* (доли АКМ), СММ и доли СММ со спортсменками сравняваемой группы, что указывает на отсутствие различий в этих группах по количеству метаболически активных тканей. Балл компонента *MESO* выше, а компонента *ECTO* – ниже в группе спортсменок с большим количеством доли ЖМТ.

Что касается соматотипологического профиля, при разделении спортсменок по показателю доли ЖМТ было показано, что спортсменки с нормальной жировой массой тела имели смещенное вверх к мезоморфной оси соматооблако (рис. 3а). Средний по группе соматотип был так же, как и во всей группе обследованных, мезоэндоморфный; в группе присутствовали спортсменки центрального, эндо-экто, сбалансированного эндоморфного и мезо-эндо типов телосложения; 46,7 % обследуемых спортсменок относились к мезоэндоморфному соматотипу (рис. 3б). Спортсменки с повышенными показателями ЖМТ имели смещенное вниз к эндоморфной оси соматооблако (рис. 3в). Средний по группе соматотип был мезоэндоморфный, но в группе присутствовали спортсменки преимущественно мезоэндоморфного (90 %) типа телосложения; представительниц эктоэндоморфного типа телосложения выявлено всего 10% (рис. 3г).

При разделении спортсменок на группы по значениям ИМТ (табл. 4) было показано, что по *доле активной клеточной массы* (доле АКМ от ТМТ) и доле СММ от ТМТ между спортсменками всех трех групп различий не найдено; по абсолютным количествам *активной клеточной массы* (АКМ) и СММ спортсменки первой группы достоверно отличаются от спортсменок второй и третьей групп и имеют меньшие значения этих показателей, при том, что у спортсменок второй и третьей групп значения этих показателей практически равны; по абсолютным и относительным показателям ЖМТ спортсменки первой группы так же достоверно отличаются от спортсменок второй и третьей групп и имеют меньшие значения этих показателей, однако в этом случае ЖМТ и доля ЖМТ выше у спортсменок третьей группы по сравнению со спортсменками второй группы.

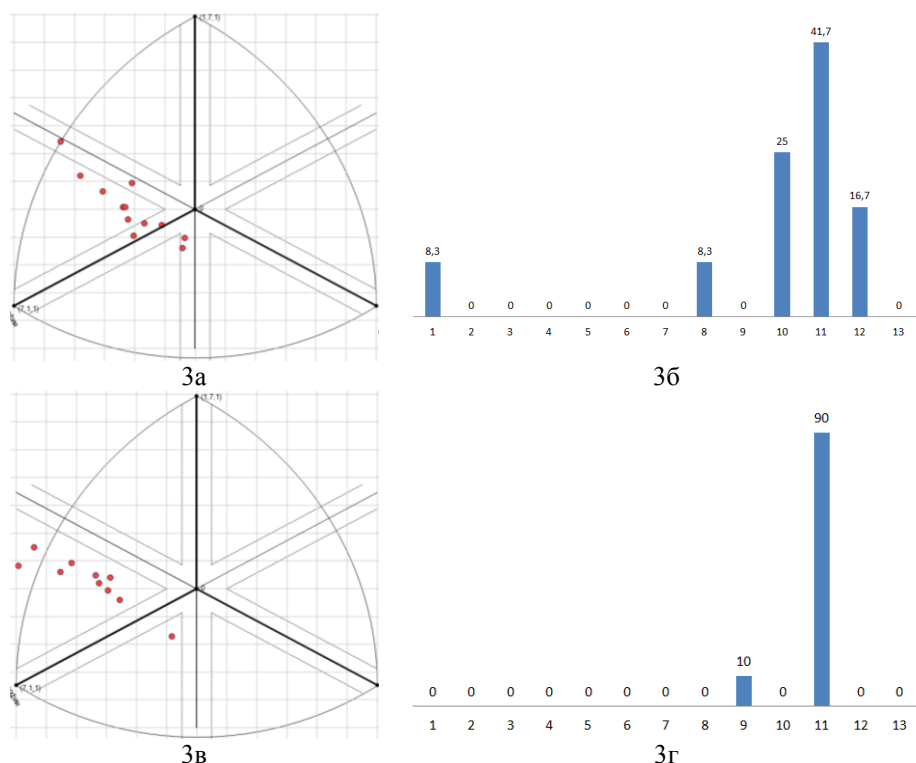


Рис. 3. Соматотипологический профиль группы взрослых спортсменов, занимающихся синхронным фигурным катанием: 3а – соматооблако на соматотреугольнике Хит-Картера для 1-й группы при разделении по показателю доли ЖМТ, 3б – процентное распределение соматотипов для 1-й группы при разделении по показателю доли ЖМТ, 3в – соматооблако на соматотреугольнике Хит-Картера для 2-й группы при разделении по показателю доли ЖМТ, 3г – процентное распределение соматотипов для 2-й группы при разделении по показателю доли ЖМТ

Таблица 4

Морфологические показатели спортсменов, специализирующихся в синхронном катании на коньках, разделенные на 3 группы по значениям ИМТ

Параметр	Вид данных	(n = 7)	(n = 9)	(n = 6)
Условная группа		1	2	3
Возраст, лет	Median	19,0	19,0	19,0
	[Q25; Q75]	[18,0; 21,0]	[18,0; 25,0]	[18,0; 21,0]
	Min ÷ Max	17,0 ÷ 23,0	18,0 ÷ 36,0	17,0 ÷ 28,0
Длина тела, см	Median	161,5	169,0	164,3
	[Q25; Q75]	[157,0; 171,8]	[165,5; 170,0]	[160,5; 168,0]
	Min ÷ Max	156,5 ÷ 172,0	159,8 ÷ 173,0	157,0 ÷ 177,0
Масса тела, кг	Median	51,2 2,3	62,0 1	63,5 1
	[Q25; Q75]	[50,3; 58,1]	[60,5; 64,0]	[63,0; 71,6]
	Min ÷ Max	50,0 ÷ 58,3	55,5 ÷ 64,8	59,5 ÷ 78,9
ИМТ, кг/кв.м	Median	19,7 2,3	21,7 1,3	24,4 1,2
	[Q25; Q75]	[19,6; 20,4]	[21,5; 22,3]	[23,4; 25,2]
	Min ÷ Max	19,0 ÷ 20,9	21,2 ÷ 22,7	23,4 ÷ 25,4
Жировая масса тела, кг	Median	12,2 2,3	16,6 1	19,1 1
	[Q25; Q75]	[10,9; 12,9]	[14,3; 17,4]	[16,6; 23,2]
	Min ÷ Max	10,4 ÷ 15,5	13,8 ÷ 18,1	14,8 ÷ 26,6
Доля жировой массы, %	Median	24,1 2,3	26,2 1	29,3 1
	[Q25; Q75]	[21,3; 24,4]	[25,3; 27,8]	[26,3; 31,0]
	Min ÷ Max	20,3 ÷ 26,6	22,8 ÷ 28,1	24,9 ÷ 37,1

Тощая масса тела, кг	Median	40,3 2,3	46,5 1	45,0 1
	[Q25; Q75]	[38,2; 42,8]	[44,6; 46,8]	[44,7; 46,4]
	Min ÷ Max	37,8 ÷ 45,2	41,5 ÷ 47,7	43,9 ÷ 55,7
Активная клеточная масса тела, кг	Median	23,2 2,3	26,7 1	26,8 1
	[Q25; Q75]	[22,7; 24,3]	[25,2; 27,6]	[25,6; 27,6]
	Min ÷ Max	21,8 ÷ 25,7	24,6 ÷ 29,2	25,3 ÷ 32,8
Доля активной клеточной массы, %	Median	57,7	58,4	58,7
	[Q25; Q75]	[56,8; 60,0]	[56,9; 59,7]	[58,1; 59,3]
	Min ÷ Max	53,0 ÷ 61,4	56,3 ÷ 62,8	56,2 ÷ 61,7
Скелетно-мышечная масса, кг	Median	20,1 2,3	23,1 1	22,3 1
	[Q25; Q75]	[18,2; 21,5]	[22,5; 23,6]	[21,8; 23,6]
	Min ÷ Max	17,8 ÷ 23,0	20,7 ÷ 24,3	21,1 ÷ 26,5
Доля скелетно-мышечной массы, % в TMT	Median	50,2	50,4	49,0
	[Q25; Q75]	[47,7; 50,5]	[50,0; 50,7]	[48,0; 50,0]
	Min ÷ Max	47,2 ÷ 51,0	49,3 ÷ 51,0	47,7 ÷ 50,8
ENDO, балл	Median	4,5 2,3	5,2 1,3	6,0 1,2
	[Q25; Q75]	[4,3; 4,9]	[5,1; 5,4]	[5,5; 6,4]
	Min ÷ Max	4,1 ÷ 4,9	4,7 ÷ 5,5	5,4 ÷ 7,0
MESO, балл	Median	3,3 3	3,9 3	4,7 1,2
	[Q25; Q75]	[2,9; 3,8]	[3,5; 4,1]	[4,5; 5,0]
	Min ÷ Max	2,8 ÷ 4,2	3,3 ÷ 4,2	4,4 ÷ 5,3
ECTO, балл	Median	3,3 3	2,4 3	1,4 1,2
	[Q25; Q75]	[2,5; 3,9]	[2,2; 2,7]	[1,0; 1,6]
	Min ÷ Max	2,4 ÷ 3,9	2,1 ÷ 3,1	1,0 ÷ 1,6

Примечание: – условные группы: 1 – спортсменки с ИМТ от 19,0 до 21,0 кг/кв.м; 2 – спортсменки с ИМТ от 21,1 до 22,9 кг/кв.м; 3 – ИМТ от 23,0 до 25,4 кг/кв.м; – достоверные отличия: 1 – от группы с условным обозначением «1»; 2 – от группы с условным обозначением «2»; 3 – от группы с условным обозначением «3»; – для оценки достоверности различий между группами использовали критерий Манна-Уитни для независимых ненормально распределенных выборок; – различия признавались достоверными при $p \leq 0,05$

Что касается соматотипологического профиля, при разделении спортсменок по показателю ИМТ было показано, что спортсменки с ИМТ от 18,5 до 21,0 (рис. 4а) принадлежали к той части соматооблака, которое находится ближе к центру соматотреугольника; в этой группе было выявлено самое большое разнообразие соматотипов среди обследованных спортсменок (рис. 4б). Спортсменки с ИМТ от 21,1 до 22,9 (рис. 4в, 4г) принадлежали к средней части общего соматооблака, а спортсменки с ИМТ выше 23,0 принадлежали к самой удаленной от центра соматотреугольника части соматооблака (рис. 4д, 4е). Во второй группе были выявлены представительницы сбалансированного эндоморфного (22,2 %) и мезоэндоморфного (77,8 %) соматотипов, в третьей группе – мезоэндоморфного (83,3 %) и мезо-эндо (16,7 %) соматотипов. В связи с тем, что данных по соматотипологической принадлежности спортсменок, занимающихся синхронным катанием на коньках, в отечественной и зарубежной литературе найдено не было, обсуждать результаты данного исследования представляется возможным только с представителями групп спорта, близкими по уровню физической нагрузки и/или ее направленности, т.е. со спортсменками различных дисциплин катания на коньках, а так же спортсменками, специализирующимися в других сложно-координационных видах спорта.

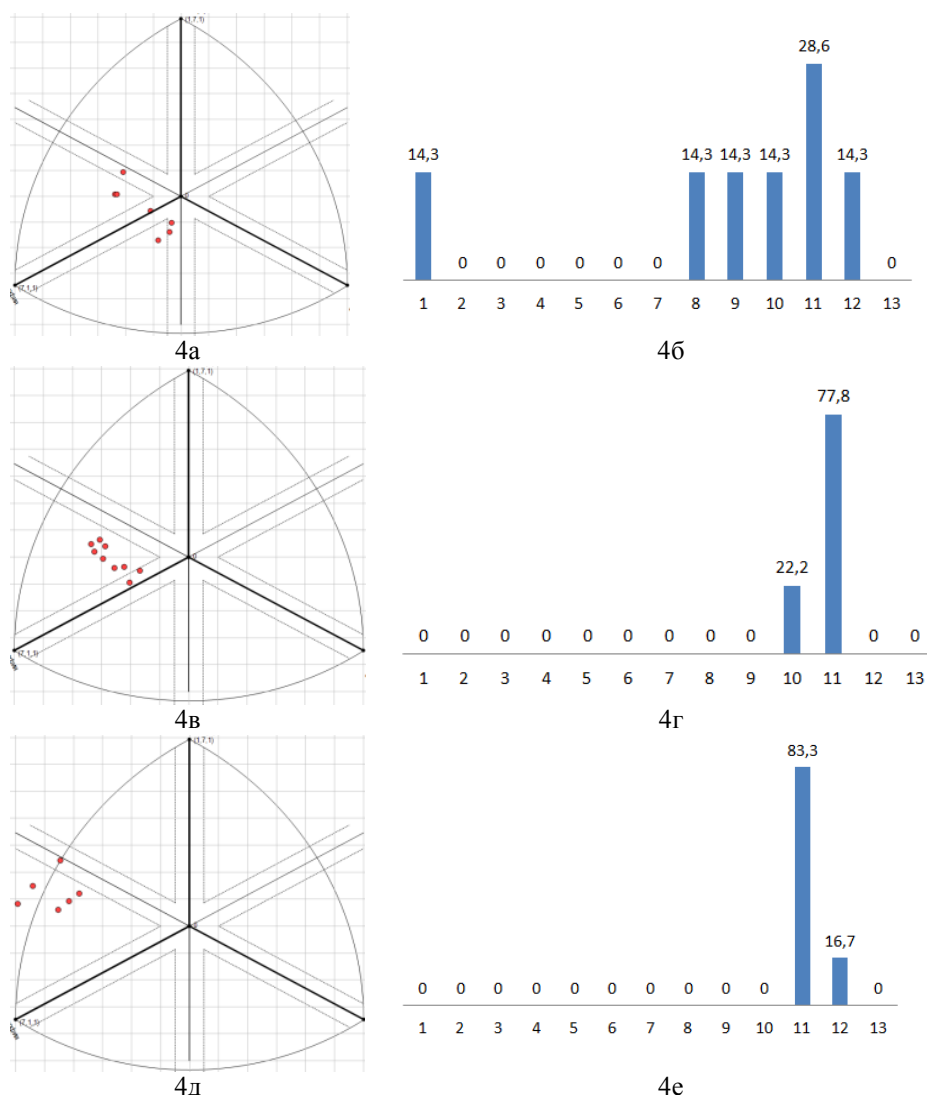


Рис. 4. Соматотипологический профиль группы взрослых спортсменок, занимающихся синхронным фигурным катанием при разделении на группы по показателю ИМТ: 4а – соматооблако на соматотреугольнике Хит-Картера для 1-й группы при разделении по показателю ИМТ; 4б – процентное распределение соматотипов для 1-й группы при разделении по показателю ИМТ; 4в – соматооблако на соматотреугольнике Хит-Картера для 2-й группы при разделении по показателю ИМТ; 4г – процентное распределение соматотипов для 2-й группы при разделении по показателю ИМТ; 4д – соматооблако на соматотреугольнике Хит-Картера для 3-й группы при разделении по показателю ИМТ; 4е – процентное распределение соматотипов для 3-й группы при разделении по показателю ИМТ

По данным Мартиросова Э.Г. модельными соматотипами для высококвалифицированных спортсменок, специализирующихся в сложно-координационных видах спорта, являются эктомезоморфный с формулой 1,4-6,4-2,0 для спортивных гимнасток и эндомезоморфный с формулой 3,6-4,3-2,6 для художественных гимнасток [4]. По данным исследований последних пятнадцати лет других авторов, женщины, специализирующиеся в спортивной акробатике, имеют эндомезоморфный соматотип с формулой 3,2-4,4-2,9; занимающиеся танцевальным спортом – экто-эндоморфный соматотип с формулой 4,1-3,2-3,5; занимающиеся акробатическим рок-н-роллом – экто-мезоморфный с формулой 2,5-4,4-3,7; занимающиеся художественной гимнастикой (юношеский возраст) – мезоэкторморфный с формулой 2,1-3-4,9 [4]. Обследованные нами спортсменки, специализирующиеся в синхронном катании на коньках, принадлежащие к мезоэндоморфному соматотипу с соматоформулой 5,2-3,9-2,4 и преобладающим балльным значением компонента эндоморфии, более всего близки по соматотипологической принадлежности к спортсменкам, занимающимся танцевальным спортом. При этом они отличаются от спортсменок других видов спорта более выраженным компонентом *ENDO*, отвечающим за развитие жирового компонента тела, и менее выраженным компонентом *MESO*, отвечающим за развитие мышечного компонента тела.

При сравнении со спортсменками, специализирующимися в некоторых дисциплинах катания на коньках и имеющим эктомезоморфный соматотип с формулой 2,3-4,3-3,6 в парном фигурном катании и экто-мезоморфный соматотип с формулой 2,9-3,9-3,2 в танцах на льду [4], обследованные нами спортсменки так же имели более выраженный компонент *ENDO* и менее выраженным компонентом *MESO*.

Заключение. Обследованные спортсменки, специализирующиеся в синхронном катании на коньках, по соматотипологическому профилю принадлежат к мезоэндоморфам – соматотипу, с наиболее выраженным баллом эндоморфии, отвечающим за развитие жирового компонента массы тела. Наряду с данными о жировом и мышечном компонентах массы тела, а так же значениями ИМТ, можно сделать вывод, что часть спортсменок имеет скрытое ожирение, выражающееся высоким количеством жировой и низким – скелетно-мышечной массы тела при нормальных значениях ИМТ (спортсменки 3-ей группы при разделении по показателю ИМТ), что напрямую отразилось на соматотипологическом профиле смещением соматооблака вниз и влево по соматотреугольнику. В данном случае соматооблако находится непосредственно под осью, разделяющей сектора *MESO* и *ENDO*, слева и параллельно этой оси, и занимает положение «Е», в котором, по мнению чехословацких исследователей, находятся лица с наихудшими предпосылками к занятиям спортом, объясняя их состав тела высоким содержанием жировой и низким – мышечной ткани [6].

По результатам проведенного соматотипологического обследования было показано, что больший процент жировой массы в теле смещает соматоточку и соматооблако вниз по соматотреугольнику по эндоморфной оси. Так же с увеличением значений ИМТ соматоточка смещается по соматотреугольнику левее и ниже, что говорит об увеличении МТ и ИМТ в основном за счет жировой, а не скелетно-мышечной массы тела в данной группе спортсменок, хотя спортсменки второй и третьей групп при разделении по показателю ИМТ имели одинаковые значения абсолютных количеств АКМ и СММ.

Финансирование: Исследование выполнено в рамках темы гос.задания № темы *FGMF-2025-0002 «Разработка и реализация инновационных антропонутириологических подходов для оптимизации уровня физического развития и спортивной работоспособности в детско-юношеском спорте»*.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. 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.
2. Мартиросов Э.Г., Руднев С.Г., Николаев Д.В. Применение антропологических методов в спорте, спортивной медицине и фитнесе : учеб. пособие. Москва: Физическая культура, 2009. 144 с. ISBN 978-5-9746-012-8.
3. Руднев С.Г., Соболева Н.П., Стерликов С.А., Николаев Д.В., Старунова О.А., Черных С.П., Ерюкова Т.А., Колесников В.А., Мельниченко О.А., Пономарёва Е.Г. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. Москва: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. 493 с.
4. Тутьян В.А., Никитюк Д.Б., Выборная К.В. Анатомо-антропонутириологические методы оценки физического и пищевого статусов детского и взрослого населения с различным уровнем физической активности: методические рекомендации // В.А. Тутьян, Д.Б. Никитюк, К.В. Выборная и др. Москва: Мультипринт. 2022, 111 с. ISBN 978-5-6048236-0-6, DOI 10.56188/978-5-6048236-0-6-2022.
5. Carter J.E.L. The Heath-Carter anthropometric somatotype: instruction manual, 2002. 26 p. <http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual.pdf>.
6. Tóth T., Michalíková M., Bednarčíková L., Živčák J., Kneppo P. Somatotypes in Sport // Acta Mechanica et Automatica. 2014. Vol. 8, N 1. P. 27–32. doi:10.2478/ama-2014-0005.

References

1. Deryabin VE. Kratkij spravocnik po resheniyu tipovyh zadach biometricheskoy obrabotki antropologicheskikh dannyh [Brief reference book on solving typical problems of biometric processing of anthropological data]. Moscow; 2005. Manuscript deposited in VINITI No. 1187-B2005 dated 29.08.2005. Russian.
2. Martirosov EG, Rudnev SG, Nikolaev DV. Primenenie antropologicheskikh metodov v sporte, sportivnoj medicine i fitnese : ucheb. posobie [Application of anthropological methods in sports, sports medicine and fitness: textbook manual]. Moscow: «Physical Culture», 2009. 144 p. ISBN 978-5-9746-012-8. Russian.
3. Rudnev SG, Soboleva NP, Sterlikov SA, Nikolaev DV, Starunova OA, Chernykh SP, Eryukova TA, Kolesnikov VA, Melnichenko OA, Ponomareva EG. Bioimpedansnoe issledovanie sostava tela naseleniya

Rossii [Bioimpedance study of the body composition of the population of Russia]. Moscow: RIO TsNII OIZ, 2014. 493 p. Russian.

4. Tutelyan VA, Nikityuk DB, Vybornaya KV. Anatomico-anthroponutriciologicheskie metody ocenki fizicheskogo i pishchevogo statusov detskogo i vzroslogo naseleniya s razlichnym urovnem fizicheskoy aktivnosti: metodicheskie rekomendacii [Anatomical and anthroponutrition methods for assessing the physical and nutritional status of children and adults with different levels of physical activity: guidelines]. VA Tutelyan, DB Nikityuk, KV Vybornaya et al. Moscow: Multiprint. 2022, 111 p. ISBN 978-5-6048236-0-6, DOI 10.56188/978-5-6048236-0-6-2022. Russian.

5. Carter JEL. The Heath-Carter anthropometric somatotype: instruction manual, <http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual.pdf>. 2002, 26 p.

6. Tóth T, Michalíková M, Bednarčíková L, Živčák J, Kneppo P. Somatotypes in Sport. Acta Mechanica et Automatica. 2014;8(1):27–32. doi:10.2478/ama-2014-0005(2014).

Библиографическая ссылка:

Выборная К.В., Раджаббадиев Р.М., Шурова З.М., Никитюк Д.Б. Телосложение спортсменок, занимающихся синхронным катанием на коньках – связь с жировым компонентом и индексом массы тела // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №2. Публикация 2-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2025-2/2-3.pdf> (дата обращения: 17.03.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-2-2-3. EDN OIQUIH*

Bibliographic reference:

Vybornaya KV, Radzhabkadiyev RM, Shurova ZM, Nikityuk DB. Teloslozhenie sportshenok, zanimayushchihsya sinhronnym katiem na kon'kah – svyaz' s zhirovym komponentom i indeksom massy tela [Body composition of female athletes engaged in synchronized skating – relationship with body fat component and body mass index]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Mar 17];2 [about 12 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2025-2/2-3.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-2-2-3. EDN OIQUIH

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2025-2/e2025-2.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после выгрузки полной версии журнала в eLIBRARY