

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.2>

УДК 572.025

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Оценка состава тела футболистов на основании данных антропометрии и биоимпедансометрии и сравнение двух методов регистрации

К.В. Выборная^{1,*}, А.Н. Тимонин¹, М.М. Семенов¹, С.В. Лавриненко¹, Р.М. Раджабкадиев¹,
С.В. Клочкова², Д.Б. Никитюк^{1,3}

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

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

³ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: провести сравнительный анализ показателей состава тела, полученных двумя методами регистрации данных: антропометрии и биоимпедансометрии, и анализ распределения подкожного жира на теле футболистов в соответствии с игровыми амплуа. **Материалы и методы.** Антропометрические измерения и биоимпедансные исследования состава тела были проведены у 24 футболистов Московского футбольного клуба профессиональной футбольной лиги второго дивизиона. Средний возраст игроков составил $24,16 \pm 0,87$ года. **Результаты.** При определении состава тела двумя методами было выявлено, что расчетный метод и метод биоимпедансометрии дают различные результаты. В среднем расчетный метод показывает более высокие показатели жировой массы тела ($\%ЖМТ = 18,9 \pm 1,04$), чем метод биоимпедансометрии ($\%ЖМТ = 14,7 \pm 0,76$), различия достоверны ($p < 0,05$). При этом по мышечной массе тела различия незначительны и недостоверны ($p > 0,05$) — по БИА $\%СММ = 47,06 \pm 0,59$, по расчетному методу $\%СММ = 47,0 \pm 0,63$. Не выявлено различий в компонентном составе тела футболистов в зависимости от игрового амплуа. Топография подкожного жира на теле спортсменов-футболистов имеет определенные закономерности, но не зависит от игрового амплуа спортсменов. **Заключение:** проведенный анализ выявил различия в данных состава тела футболистов, полученных с помощью двух методов регистрации. Данные проведенного исследования могут служить модельными критериями состава тела и распределения подкожного жира на теле спортсменов для отбора в футбольную деятельность и для сравнительной характеристики и обсуждения результатов аналогичных исследований.

Ключевые слова: спорт, футболисты, игровые амплуа, антропометрия, биоимпедансный анализ, метод регистрации, состав тела, топография жира на теле, модельные характеристики спортсменов

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Выборная К.В., Тимонин А.Н., Семенов М.М., Лавриненко С.В., Раджабкадиев Р.М., Клочкова С.В., Никитюк Д.Б. Оценка состава тела футболистов на основании данных антропометрии и биоимпедансометрии и сравнение двух методов регистрации. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2020;10(4):55–63. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.2>

Поступила в редакцию: 06.09.2020

Принята к публикации: 12.10.2020

Online first: 11.01.2021

Опубликована: 11.03.2021

* Автор, ответственный за переписку

Assessment of the body composition of football players based on anthropometry and bioimpedansometry data and a comparison of two registration methods

Kseniya V. Vybornaya^{1,*}, Andrey N. Timonin¹, Muradin M. Semenov¹, Semyon V. Lavrinenko¹,
Radzhabkadi M. Radzhabkadiyev¹, Svetlana V. Klochkova², Dmitry B. Nikitjuk^{1,3}

¹ Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russia

² RUDN University, Moscow, Russia

³ Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: comparative analysis of body composition indicators obtained by two methods of data registration — anthropometry and bioimpedance measurement, and analysis of the distribution of subcutaneous fat on the body of football players in accordance with the playing role. **Materials and methods.** Anthropometric measurements and bioimpedance studies of body composition were carried out in 24 football players of the Moscow football club of the second division professional football league. The average age of the athletes was 24.16 ± 0.87 years. **Results.** The survey involved 24 football players of the Moscow football club of the professional football league of the second division. The average age of the players was 24.16 ± 0.87 years. When determining the composition of the body using two methods, it was found that the calculation method and the bioimpedance method give different results. On average, the calculation method shows higher indicators of body fat mass (%FBM = 18.9 ± 1.04) than the bioimpedance method (%FBM = 14.7 ± 0.76), the differences are significant ($p < 0.05$). Moreover, differences in muscle mass are insignificant — in terms of BIA %SMM = 47.06 ± 0.59 , according to the calculation method %SMM = 47.0 ± 0.63 (the differences are unreliable, $p > 0.05$). There were no differences in the component composition of the body of football players depending on the game role. The topography of subcutaneous fat on the body of athletes-football players has certain patterns, but does not depend on the playing role of athletes. **Conclusion:** the analysis revealed differences in the body composition data of football players obtained using two registration methods. The data of the study can serve as model criteria for body composition and the distribution of subcutaneous fat on the body of athletes for selection in football activities and for comparative characterization and discussion of the results of similar studies.

Keywords: sports, football players, game roles, anthropometry, bioimpedance analysis, registration method, body composition, topography of body fat, model characteristics of athletes

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Vybornaya K.V., Timonin A.N., Semenov M.M., Lavrinenko S.V., Radzhabkadiyev R.M., Klochkova S.V., Nikitjuk D.B. Assessment of the body composition of football players based on anthropometry and bioimpedansometry data and a comparison of two registration methods. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(4):55–63 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.2>

Received: 6 September 2020

Accepted: 12 October 2020

Online first: 11 January 2021

Published: 11 March 2021

* Corresponding author

1. Введение

На современном этапе развития медико-биологических наук для популяционной, групповой и индивидуальной характеристики состава тела наряду с традиционными антропометрическими методами применяются различные подходы [1–4], одним из которых является биоимпедансный анализ (БИА). Это современная аппаратная методика, которая ввиду неинвазивности, портативности, сравнительной надежности получаемых данных и простоты применения является популярной среди многих исследователей [1]. По мнению Колесникова и соавт. [1], преимуществами биоимпедансного способа оценки состава тела перед антропометрией являются широкое распространение однотипного биоимпедансного оборудования, оперативность метода и менее строгие требования, предъявляемые к квалификации специалиста, выполняющего измерения. Однако классическая антропометрия остается чрезвычайно информативным подходом, позволяющим за короткое время обследовать большие контингенты, что делает ее незаменимой при осуществлении как индивидуальной оценки, так и популяционного мониторинга [2]. Метод антропометрии дешевый и неинвазивный, но с целью уменьшения ошибок методики измерения должен проводить квалифицированный специалист [5]. Хафизова и соавт. отмечают, что оба метода при наличии должной квалификации исследователей удобны в применении, однако дают различные результаты, полученные на базе исследования популяции.

Проведено множество исследований, результаты которых показывают, что определение состава тела двумя способами имеет различные результаты. В 1993 году в своей работе R. J. Maughan [6] приводит данные сравнения количества жировой ткани у 50 условно здоровых добровольцев, определенные тремя методами измерений: гидростатическим взвешиванием, измерением толщины кожно-жировых складок (КЖС) и определением электрического сопротивления тканей биоимпедансным анализатором «Бодистат 500». Среднее количество жировой ткани по данным гидростатического взвешивания составило $20,5 \pm 1,2$ %, по данным измерения КЖС — $21,8 \pm 1,2$ %, по результатам аппаратного исследования — $20,8 \pm 0,9$ %. Результаты исследования показали, что корреляция между методами измерения толщины КЖС и гидростатического взвешивания (0,931) более высокая, чем между результатами аппаратного исследования и гидростатического взвешивания (0,830).

Подобных исследований, проведенных на спортсменах, намного меньше. Однако спортивная наука нуждается в проведении таких исследований и в наличии данных, необходимых для сравнения результатов исследований и оценки физического развития спортсменов различных специализаций.

В статье будет рассмотрено сравнение оценки состава тела двумя методами — антропометрии и биоимпедансометрии; будут проанализированы данные по локализации подкожного жира на теле футболистов.

Цель исследования: дать характеристику состава тела и распределения подкожного жира у футболистов.

Задачи исследования:

1. Провести антропометрическое обследование.
2. Рассчитать количество жировой и мышечной ткани по формулам J. Matiegka.
3. Провести измерение состава тела методом биоимпедансометрии.
4. Сравнить результаты определения состава тела двумя методами.
5. Проанализировать распределение подкожного жира и выявить топографические особенности.
6. Выявить с помощью применения статистических методов достоверность различий результатов, полученных при применении двух методов регистрации данных.
7. Провести комплексную оценку команды в целом и, разделив спортсменов на группы согласно игровым амплуа, выявить особенности.

2. Материалы и методы

В исследовании приняли участие 24 футболиста Московского футбольного клуба профессиональной футбольной лиги второго дивизиона. Средний возраст игроков составил $24,1 \pm 0,8$ года. Тренировочный стаж в футболе — от 12 до 15 лет. Исследование проводилось в соответствии со стандартами комитета по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». Все участники были устно проинформированы о ходе предстоящего обследования, после чего каждый подписал информированное согласие на добровольное проведение обследования. Каждый игрок команды был опрошен по анкете, включающей информацию о личных данных (ФИО, дата рождения) и данных спортивного мастерства (количество лет занятий футболом, уровень спортивного мастерства, игровая позиция). Все измерения проводились утром натощак в медицинском кабинете в нижнем белье. Во время измерений соблюдались стандартные условия измерения, температура воздуха в помещении составляла 24°C .

Антропометрические измерения проводились по стандартной методике [7]. Длину тела (ДТ) определяли с помощью антропометра «Мартина» с точностью до 1 мм; массу тела (МТ) измеряли с помощью электронных медицинских весов ВЭМ-150 с точностью до 0,1 кг. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали по формуле $\text{ИМТ} = \text{МТ}(\text{кг})/\text{ДТ}(\text{м}^2)$ [8]. Обхваты конечностей измеряли тканевой прорезиненной сантиметровой лентой, а поперечные диаметры — скользящим циркулем с точностью до 1 мм. Толщину кожно-жировых складок определяли калипером Ланге с точностью до 0,2 мм.

Биоимпедансные измерения выполняли непосредственно после проведения антропометрического обследования, утром натощак перед тренировкой с помощью анализатора состава тела ABC-01 «МЕДАСС» (НТЦ «МЕДАСС», Россия) по стандартной схеме с креплением одноразовых биоадгезивных электродов

F3001ECG (Fiab) на запястье и голеностопе в положении измеряемых спортсменов лежа на спине, на горизонтальной непроводящей поверхности (медицинская широкая кушетка КСМ-013 (широкая, ширина 1 метр), покрытой одноразовой хлопчатобумажной простыней [9].

Состав тела определяли двумя методами: расчетным — на основании формул J. Matiegka [7] и аппаратным — при помощи прибора ABC-01 («Медасс»). Данные представлены в виде средней арифметической и стандартной ошибки средней арифметической ($M \pm m$), минимума и максимума ($\text{min} \div \text{max}$).

Анализ данных был осуществлен посредством сочетаний методов статистического анализа, включающего применение двухфакторного и однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA; two-way ANOVA), корреляционного анализа. Применимость параметрических методов анализа осуществляли с помощью проверки на нормальность и гомокседантичность. Тест на нормальность осуществляли с использованием критерия Пирсона (χ^2 -критерий), а тест на гомокседантичность проверяли с использованием критерия Кохрана. В случае невыполнения условий нормальности и гомокседантичности использовались ранговый двухфакторный и однофакторный дисперсионный анализ (в частности, критерий Краскела — Уоллиса — H -критерий) в качестве методов непараметрического статистического анализа. При множественном сравнении был использован критерий Тьюки. Уровень значимости составлял 0,05.

3. Результаты исследования и их обсуждение

Средние показатели МТ, ДТ, ИМТ и компонентов состава тела, определенные методом биоимпедансометрии и расчетным методом, в целом по группе обследованных футболистов и при разделении по игровым амплуа представлены в таблице 1.

При статистической обработке данных с использованием двухфакторного и однофакторного рангового дисперсионного анализа было показано, что группы, разделенные по игровым амплуа, укомплектованы неоднородными по МТ и ДТ спортсменами. Однофакторный непараметрический дисперсионный анализ (критерий Краскела — Уоллиса) показал отсутствие достоверного статистического отклика между игровым амплуа и МТ ($p = 0,312$) и игровым амплуа и ДТ ($p = 0,095$) футболистов.

Литературные данные по содержанию жира в организме мужчин-футболистов разнятся. Относительное содержание жировой массы тела (ЖМТ, ЖМ) по результатам зарубежных исследований составило 10 % [9]; по данным российских исследований — от 11,2 % [5] до 18 % [9]. Данные наших собственных исследований показали среднюю величину по группе обследованных — 14,7 % (табл. 1).

При определении состава тела с помощью двух методов регистрации результатов было выявлено,

Таблица 1

Основные антропометрические показатели и значения компонентов состава тела обследованных спортсменов, полученные с помощью двух методов регистрации, в среднем по группе и согласно разделению на игровые амплуа ($M \pm m$, min÷max)

Table 1

The main anthropometric indicators and the values of the components of the body composition of the examined athletes, obtained using two registration methods ($M \pm m$, min÷max)

	Игровое амплуа/ Role				Все спортсмены / All athletes
	вратари / goalkeepers	полузащитники / midfielders	нападающие / forwards	защитники / defenders	
Основные антропометрические показатели / Main anthropometric indicators					
МТ, кг/ ВМ, kg	75 ± 3,44 (71,2÷81,9)	74,1 ± 1,5 (66,8÷82,8)	80,5 ± 6,5 (62,3÷91,5)	79,7 ± 2,97 (69,2÷87)	76,7 ± 1,53 (62,3÷91,5)
ДТ, см / Height, cm	184,7 ± 3,18 (181÷191)	177,2 ± 1,7 (170÷186)	183,5 ± 3,52 (175÷192)	183 ± 1,77 (177÷190)	180,6 ± 1,25 (170÷192)
ИМТ (кг/м²) / BMI (kg/m²)	22 ± 0,27 21,7÷22,5	23,7 ± 0,51 21,1÷28	23,8 ± 1,14 20,5÷25,7	23,8 ± 0,52 22,1÷25,4	23,5 ± 0,33 20,5÷28
Показатели состава тела по БИА / Body composition indicators according to BIA					
ЖМТ (кг) / FBM (kg)	10,1 ± 1,46 (7,8÷12,8)	10,3 ± 0,72 (7,7÷15)	12,2 ± 2,92 (5,2÷18,6)	13,7 ± 1,77 (8,1÷18,7)	11,5 ± 0,76 (5,2÷18,7)
Доля ЖМТ (%) / FBM (%)	13,3 ± 1,36 (10,9÷15,6)	13,8 ± 0,72 (11,3÷18,5)	14,5 ± 2,59 (8,4÷20,3)	17,1 ± 2,05 (10,8÷24,6)	14,7 ± 0,76 (8,4÷24,6)
СММ (кг) / MBM (kg)	36,3 ± 1,04 (34,8÷38,3)	35,2 ± 0,5 (32,7÷38,2)	37,9 ± 1,76 (32,6÷40)	35,8 ± 1,55 (30÷39,7)	35,9 ± 0,54 (30÷40)
Доля СММ в МТ (%) / SMM in BM (%)	48,45 ± 1,01 (46,77÷50,28)	47,64 ± 0,54 (44,24÷49,71)	47,51 ± 1,99 (43,27÷52,32)	44,98 ± 1,49 (39,57÷49,67)	47,06 ± 0,59 (39,58÷52,33)
Доля СММ в АКМ (%) / SMM in ACM (%)	55,9 ± 0,26 (55,5÷56,4)	55,2 ± 0,23 (53,7÷56)	55,5 ± 0,67 (54,3÷57,2)	54,2 ± 0,51 (52,4÷55,7)	55,1 ± 0,22 (52,4÷57,2)
Показатели состава тела по Матейка / Body composition indicators according to Matiegka					
ЖМТ (кг) / FBM (kg)	12,56 ± 1,59 (9,38÷14,19)	14,58 ± 1,49 (10,61÷28,19)	16,9 ± 3,53 (10÷25,73)	14,97 ± 1,52 (11,54÷20,27)	14,8 ± 0,96 (9,38÷28,18)
Доля ЖМТ (%) / FBM (%)	16,72 ± 1,98 (13,02÷19,8)	19,46 ± 1,62 (14,29÷34,05)	20,65 ± 3,28 (14,29÷28,12)	18,17 ± 2,09 (13,26÷25,3)	18,9 ± 1,04 (13,0÷34,04)
СММ (кг) / SMM (kg)	35,89 ± 2,1 (33,57÷40,08)	34,31 ± 0,61 (30,9÷36,72)	37,42 ± 3,22 (29,51÷45,01)	40,14 ± 2,02 (33÷46,54)	36,4 ± 0,9 (29,5÷46,5)
Доля СММ от МТ (%) / SMM in BM (%)	47,78 ± 0,58 (47,14÷48,94)	46,37 ± 0,86 (39,1÷50,31)	46,58 ± 1,78 (42,76÷51,15)	48,23 ± 1,7 (43,5÷53,5)	47,0 ± 0,63 (39,05÷53,49)

что расчетный метод и метод биоимпедансометрии дают различные результаты. Двухфакторный дисперсионный анализ выявил, что методы достоверно отличаются друг от друга при определении жирового компонента ($p = 0,002373$; $p < 0,05$). При определении мышечного компонента достоверных отличий не выявлено ($p = 0,991853$; $p > 0,05$). Между факторами «метод регистрации» и «жировая компонента» и «метод регистрации» и «мышечная компонента» нет достоверной взаимосвязи и эти факторы — независимы ($p = 0,522$ и $p = 0,372$ соответственно).

В среднем расчетный метод показывает более высокие показатели жировой массы тела. Однако индивидуальные измерения компонентного состава тела различаются как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения значений. Так, показатели, рассчитанные

по формуле J. Matiegka, больше по %ЖМТ в 16 случаях (66,7 %), меньше — в 7 случаях (29,2 %) и равны в 1 случае (4,1 %). А относительные показатели скелетно-мышечной массы тела (СММ, %), определенные по БИА, больше в 14 случаях (58,3 %) и меньше — в 10 случаях (41,7 %). На рисунке 1 показано соотношение доли ЖМТ и доли СММ, измеренных двумя способами.

Разница по всей группе обследованных спортсменов между средними величинами абсолютного показателя ЖМТ (рассчитанного по формуле и измеренного методом БИА) составила $3,3 \pm 0,8$ кг ($-2,3 \div 15,7$), доли ЖМТ (рассчитанной по формуле и измеренной методом БИА) составила $4,3 \pm 1,1$ % ($-2,7 \div 19,1$), абсолютного показателя СММ (рассчитанного по формуле и измеренного методом БИА) составила $0,5 \pm 0,6$ кг ($-5,9 \div 6,8$).

На рисунке 2 показано, что по данным БИА (рис. 2а) содержание ЖМТ меньше, чем при расчете по формулам J. Matiegka (рис. 2б).

При разделении обследованных нами спортсменов по игровым амплуа было показано, что у нападающих при определении биоимпедансным методом выявлен самый высокий показатель абсолютного содержания ЖМТ, самое низкое содержание жира выявлено у вратарей. Разница в показателях между нападающими и вратарями составила 3,6 кг (26,3 %). При определении по формуле J. Matiegka самый высокий показатель абсолютного содержания ЖМТ выявлен также у нападающих и самый низкий также у вратарей. Разница в показателях между нападающими и вратарями составила 4,3 кг (25,7 %).

Некоторыми исследователями показано, что количество жира в теле футболистов зависит от игрового амплуа [10]. Wittich и соавт. [11] показали, что у обследованных ими футбольных игроков относительное количество жира находилось в пределах от 6,1 до 19,5 %, а средний показатель по группе составил $12,0 \pm 3,1$ %. При этом в группе полузащитников относительный показатель ЖМТ составил $13,6 \pm 3,3$ %, и это значение выше, чем у защитников ($11,1 \pm 2,8$ %) и нападающих ($11,0 \pm 2,3$ %). По данным Nikolaidis и Karydis [10], у полузащитников количество жира также значительно выше ($13,5 \pm 3,3$ %) по сравнению с футболистами, играющими в защите и нападении ($11,0 \pm 2,3$ %).

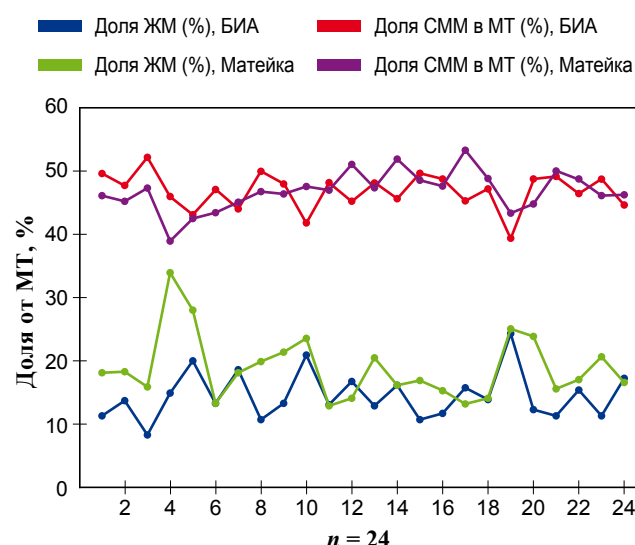
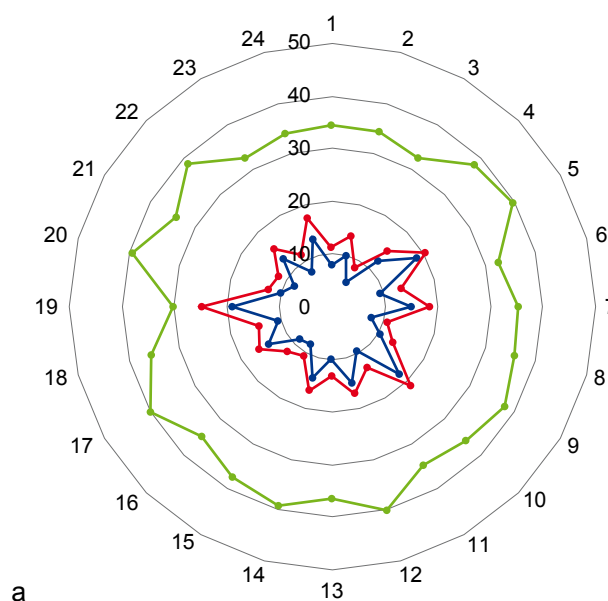


Рис. 1. Соотношение индивидуальных значений доли ЖМТ (%) и доли СММ (%), измеренных двумя способами у обследованных футболистов

Fig. 1. The ratio of individual values of FBM (%) and MBM (%) measured in two ways in the surveyed football players

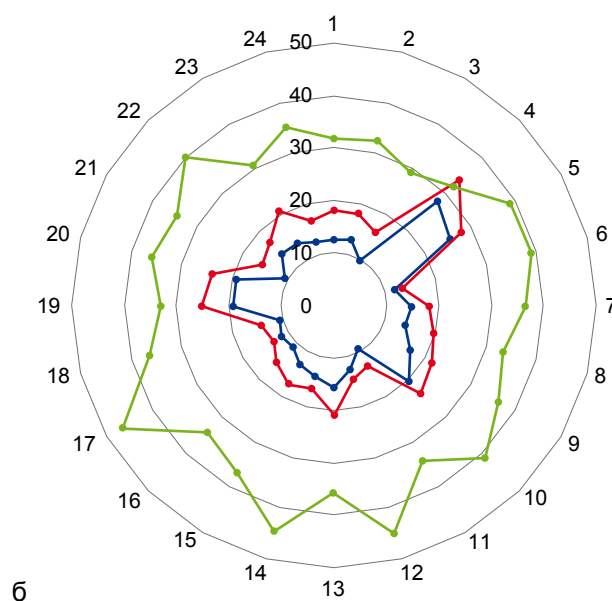
По нашим данным, при определении состава тела с помощью БИА самое низкое содержание %ЖМТ выявлено у вратарей и полузащитников, чуть больший процент жира содержится в теле нападающих и самые высокие показатели %ЖМТ — у защитников,

ЖМТ (кг), БИА Доля ЖМ (%), БИА СММ (кг), БИА



а

ЖМТ (кг), Матейка Доля ЖМ (%), Матейка СММ (кг), Матейка



б

Рис. 2. Индивидуальные данные содержания абсолютного (ЖМТ, кг) и относительного (доля ЖМТ, %) количества жировой массы тела и абсолютного содержания скелетно-мышечной массы тела (СММ, кг), измеренные двумя способами — аппаратным (по данным БИА, рис. 2а) и расчетным (по формулам J. Matiegka, рис. 2б)

Fig. 2. Individual data on the content of absolute (FBM, kg) and relative (Share of FBM, %) amount of body fat and absolute content of musculoskeletal body mass (SMM, kg), measured in two ways — hardware (according to BIA, Fig. 2a) and calculated (according to Matejka's formulas, Fig. 2b)

что не согласуется с вышеуказанными данными исследователей о зависимости %ЖМТ от игрового амплуа спортсменов.

При определении состава тела и относительного содержания жировой массы тела, рассчитанной по формуле J. Matiegka, самое низкое содержание %ЖМТ выявлено у вратарей и защитников, чуть больший процент жира содержится в теле полузащитников и самые высокие показатели %ЖМТ — у нападающих. Разница между показателями вратарей и защитников по БИА составила 3,8 %, а между вратарями и нападающими по J. Matiegka — 3,93 %.

Самое высокое абсолютное содержание СММ (по БИА) выявлено у нападающих, вратари на втором месте, далее следуют защитники и полузащитники. Разница между нападающими и полузащитниками составила 2,7 кг. Самое высокое абсолютное содержание СММ (по J. Matiegka) выявлено у защитников, далее следуют нападающие и вратари, самое низкое содержание — у полузащитников. Разница между защитниками и полузащитниками составила 5,8 кг.

По относительному содержанию ММТ по БИА на первом месте находятся вратари, на втором — нападающие, на третьем — полузащитники, и защитники оказались на последнем месте. По относительному содержанию ММТ по Матейка на первом месте находятся защитники, на втором — вратари, на третьем — нападающие,

и полузащитники оказались на последнем месте; разница между защитниками и вратарями составила 1,86 кг (3,8 %).

Самое высокое относительное содержание СММ в активной клеточной массе (АКМ, по БИА) определено у вратарей, далее следуют нападающие и полузащитники, у защитников самое низкое значение, хотя разница между вратарями и защитниками незначительная и составляет 1,7 %.

Использование двухфакторного дисперсионного анализа позволило установить отсутствие статистического отклика между игровым амплуа футболистов и содержанием жирового и мышечного компонентов ($p = 0,91$). Также между факторами «игровое амплуа» и «компонентный состав» нет достоверной взаимосвязи, что позволяет рассматривать их как независимые факторы ($p = 0,793$).

Также нами был проведен анализ топографии подкожного жира на теле спортсменов-футболистов (табл. 2).

Двухфакторный дисперсионный анализ топографии подкожного жира и игровых амплуа футболистов выявил, что эти факторы независимы между собой ($p = 0,841$; $p > 0,05$), топография жировотложения не зависит от того, к какому игровому амплуа относится спортсмен ($p = 0,224$; $p > 0,05$). При этом обнаружен достоверный отклик для фактора отложения жира ($p = 1,40482 \times 10^{-17}$; $p < 0,05$), что показывает, что имеются достоверные

Таблица 2
Значения средних величин толщин кожно-жировых складок в среднем по группе и согласно разделению на игровые амплуа ($M \pm m$, min÷max)

Average values of skin and fat folds on average for the group and for the role ($M \pm m$, min÷max)

	Игровое амплуа / Role				Все спортсмены / All athletes
	вратари / goalkeepers	полузащитники / midfielders	нападающие / forwards	защитники / defenders	
Величины кожно-жировых складок, мм / Thickness of skin and fat folds, mm					
На спине / On the back	10,3 ± 0,7 (9÷11)	10,5 ± 0,6 (8÷15)	11,8 ± 2,1 (8÷17)	12 ± 2,0 (8÷21)	11 ± 0,6 (8÷21)
На плече сзади / On the back shoulder	7,3 ± 0,9 (6÷9)	11,5 ± 1,4 (7÷23)	12,5 ± 2,3 (9÷19)	9,3 ± 1,3 (6÷15)	10,6 ± 0,9 (6÷23)
На плече спереди / On the shoulder in front	3,7 ± 0,3 (3÷4)	4,7 ± 0,5 (3÷9)	5,8 ± 1,4 (3÷9)	4,3 ± 0,5 (3÷6)	4,7 ± 0,4 (3÷9)
На предплечье спереди / On the forearm in front	6 ± 0,6 (5÷7)	7,5 ± 0,4 (5÷9)	7,5 ± 1,8 (4÷11)	6,3 ± 0,9 (5÷10)	7 ± 0,4 (4÷11)
На груди (у мужчин) / On the chest (in men)	7 ± 1 (6÷9)	9,3 ± 0,6 (6÷14)	10,5 ± 2,1 (6÷14)	10,5 ± 1,1 (8÷13)	9,5 ± 0,6 (6÷14)
На животе / On the belly	12 ± 2,3 (8÷16)	16,1 ± 1,4 (9÷25)	15 ± 4,1 (8÷25)	19,5 ± 3,8 (11÷36)	16,3 ± 1,3 (8÷36)
На бедре / On the hip	11,7 ± 2,4 (7÷15)	11,2 ± 1,6 (5÷24)	13 ± 1,9 (9÷17)	10,3 ± 1,1 (7÷14)	11,3 ± 0,9 (5÷24)
На голени / On the shin	16,3 ± 2,7 (11÷20)	16,1 ± 2,9 (9÷44)	18,3 ± 2,9 (11÷24)	12 ± 1,8 (7÷19)	15,46 ± 1,5 (7÷44)

отличия отложения жира от его топографии на теле. Использование однофакторного дисперсионного анализа при ранжированно-последовательном исключении резко выделяющихся средних с последующей оценкой достоверности p для фактора «распределение жира на теле» установило, что жиросотложение на спине, на плече, на груди и на бедре не имеет достоверных различий ($p = 0,834096$; $p > 0,05$). Установлено, с использованием критерия Тьюки, что достоверные отличия характерны для КЖС на плече спереди (отличается от всех других частей тела), предплечья спереди (отличается от всех других частей тела), живота (от всех частей тела, кроме голени), голени (для всех частей тела, кроме живота), голени и живот по отложению жира не отличаются ($p < 0,05$).

4. Выводы

Показано, что определение состава тела с помощью двух методов регистрации данных — расчетного и аппаратного — дает различные результаты. Следовательно, метод регистрации является ключевым фактором при определении компонентного состава тела. В индивидуальной спортивной практике результаты исследований, полученных разными методами, сопоставлять не следует во избежание неправильной трактовки результатов, т.к. метод антропометрии выявляет большие значения в жировой массе тела, чем метод

биоимпедансометрии, основанный на измерении проводимости тканей организма.

То же самое касается и проведения скрининговых обследований больших однородных групп. Выбрать при этом метод регистрации данных можно по следующим критериям. Преимущество антропометрического метода заключается в дешевизне применения, а аппаратного — в скорости измерения (всего 5 минут на процедуру, включая измерение МТ, ДТ, объема талии и бедер) при практически любой квалификации специалиста, проводящего измерение. Недостатками антропометрического метода являются необходимость знаний и навыков специалиста, которыми обладает далеко не каждый исследователь, и трудоемкость и времязатратность процесса (комплексное обследование одним исследователем занимает примерно 15–20 минут), а аппаратного метода — дорогостоящее оборудование и расходные материалы и обязательное наличие компьютера с программным обеспечением.

Проведенное обследование показывает, что состав тела и локализация жира на теле футболистов не имеет достоверных связей с игровыми амплуа. Данные проведенного исследования могут служить модельными критериями состава тела и распределения подкожного жира на теле спортсменов для отбора в футбольную деятельность и для сравнительной характеристики и обсуждения результатов аналогичных исследований.

Вклад авторов:

Выборная Ксения Валерьевна — написание текста рукописи.

Тимонин Андрей Николаевич — статистический анализ полученных данных, подготовка иллюстративного материала.

Семенов Мурадин Мудалифович, Лавриненко Семен Валерьевич, Раджаббадиев Раджаббади Магомедович — выполнение экспериментальной части исследования, сбор материала.

Никитюк Дмитрий Борисович, Ключкова Светлана Валерьевна — организация обследования спортсменов, разработка дизайна исследования, корректировка текста статьи.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Authors' contributions:

Kseniya V. Vybornaya — writing the article text

Andrey N. Timonin — statistical analysis of the data obtained, preparation of illustrative material.

Muradin M. Semenov, Semyon S. Lavrinenko, Radzhabkadi M. Radzhabkadiyev — implementation of the experimental part of the study, collection of material.

Dmitry B. Nikityuk, Svetlana V. Klochkova — organization of examination of athletes, development of research design, correction of article text.

All authors have read and agreed with the published version of the manuscript.

Список литературы

1. 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):4–13.
2. Синдеева Л.В., Николаев В.Г., Медведева Н.Н., Ефремова В.П., Замкова Е.В., Орлова И.И., Максимов А.С. Опыт применения антропометрии и соматотипирования в анатомии человека. Современные проблемы науки и образования. 2019;(5):93.
3. Николаев Д.В., Руднев С.Г. Состав тела и биоимпедансный анализ в спорте. Спортивная медицина: наука и практика. 2012;(3):34–41.

References

1. Kolesnikov V.A., Rudnev S.G., Nikolaev D.V., Anisimova A.V., Godina E.Z. About the new Protocol of assessment of somatotype, according to the scheme of the Hit Carter in the software of bioimpedance body composition analyzer. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya = Moscow University Anthropology Bulletin. 2016;4:4–13 (In Russ.).
2. Sindeeva L.V., Nikolaev V.G., Medvedeva N.N., Efremova V.P., Zamkova E.V., Orlova I.I., Maksimov A.S. Experience of application of anthropometry and somatotyping in human anatomy. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education. 2019;(5):93. (In Russ.).
3. Nikolaev D.V., Rudnev S.G. Body composition and bio impedance analysis in sports. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika = Sports Medicine: Science and Practice. 2012;(3):34–41. (In Russ.).

4. Николаев Д.В., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ: основы метода, протокол обследования и интерпретация результатов. Спортивная медицина: наука и практика. 2012;(2):29–36.
5. Хафизова Г.Н., Губайдуллина С.И., Асманов Р.Ф. Композиционный состав тела спортсменов игровых видов спорта. Наука и спорт: современные тенденции. 2018;20(3):35–41.
6. Maughan R.J. An evaluation of a bioelectrical impedance analyzer for the estimation of body fat content. Br J Sports Med. 1993;27(1):63–66. <https://doi.org/10.1136/bjism.27.1.63>
7. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Ключкова С.В., Алексеева Н.Т., Погонченкова И.В., Рассулова М.А., и др. Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике: методические рекомендации. Москва: Спорт; 2018. 64 с.
8. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука; 2006. 248 с.
9. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука; 2009. 392 с.
10. Nikolaidis P.T., Karydis N.V. Physique and body composition in soccer players across adolescence. Asian J Sports Med. 2011;2(2):75–82. <https://doi.org/10.5812/asjsm.34782>
11. Wittich A., Oliveri B., Rotemberg E., Mautalen C. Body composition of professional football (soccer) players determined by dual X-ray absorptiometry. J Clin Densitom. 2001;4(1):51–55. <https://doi.org/10.1385/jcd.4:1:51>
4. Nikolaev D.V., Rudnev S.G. Bioimpedansny analiz: osnovy metoda, protokol obsledovaniya i interpretatsiya rezul'tatov (Bioimpedance analysis: basics of the method, protocol and survey results interpretation). Sportivnaya meditsina: nauka i praktika = Sports Medicine: Science and Practice. 2012;(2):29–37. (In Russ.).
5. Khafizova G.N., Gubaydullina S.I., Asmanov R.F. Body composition of the athletes playing sports. Nauka i sport: sovremennye tendentsii = Science and sport: current trends. 2018;20:35–40. (In Russ.).
6. Maughan R.J. An evaluation of a bioelectrical impedance analyzer for the estimation of body fat content. Br J Sports Med. 1993;27(1):63–66. <https://doi.org/10.1136/bjism.27.1.63>
7. Tutel'yan V.A., Nikityuk D.B., Klochkova S.V., Alekseeva N.T., Pogonchenkova I.V., Rasulova M.A., et al. The use of the method of complex anthropometry in sports and clinical practice: guidelines. Moscow: Sport; 2018. 64 p. (In Russ.).
8. Martirosov E.G., Nikolaev V.G., Rudnev S.G. Technologies and methods of human body composition assessment. Moscow: Nauka; 2006. 248 p. (In Russ.).
9. Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. Bioelectric impedance analysis of human body composition. Moscow: Nauka; 2009. 392 p. (In Russ.).
10. Nikolaidis P T, Karydis N V, Physique and body composition in soccer players across adolescence. Asian J Sports Med. 2011;2(2):75–82. <https://doi.org/10.5812/asjsm.34782>
11. Wittich A., Oliveri B., Rotemberg E., Mautalen C. Body composition of professional football (soccer) players determined by dual X-ray absorptiometry. J Clin Densitom. 2001;4(1):51–55. <https://doi.org/10.1385/jcd.4:1:51>

Информация об авторах:

Выборная Ксения Валерьевна*, научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 109240, Россия, Москва, Устьинский проезд, 2/14. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4010-6315> (+7 (495) 698-53-26; +7 (926) 386-92-18; dombim@mail.ru)

Тимонин Андрей Николаевич, младший научный сотрудник лаборатории иммунологии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 109240, Россия, Москва, Устьинский проезд, 2/14. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6087-6918>

Семенов Мурадин Мудалифович, научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 109240, Россия, Москва, Устьинский проезд, 2/14. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8039-529X>

Лавриненко Семен Валерьевич, младший научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 109240, Россия, Москва, Устьинский проезд, 2/14. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5913-8341>

Раджаббадиев Раджаббади Магомедович, младший научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 109240, Россия, Москва, Устьинский проезд, 2/14. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3634-8354>

Ключкова Светлана Валерьевна, д.м.н., профессор кафедры анатомии человека ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 8. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2041-7607>

Никитюк Дмитрий Борисович, д.м.н., член-корр. РАН, заведующий лабораторией спортивной антропологии и нутрициологии, директор ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», 109240, Россия, Москва, Устьинский проезд, 2/14; профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), 119992, Россия, Москва, ул. Россолимо, 15/13, стр. 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4968-4517>

Information about the authors:

Kseniya V. Vybornaya*, researcher, Laboratory of sports anthropology and nutriciology, Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustinski proezd, Moscow, 109240, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4010-6315> (+7 (495) 698-53-26, +7 (926) 386-92-18; dombim@mail.ru)

Andrey N. Timonin, junior researcher, Laboratory of immunology, Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustinski proezd, Moscow, 109240, Russia. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6087-6918>

Muradin M. Semenov, researcher, Laboratory of sports anthropology and nutriciology, Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustinski proezd, Moscow, 109240, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8039-529X>

Semyon S. Lavrinenko, junior researcher, Laboratory of sports anthropology and nutriciology, Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustinski proezd, Moscow, 109240, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5913-8341>

Radzhabkadi M. Radzhabkadiyev, junior researcher, Laboratory of sports anthropology and nutriciology, Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustinski proezd, Moscow, 109240, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3634-8354>

Svetlana V. Klochkova, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor at the Department of Human Anatomy, Peoples' Friendship University of Russia, 8, Miklukho-Maklaya str., Moscow, 117198, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-00032041-7607>

Dmitry B. Nikityuk, M.D., D.Sc. (Medicine), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, head of the Laboratory of sports anthropology and nutriciology, Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, 109240, Ustinski proezd, 2/14, Moscow, Russia; Professor of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Sechenov First Moscow State Medical University, 15/13, bld. 1, Rossolimo str., Moscow, 119992, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-00024968-4517>