

Оценка состава тела баскетболистов методами антропометрии и биоимпедансометрии – сравнение результатов расчетной и двух аппаратных методик

К. В. Выборная¹, М. М. Семенов², Р. М. Раджабкадиев¹, Е. Н. Крикун³, С. В. Клочкова⁴, Д. Б. Никитюк^{1,4,5}

¹ ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия

² Центр медико-биологических технологий СКФНКЦ ФМБА, г. Ессентуки, Россия

³ ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», п.г.т. Малаховка, Московская область, Россия

⁴ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

⁵ ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Стандартизация методов оценки состава тела является чрезвычайно актуальной темой, особенно при анализе многолетней подготовки спортсменов. Оценка результатов измерения состава тела методом классической антропометрии в сравнении с аппаратным методом биоимпедансометрии является актуальной, т.к. результаты измерений этими методиками часто разнятся, а практикующим врачам и тренерам важно иметь информацию об этих различиях.

Цель. Сравнить результаты оценки состава тела баскетболистов, полученные с помощью расчетной и двух аппаратных методик.

Материалы и методы. В обследовании приняли участие 25 студентов-баскетболистов (возраст 20.3 ± 1.7 года). Состав тела оценивали тремя методами: расчетным – по формулам И. Матейка, аппаратным с помощью анализатора состава тела ABC-01 (ООО НТЦ «МЕДАСС», Россия), аппаратным с помощью базового многочастотного портативного анализатора состава тела ACCUNIQ BC 310 (SELVAS Healthcare Inc., Daejeon, Южная Корея). Для статистических расчетов и построения графиков использовали программу Statistica. Достоверность различий между независимыми группами определяли с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни (U-тест). Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро–Уилка. Для сравнения зависимых выборок использовали непараметрический критерий Уилкоксона. Корреляционный анализ – по Блэнду – Альтману.

Результаты и обсуждение. Расчетный метод на основе антропометрии дает достоверно большие результаты по скелетно-мышечной массе; по величине основного обмена ACCUNIQ дает наибольшие значения, МЕДАСС – наименьшие, метод антропометрии – средние между результатами, получаемыми двумя аппаратными методиками. Корреляционный анализ показал, что при определении тощей массы тела наиболее близкие результаты получаются при измерении с помощью двух анализаторов – МЕДАСС и ACCUNIQ ($r=0,938$, $p<0,05$); АНТРА и ACCUNIQ дают меньшую корреляционную связь ($r=0,819$, $p<0,05$), самая незначительная корреляция показана между методом АНТРА и МЕДАСС ($r=0,715$, $p<0,05$). При определении жировой массы тела методы дают наименьшие корреляции, чем при определении тощей массы тела: наиболее близкие результаты получаются также при измерении с помощью двух анализаторов – МЕДАСС и ACCUNIQ ($r=0,677$, $p<0,05$), АНТРА и ACCUNIQ дают меньшую корреляционную связь ($r=0,598$, $p<0,05$), самая незначительная корреляция показана между методом АНТРА и МЕДАСС ($r=0,361$, $p<0,05$), причем корреляция недостоверна.

Выводы. Определение состава тела спортсменов представляется возможным любым из методов (калиперометрия, биоимпедансометрия) с учетом того, что для динамических исследований будет использоваться один и тот же метод.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: антропометрия, калиперометрия, биоимпедансный анализ, состав тела, спортсмены, баскетбол, ABC-01 МЕДАСС, ACCUNIQ BC 310.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Assessment of the body composition of basketball players by anthropometry and bioimpedancemetry methods – comparison of the results of calculated and two hardware methods

K. V. Vybornaya¹, M. M. Semenov², R. M. Radzhabkadiev¹, E. N. Krikun³, S. V. Klochkova⁴, D. B. Nikityuk^{1,4,5}

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

² Center of biomedical technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of FMBA of Russia, Essentuki, Russia

³ Moscow State Academy of Physical Culture, Malakhovka, Moscow, Russia

⁴ RUDN University, Moscow, Russia

⁵ I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

SUMMARY

Standardization of methods for assessing body composition is an extremely relevant topic, especially when analyzing the long-term training of athletes. Evaluation of the results of measuring body composition using the method of classical anthropometry in comparison with the hardware method of bioimpedancemetry is relevant, because Measurement results from these techniques often vary, and it is important for practitioners and trainers to be aware of these differences.

The aim of the study was to compare the results of assessing the body composition of basketball players obtained using the calculation and two hardware methods.

Materials and methods. The survey involved 25 students-basketball players (age 20.3 ± 1.7 years). Body composition was assessed by three methods: calculation – according to the formulas of J. Mateyk, hardware – using the body composition analyzer ABC-01 (LLC STC «MEDASS», Russia), hardware – using the basic multi-frequency portable body composition analyzer ACCUNIQ BC 310 (SELVAS Healthcare Inc., Daejeon, South Korea). Statistica software was used for statistical calculations and plotting. The significance of differences between independent groups

was determined using the nonparametric Mann – Whitney test (U-test). Distribution normality was assessed using the Shapiro – Wilk test. The nonparametric Wilcoxon test was used to compare dependent samples. Correlation analysis – according to Bland – Altman.

Results and discussion. The calculation method based on anthropometry gives significantly greater results in terms of skeletal muscle mass; in terms of basal metabolism, ACCUNIQ gives the highest values, Medass – the smallest, anthropometry method – the average between the results obtained by two hardware methods. Correlation analysis showed that when determining lean body mass, the closest results are obtained when measured using two analyzers MEDAS and ACCUNIQ ($r=0.938$, $p<0.05$); ANTRA and ACCUNIQ give a lower correlation ($r=0.819$, $p<0.05$), the lowest correlation is shown between the ANTRA method and MEDASS ($r=0.715$, $p<0.05$).

When determining body fat mass, the methods give the least correlations than when determining lean body mass: the closest results are obtained when measured using two analyzers MEDASS and ACCUNIQ ($r=0.677$; $p<0.05$), ANTRA and ACCUNIQ give a lower correlation ($r=0.598$; $p<0.05$), the lowest correlation was shown between the ANTRA method and MEDASS ($r=0.361$; $p<0.05$) (moreover, the correlation is not significant).

Conclusion. Determination of the body composition of athletes is possible by any of the methods (caliperometry, bioimpedancemetry), given that the same method will be used for dynamic studies.

KEYWORDS: anthropometry, caliperometry, bioimpedance analysis, body composition, athletes, basketball, ABC-01 MEDASS, ACCUNIQ BC 310.

CONFLICT OF INTEREST. The authors of the article declare no conflict of interest.

Введение

Зная, что жировая ткань и воспалительные цитокины, которые она продуцирует, напрямую связаны с развитием большинства алиментарно зависимых неинфекционных заболеваний [1], ее количественная оценка необходима как в клинической практике, так и в практике большого спорта. Было показано, что существует прямо пропорциональная зависимость между более высоким процентом жира в организме и более низким уровнем спортивной производительности во время тренировок и соревнований. Lira и соавт. предполагают, что повышенная продукция адипоцитами адипоцитокина TNF- α (Tumor necrosis factor; фактор некроза опухоли) и некоторых интерлейкинов, особенно IL-1 β и IL-6, является причиной медленного физического восстановления [2]. Аналогичным образом в спортивных результатах спортсмены с большим количеством мышечной массы и меньшим количеством жировой массы могут преодолевать большие расстояния за матч, получать более высокие значения в прыжках, тестах на ускорение или сопротивление, а также могут легче выполнять высокоинтенсивные интервальные тренировки в течение длительного времени [3]. В связи с тем, что повышенное количество тощей массы тела способствует увеличению силы и мощности спортсмена [3], следует проводить оценку компонентного состава тела с целью дальнейшей его коррекции в сторону увеличения мышечного и уменьшения жирового компонентов.

За все время изучения компонентного состава тела существовали прямые (*in vitro*) и непрямые (*in vivo*) методы его оценки. Примерами прямых методов *in vitro* являются анатомический [4] и химический [5] анализы трупов. Однако в настоящее время способы непосредственного измерения компонентного состава тела живого организма не применяют, и, таким образом, все существующие методы *in vivo* являются непрямыми. Они позволяют получать оценки состава тела, опираясь на физические закономерности, ряд параметров которых измеряют в ходе обследования, а остальные практически не зависят или мало зависят от индивида и считаются постоянными [6].

Методы *in vivo* для оценки состава тела можно разделить на эталонные, результаты измерения которых более точные и достоверные, и не эталонные [6]. К эталонным методам относят подводное взвешивание, воздушную бодиплетизмографию, двухэнергетическую рентгеновскую денситометрию, метод разведения индикаторов, определение естественной радиоактивности тела, нейтронный активационный анализ, рентгеновскую компьютерную томографию (РКТ),

магнитно-резонансную томографию (МРТ). Оценки состава тела, получаемые не эталонными методами, такими как калиперометрия и биоимпедансометрия, обычно строятся на основе линейных регрессионных зависимостей путем сопоставления с результатами применения эталонного метода.

В связи с тем, что оценка состава тела служит для разных целей (условно здоровые люди, пожилые люди, дети, больные люди, лежачие и малоподвижные пациенты, люди с избыточной массой тела и ожирением и пр.), следует выбирать наиболее подходящий для конкретной ситуации метод исследования и прибор соответственно. В клинических и научных исследованиях обычно применяются следующие методы: гидроденситометрия, воздушная бодиплетизмография, РКТ, МРТ, методы разведения и двухэнергетическая рентгеновская денситометрия (Dual-Energy X-ray Absorptiometry, DEXA). Для амбулаторных и полевых исследований обычно используют калиперометрию, метод инфракрасного отражения (ИК-отражения), одночастотные и многочастотные биоимпедансные анализаторы (БИ анализаторы) [6–8]. Для оценки состава тела спортсменов предпочтительнее использовать недорогостоящие методы и портативные приборы, т.к. это удобно при проведении обследования на спортивных сборах и соревнованиях.

Калиперометрия и регрессионные уравнения

Калиперометрия явилась одним из первых методов, используемых для изучения состава тела. Разработанные на ее основе прогнозирующие формулы для оценки состава тела хорошо себя зарекомендовали для решения задач спортивной, оздоровительной и клинической медицины. Стандартная ошибка оценки жировой массы при повторных измерениях одного и того же индивида не должна превышать 5%. Формулы для оценки состава тела специфичны для конкретных популяций. На сегодняшний день имеется свыше 100 формул для оценки жировой массы тела (ЖМТ), безжировой (тощей) массы тела (БМТ, ТМТ) и мышечной массы (ММТ) тела [6]. Некоторые авторы разрабатывают регрессионные уравнения для оценки жировой массы тела на основе антропометрических измерений [9–16]. Другие авторы сравнивают результаты оценки жировой массы, полученные несколькими методами: с помощью формул, методом биоимпедансометрии и с помощью эталонных методов – рентгеновской денситометрии и подводного взвешивания (бодиплетизмографии) [17, 18]. При этом, считая метод рентгеновской денситометрии эталонным для определения ЖМТ (консультация экспертов ВОЗ рекомендует

DEXA в качестве эталона для исследования состава тела [8]), некоторые исследователи создают уравнения, позволяющие результаты антропометрии и биоимпедансометрии конвертировать в результат денситометрии [3].

Биоимпедансный анализ основан на измерении электрической проводимости различных тканей тела. Метод основан на измерении импеданса Z всего тела или отдельных сегментов тела с использованием специальных приборов – биоимпедансных анализаторов. Электрический импеданс биологических тканей имеет два компонента: активное R и реактивное сопротивление X_c . Материальным субстратом активного сопротивления R в биологическом объекте являются жидкости (клеточная и внеклеточная), обладающие ионным механизмом проводимости. Субстратом реактивного сопротивления X_c (диэлектрический компонент импеданса) являются клеточные мембраны. По величине активного сопротивления рассчитывается объем воды в организме (ОВО, кг), невысокое удельное сопротивление которой обусловлено наличием электролитов. Электрическое сопротивление жировой ткани примерно в 5–20 раз выше, чем основных компонентов тощей массы тела. В 1969 году была установлена высокая корреляция между импедансом тела и величинами основного обмена, тощей и жировой массы тела, а в 1996 г. были систематизированы все ранее опубликованные формулы для расчета величин основного обмена, тощей и жировой массы тела. Погрешность оценок, получаемых на тот период времени, составляла 0,9–1,8 кг для ОВО и 2,5–3,5% для ЖМТ [6]. Следует помнить, что результаты измерения состава тела зависят от пола, возраста, этнической принадлежности, количества ЖМТ, уровня гидратации и времени измерения индивида.

Цель исследования

Сравнить результаты оценки состава тела баскетболистов, полученные с помощью расчетной и двух аппаратных методик.

Материалы и методы

В обследовании в апреле 2022 г. приняли участие 25 членов сборной команды Московской государственной академии физической культуры (МГАФК) по баскетболу. Все обследованные обучаются по программе «Спортивная подготовка по виду спорта "баскетбол", тренерско-преподавательская деятельность в образовании». Средний возраст обследуемых составил $20,3 \pm 1,7$ года (от 18 до 23 лет). Двое из игроков, не тренировавшихся и не участвовавших в играх 3–4 месяца до обследования, были исключены из общей выборки, т.к. их морфологический профиль не соответствовал таковому у других игроков команды.

Проводили антропометрическое измерение по стандартизированной методике [19, 20]. Для определения состава тела по формулам Й. Матейка измеряли следующие антропометрические параметры:

- для расчета жировой массы тела – масса тела (МТ, кг), длина тела (ДТ, см), 8 кожно-жировых складок (КЖС, мм; на спине под лопаткой, на задней поверхности плеча, на груди, на передней поверхности плеча, на предплечье, на животе, на бедре, на голени). Модифицированная формула Й. Матейка расчета по восьми складкам была

предложена сотрудниками НИИ антропологии МГУ Н. Ю. Лутовиновой, М. И. Уткиной и В. П. Чтецовым в 1970 г. [20];

- для расчета скелетно-мышечной массы тела (СММ) – ДТ, 4 обхватных размера (обхваты плеча, предплечья, бедра и голени), 5 КЖС (на задней поверхности плеча, на передней поверхности плеча, на предплечье, на бедре, на голени).

Состава тела оценивали тремя методами [20]:

1. *Расчетным* – по формулам Й. Матейка на основании измеренных антропометрических данных. Определяли абсолютное и относительное количество жировой, тощей и скелетно-мышечной массы тела. В связи с тем что биоимпедансные анализаторы дополнительно к параметрам состава тела определяют величину основного обмена и содержание общей воды организма, мы также дополнительно определяли уровень основного обмена (ВОО, ккал/сут) по формуле Мифлина [20] и содержание общей воды организма по формуле Nootsooer [20].
2. *Аппаратным* – с помощью портативного биоимпедансного анализатора состава тела ABC-01 (ООО НТЦ «МЕДАСС», Россия). Определяли абсолютное количество жировой, тощей, активной клеточной (АКМ, кг) и скелетно-мышечной массы тела; относительное количество жировой (доля ЖМТ, %) и активной клеточной (доля АКМ, %) массы тела; абсолютное количество общей (ОВО, кг), внеклеточной (ВнекЖ, кг) и внутриклеточной (ВнуткЖ, кг) жидкости; уровень основного обмена и удельный основной обмен на единицу площади (удельная ВОО, ккал/м²/сут).
3. *Аппаратным* – с помощью базового многочастотного портативного биоимпедансного анализатора состава тела ACCUNIQ BC 310 (SELVAS Healthcare Inc., Daejeon, Южная Корея). Определяли абсолютное количество жировой, тощей и скелетно-мышечной массы тела; относительное количество жировой массы тела; абсолютное количество общей, внеклеточной и внутриклеточной жидкости; уровень основного обмена.

Для статистических расчетов и построения графиков использовали программу Statistica. Достоверность различий между независимыми группами определяли с помощью непараметрического критерия Манна – Уитни (U-тест). Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро – Уилка. Для сравнения зависимых выборок использовали непараметрический критерий Уилкоксона. Корреляционный анализ – по Блэнду – Альтману.

Величины, получаемые при определении состава тела вышеуказанными методами, представлены в *таблице 1*.

Результаты и их обсуждение

В *таблице 2* представлены габаритные и обхватные размеры тела, а также величины кожно-жировых складок, измеренные для расчета количества жировой и скелетно-мышечной массы тела по формулам Й. Матейка в модификации Лутовиновой [20].

В *таблице 3* представлены данные, полученные при оценке состава тела баскетболистов тремя методами: с помощью расчетной и двух аппаратных методик.

Таблица 1
Параметры состава тела, определяемые при использовании расчетного метода и метода биоимпедансометрии приборами двух различных модификаций

Измеряемый показатель	Методика, применяемая для определения состава тела		
	Расчетный метод	Метод биоимпедансометрии	
		АНТРА	МЕДАСС
Жировая масса тела, кг	+	+	+
Процент жировой массы, %	+	+	+
Тошная масса тела, кг	+	+	+
Доля тощей массы тела, % от МТ	+		
Активная клеточная масса, кг		+	
Доля активной клеточной массы, % от ТМТ		+	
Скелетно-мышечная масса, кг	+	+	+
Доля скелетно-мышечной массы от массы тела, % от МТ	+		
Доля скелетно-мышечной массы от безжировой (тощей) массы тела, % от ТМТ	+		
Величина основного обмена, ккал/сут	+	+	+
Удельная величина основного обмена на единицу площади тела, ккал/сут/м ²	+	+	
Общая вода организма, кг	+	+	+
Внеклеточная жидкость, кг		+	+
Внутриклеточная жидкость, кг		+	+

Как видно из *таблицы 3*, достоверные различия были выявлены по абсолютному и относительному (к массе тела и тощей массе тела) показателям содержания скелетно-мышечной массы тела. Расчет по формуле дает большие значения СММ по сравнению с измеренными результатами на основе биоимпедансного анализа. По остальным показателям состава тела (жировая масса тела и вода) при измерении студентов-баскетболистов достоверных различий обнаружено не было.

Нами также был проведен анализ, показывающий корреляционные связи между методами определения состава тела. На *рисунке 1* изображены коэффициенты корреляции и кривые регрессии для тощей массы тела спортсменов-баскетболистов, определенной методами антропометрии и биоимпедансометрии. На *рисунке 2* изображены коэффициенты корреляции и кривые регрессии для относительного количества жировой массы тела спортсменов-баскетболистов, определенной методами антропометрии и биоимпедансометрии.

Корреляционный анализ показал, что при определении тощей массы тела наиболее близкие результаты получаются при измерении с помощью двух БИ анализаторов – МЕДАСС и ACCUNIQ ($r=0,938^*$, $p<0,05$). При этом АНТРА и ACCUNIQ дают меньшую корреляционную связь ($r=0,819^*$, $p<0,05$); наименьшая корреляция показана между методами АНТРА и МЕДАСС ($r=0,715^*$, $p<0,05$) (*рис. 1*). При определении жировой массы тела методы дают наименьшие корреляции, чем при определении тощей массы тела: наиболее близкие результаты получаются также при измерении с помощью двух БИ анализаторов – МЕДАСС и ACCUNIQ ($r=0,677^*$, $p<0,05$), АНТРА и ACCUNIQ дают меньшую корреляционную связь ($r=0,598^*$, $p<0,05$), наименьшая корреляция показана между методами АНТРА и МЕДАСС ($r=0,361$, $p<0,05$) (причем корреляция недостоверна) (*рис. 2*).

Таблица 2
Результаты антропометрического измерения баскетболистов

Измеряемый показатель	Баскетболисты (возраст 20,8±1,7, n=23)
Габаритные размеры тела	
Длина тела, см	188,6±6,6
Масса тела, кг	84,4±6,8
Кожно-жировые складки, мм	
Под лопаткой	12,5±3,5
На плече сзади	11,2±3,1
На плече спереди	5,5±1,6
На груди	8±2,5
На предплечье	5,8±1,3
На животе	17,2±7,5
На бедре	14,5±4,9
На голени	11,7±3,5
Обхватные размеры конечностей, см	
Плечо расслабленное	31,5±1,8
Предплечье	27,6±1
Бедро	60,1±2,4
Голень	38,9±1,5

Таблица 3
Оценка состава тела баскетболистов тремя методами

Измеряемый показатель	Методика, применяемая для определения состава тела		
	Расчетный метод	Метод биоимпедансометрии	
		АНТРА	МЕДАСС
	1	2	3
Доля ЖМТ, кг	14,83±4,24	14,53±3,32	14,19±2,79
ЖМТ, % от МТ	17,54±4,48	17,15±3,28	16,83±3,16
ТМТ, кг	69,56±6,41	69,86±5,42	70,20±6,40
Доля ТМТ, % от МТ	82,46±4,48	82,86±3,27*	83,17±3,17*
АКМ, кг		42,76±3,29	
Доля АКМ, % от ТМТ		61,24±1,69	
СММ, кг	41,48±3,86 ^{2,3}	38,53±3,22 ^{1,3}	39,55±3,66 ^{1,2}
Доля СММ, % от МТ	49,17±2,64 ^{2,3}	45,71±2,53 ^{1,3,*}	46,85±1,91 ^{1,2,*}
Доля СММ, % от ТМТ	59,68±2,36 ^{2,3}	55,12±0,89 ^{1,3,*}	56,33±0,16 ^{1,2,*}
ВОО, ккал/сут	1924,34±100,47 ^{2,3}	1967,30±104,10 ^{1,3}	1887,00±138,44 ^{1,2}
Удельная ВОО, ккал/сут/м ²	904,07±8,58 ^{2,3}	924,87±37,83 ^{1,3}	885,66±22,94 ^{1,2,*}
ОВО, кг	50,92±4,70	51,14±3,97	51,24±4,68
ВнекЖ, кг		20,13±1,69	20,29±2,02
ВнуткЖ, кг		31,03±2,34	30,95±2,67

Примечание: достоверные различия от результатов: ¹ – полученных методом антропометрии (метод АНТРА); ² – полученных методом биоимпедансометрии на приборе ABC-01 Медасс; ³ – полученных методом биоимпедансометрии на приборе ACCUNIQ BC 310; * – показатели, которые были рассчитаны по формулам, т.к. их определение не заложено в программное обеспечение биоимпедансометров.

Целью данного исследования являлась сравнительная оценка результатов исследования спортсменов-баскетболистов – студентов МГАФК, полученных с помощью одного расчетного и двух аппаратных методов для измерения состава тела. В данном исследовании не были применены эталонные методы для определения состава тела, т.к. при выездных обследованиях спортсменов практичнее и удобнее использовать портативные БИ анализаторы (малозатратные по времени) и метод калиперометрии (малозатратный по финансам).

При патентном поиске литературы для написания частей «Введение» и «Обсуждение результатов» данной статьи мы обратили внимание на две публикации [7, 8], в кото-

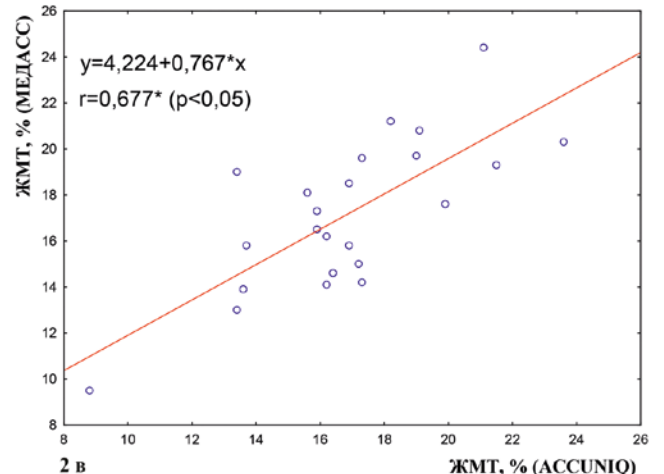
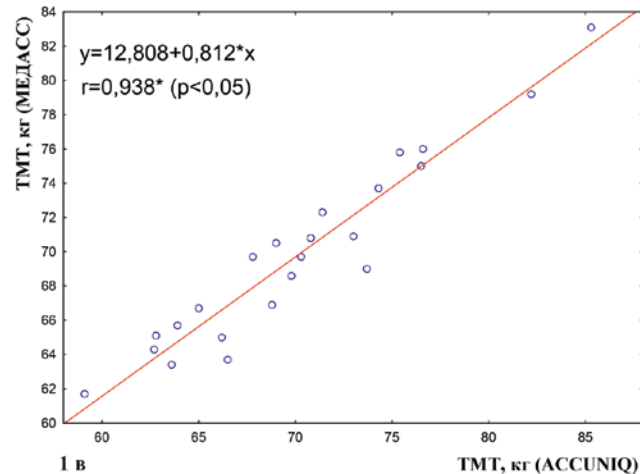
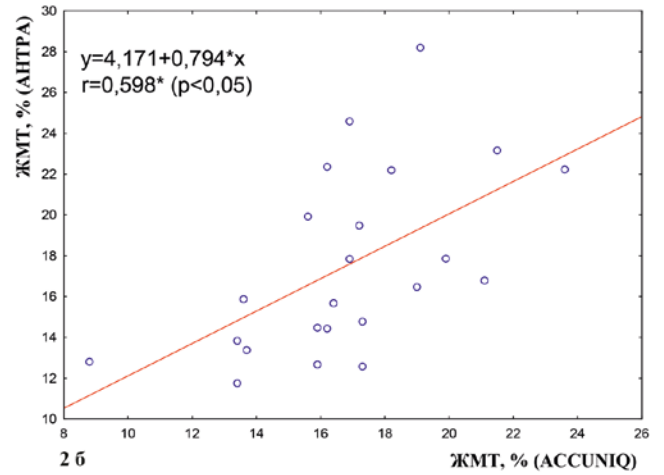
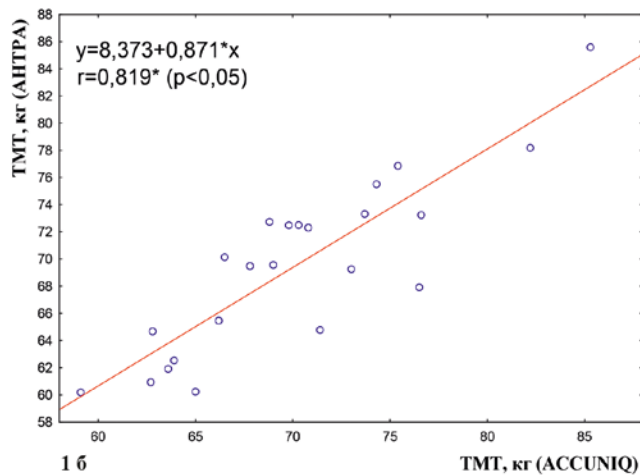
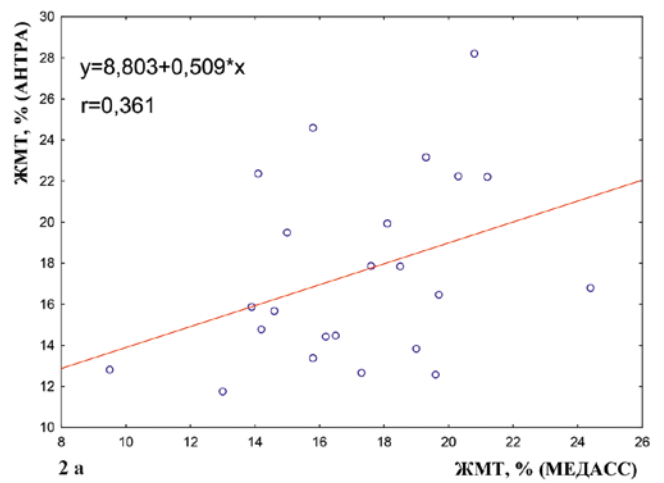
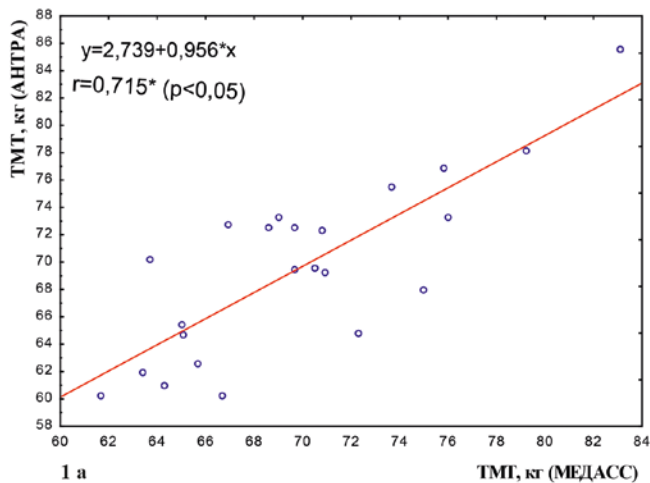


Рисунок 1. Коэффициенты корреляции и кривые регрессии для тощей массы тела спортсменов-баскетболистов, определенной: 1 а – расчетным методом на основе антропометрии (АНТРА) и с помощью биоимпедансометрии на приборе ABC-01 Медасс (МЕДАСС); 1 б – расчетным методом на основе антропометрии (АНТРА) и с помощью биоимпедансометрии на приборе ACCUNIQ BC 310 (ACCUNIQ); 1 в – с помощью биоимпедансометрии двумя приборами – ABC-01 Медасс (МЕДАСС) и ACCUNIQ BC 310 (ACCUNIQ)

Рисунок 2. Коэффициенты корреляции и кривые регрессии для относительного содержания жировой ткани в организме спортсменов-баскетболистов, определенного: 2 а – расчетным методом на основе антропометрии (АНТРА) и с помощью биоимпедансометрии на приборе ABC-01 Медасс (МЕДАСС); 2 б – расчетным методом на основе антропометрии (АНТРА) и с помощью биоимпедансометрии на приборе ACCUNIQ BC 310 (ACCUNIQ); 2 в – с помощью биоимпедансометрии двумя приборами – ABC-01 Медасс (МЕДАСС) и ACCUNIQ BC 310 (ACCUNIQ)

рых проводилось сопоставление результатов определения компонентного состава тела с помощью БИА ACCUNIQ различных моделей с результатами эталонных методов. Результаты, полученные в данных работах, были интересны нам, т.к. одним из анализаторов состава тела, которым пользуемся мы для обследования спортсменов, является портативный анализатор ACCUNIQ BC 310.

Так как результаты измерения компонентного состава тела [8], полученные на анализаторах ACCUNIQ моделей BC 360, BC 380 и BC 720, сопоставимы между собой и имеют сильные положительные корреляционные связи, как между собой, так и с результатами эталонного метода двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DEXA), можно предполагать, что результаты измерений используемого

нами анализатора ACCUNIQ BC 310 также сопоставимы с результатами, получаемыми методом DEXA. Также была показана высокая воспроизводимость результатов измерений при трехкратном измерении ($r=0,998$ для группы мужчин, $r=0,997$ для группы женщин) [8], что говорит о том, что анализаторы состава тела ACCUNIQ различных моделей, в том числе модель BC 310, являются надежными в использовании, в том числе и в спортивной практике.

Следует также отметить, что для программного обеспечения анализаторов ACCUNIQ BC 720, ACCUNIQ BC 360 и ACCUNIQ BC 380 были разработаны различные уравнения для оценки компонентов состава тела у спортсменов, людей с большим количеством жира в организме, а также пожилых людей, которые имеют разную плотность мышц [8]. Было показано, что воспроизводимость повторных измерений тощей и жировой масс тела с использованием анализаторов ACCUNIQ составила $r=0,998$ и $r=0,997$ для мужчин и женщин соответственно, что имеет более высокую надежность для повторных измерений, чем для анализаторов Healthkeeper, Inbody 320, Inbody Band и Inbody 720 [8].

Для обеспечения здоровья и безопасности спортсменов во время соревнований необходимо использовать точные и доступные методы определения состава тела [7].

Из-за того, что среди борцов, например, существует практика небезопасной для здоровья сгонки веса непосредственно перед соревнованиями [7], существуют программы, в которых обязательной является оценка композиционного состава тела в начале сезона с целью определить низшую весовую категорию, в которой борцу можно соревноваться [21]. В США низшая весовая категория определяется не только общей массой тела борца, но и процентом жира в организме. Например, по требованиям Национальной федерации ассоциаций государственных средних школ США, нижней границей относительного содержания жирового компонента, при котором борцу разрешено принимать участие в соревнованиях, составляет 7% для юношей и 12% для девушек [22]. Однако существующие на данный момент времени методы для определения ЖМТ в организме не всегда дают сопоставимые результаты измерений. Так, результаты метаанализа [23] показали, что эталонные методы (рентгеновская денситометрия и воздушная бодиплетизмография) выявляют больший процент жира в организме, чем полевые методы (расчет на основе антропометрических измерений и БИА) у баскетболистов. В связи с этим Montgomery и соавт. [7] провели работу, в которой сравнивали результаты оценки ЖМТ, полученные с помощью четырех БИ анализаторов с результатами воздушной бодиплетизмографии. Было показано, что каждый из четырех анализаторов состава тела (AccunIQ BC 310, InBody 120, InBody 270 и Tanita TBF-300WA plus), протоколы которых были взяты для сравнительной оценки результатов исследований, дал значительно более высокие результаты по относительному содержанию жира в организме, чем эталонный метод воздушной бодиплетизмографии (превышение колебалось на 0,8–3,6%). Также было показано, что БИ анализаторы завышали количество тощей массы (и соответственно занижали процент жира в организме) борцов в более легких весовых категориях, и занижали количество тощей массы (и соответственно завышали процент жира в организме) борцов в более высоких весовых категориях.

В связи с тем, что ассоциация борьбы рекомендует допускать к соревнованиям спортсменов-борцов, чья жировая масса не ниже 7% и 12% для мальчиков и девочек соответственно, авторы работы рекомендуют с большим вниманием относиться к выбору метода оценки компонентного состава тела спортсменов, т.к. различные методики и приборы могут иметь низкие корреляционные связи и измеряемая ими жировая масса тела может быть различна.

Регрессионные уравнения для оценки жировой массы тела человека, разработанные некоторыми авторами на малых группах [9–16], более корректно применять для дальнейшего обследования именно того же контингента в динамике либо для обследования более схожего по физическим нагрузкам и национальности контингента обследуемых. Для спортсменов различных видов спорта, в том числе для спортсменов-инвалидов, требуется разработка собственных регрессионных уравнений. Разрабатываемые регрессионные уравнения, применяемые для малых групп, при проверке их работоспособности на группах, не схожих по уровню физической нагрузки и национальности, дают менее сопоставимые результаты по оценке состава тела при сравнении их с рентгеновской денситометрией, чем результаты, полученные на малых группах при изначальном изучении, где корреляции и сопоставимость методов намного больше. Так, в исследовании на спортсменах-колясочниках, занимающихся регби ($n=14$) [17], был проведен анализ, сопоставляющий результаты денситометрии с результатами определения жировой массы тела с помощью регрессионных уравнений, разработанных для здоровых трудоспособных людей пятью авторами: Sloan and Weir (1970) [9], Durnin and Womersley (1974) [10], Leanetal (1996) [11], Gallagher и соавт. (2000) [12] и Pongchaiyakul и соавт. (2005) [13]. Было показано, что процентное содержание жировой массы тела, рассчитанное по большинству существующих уравнений регрессии, было значительно ниже, чем по результатам DEXA: на 2,1–9,0% у инвалидов, которые ходят и используют коляску только для занятий спортом, и на 8,3–13,7% у неходячих инвалидов-колясочников. Не обнаружено достоверных различий при оценке ЖМТ методом DEXA только с расчетной формулой Lean и соавт. у ходячих регбистов-колясочников [17].

Если рассматривать здоровое и физически активное население, то на 2458 добровольцах-испанцах [18] проанализировали различия результатов, получаемых при оценке жировой массы тела следующими формулами: Kerr (1991) [14], Durnin-Womersley (1974) [10], Faulkner (1968) [15] и Carter (1982) [16]. Были обнаружены достоверные различия между всеми формулами: для процента жировой массы тела в пределах от $10,70 \pm 2,48$ до $28,43 \pm 5,99\%$ (по формуле Kerr – 28,43%, по формуле Durnin-Womersley – 19,43%, по формуле Faulkner – 13,46% и по формуле Carter – 10,07%; $p < 0,001$); для абсолютного количества жировой массы тела – от $7,56 \pm 2,13$ до $19,89 \pm 4,24$ кг (по формуле Kerr – 19,89 кг, по формуле Durnin-Womersley – 13,55 кг, по формуле Faulkner – 9,56 кг и по формуле Carter – 7,56 кг; $p < 0,001$). Корреляции между суммами кожных складок и различными уравнениями были положительными, высокими и значимыми во всех случаях (r от 0,705 до 0,926, $p < 0,001$), в отличие от случая с ИМТ, где корреляция была ниже и была как положительной, так и отрицательной (r от $-0,271$ до $+0,719$, $p < 0,001$) [18].

По результатам исследований [17, 18] авторы рекомендуют использовать одну и ту же формулу во всех случаях, когда полученные результаты будут сравниваться с результатами последующих исследований.

В 2022 г. было проведено исследование на испанских футболистах обоего пола (женщины $n=70$, возраст – 22,3 года; мужчины $n=76$, возраст – 21,8 года), показывающее различия результатов оценки жировой массы тела с помощью трех методов – рентгеновской денситометрии, биоимпедансометрии (InBody 770) и антропометрии (расчет ЖМТ проводили с помощью уравнения Munguia-Izquierdo и соавт., 2018 [24], разработанного специально для мужчин, занимающихся футболом) [3]. Были установлены статистически значимые различия полученных данных (при $p<0,001$): результаты, полученные методом антропометрии и методом биоимпедансометрии по количеству жира у футболистов были достоверно более низкие, чем результаты, полученные методом рентгеновской денситометрии. При этом количество жировой массы, полученное с помощью метода антропометрии, было самым низким из полученных тремя методами результатов. Результаты измерения процентного содержания жира у мужчин были следующими: DEXA ($19,0\pm 3,7\%$), БИА ($9,3\pm 4,3\%$) и КЖС ($12,7\pm 3,7\%$), а у женщин: DEXA ($29,2\pm 4,8\%$), БИА ($14,9\pm 5,6\%$) и КЖС ($17,8\pm 3,7\%$), что демонстрирует четкие различия между методами измерения. В связи с тем, что авторы считают метод рентгеновской денситометрии эталонным для оценки жировой массы тела, на основе линейного регрессионного анализа ими были разработаны уравнения, позволяющие скоррелировать полученные с помощью антропометрии либо с помощью БИ анализа результаты оценки процента жировой ткани с тем результатом, который мог бы быть получен при проведении рентгеновской денситометрии.

В 2018 г. рядом авторов было разработано прогностическое уравнение для оценки тощей массы тела элитных молодых футболистов (контингент юношей, на котором была разработана формула: $n=41$, возраст – 17,1 года, испанский футбольный клуб), рекомендованное в качестве альтернативы DEXA [24]. Чтобы разработать это уравнение, авторы провели работу, в которой сравнивали результаты оценки жировой массы тела, полученные методом рентгеновской денситометрии, с результатами оценки ЖМТ с помощью двух биоимпедансометров и 12 формул; а также провели корреляционный анализ результатов DEXA с измеренными антропометрическими параметрами.

Для прогнозирования процента жировой массы тела было использовано одиннадцать регрессионных уравнений, разработанных разными авторами в разные годы для популяции людей, не занимающихся профессионально спортом (Durnin & Rahaman, 1967; Faulkner, 1968; Brook, 1971; Durnin & Womersley, 1974; Lohman, 1981; Carter, 1982; Withers и соавт., 1987; Slaughter и соавт., 1988; Deurenberg и соавт., 1990; Sarría и соавт., 1998; Reilly и соавт., 2009). Все уравнения и данные БИА показали хорошие положительные корреляции (r от 0,94 до 0,97; все $p<0,05$) с DEXA. Шесть уравнений не показали существенных отличий от DEXA (Deurenberg и соавт., 1990 ($r=0,96$); Durnin & Rahaman, 1967 ($r=0,96$); Durnin & Womersley, 1974 ($r=0,95$); Faulkner, 1968 ($r=0,97$); Sarría и соавт., 1998 ($r=0,96$); Slaughter и соавт., 1988 ($r=0,95$)). Однако только три уравнения (Durnin & Womersley, 1974; Sarría и соавт., 1998; Slaughter и соавт., 1988)

показали наименьшие отклонения и отсутствие существенных различий при сравнении индивидуальных значений DEXA-анализа и были рекомендованы авторами для использования оценки ЖМТ и ТМТ у спортсменов-футболистов.

В исследовании было показано также, что преимуществом для полевых исследований пользуются те уравнения, в которых для расчета жировой массы тела требуется наименьшее количество измерений, т.к. это может существенно снизить время, необходимое для проведения обследования команды в целом. Так, в уравнении Slaughter и соавт. (1988) используются величины только двух КЖС, и это уравнение не уступает по достоверности двум другим уравнениям – Durnin & Womersley (1974) и Sarría и соавт. (1998).

Дополнительно был сделан вывод, что расчеты ЖМТ по уравнениям, основанным на расчете по КЖС и другим антропометрическим параметрам, давали большие корреляционные связи с результатами DEXA, чем данные, полученные с помощью метода биоимпедансометрии на двух приборах (InBody 770, Корея, и Tanita BC-418, Япония), – данные БИА занижали количество ЖМТ по сравнению с DEXA. Tanita BC-418 при обследовании футболистов давал меньшие результаты по определению ЖМТ, чем InBody 770, что может быть связано с систематической ошибкой в уравнении прогноза, встроенном в Tanita BC-418.

Эти данные свидетельствуют о том, что разработка регрессионных уравнений, основанных на антропометрических измерениях, специфичных для пола и населения, может быть приемлемым методом оценки ЖМТ и ТМТ, особенно у высококвалифицированных и тренированных спортсменов.

Заключение

1. При сравнении компонентного состава тела группы спортсменов-баскетболистов по средним величинам все три метода показали сопоставимые результаты исследования по жировой, тощей массе тела и количеству общей воды.
2. При этом были показаны достоверные различия по количеству скелетно-мышечной массы тела и по величине основного обмена: расчетный метод на основе антропометрии дает достоверно большие результаты по СММ, а по ВОО ACCUNIQ дает наибольшие значения, МЕДАСС – наименьшие, метод антропометрии – средние между результатами, получаемыми двумя аппаратными методиками.
3. Корреляционный анализ индивидуальных показателей показал, что при определении тощей массы тела наиболее близкие результаты получаются при измерении с помощью двух анализаторов – МЕДАСС и ACCUNIQ ($r=0,938$, $p<0,05$); АНТРА и ACCUNIQ дают меньшую корреляционную связь ($r=0,819$, $p<0,05$), наименьшая корреляция показана между методом АНТРА и МЕДАСС ($r=0,715$, $p<0,05$).
4. При определении жировой массы тела методы дают наименьшие корреляции, чем при определении тощей массы тела: наиболее близкие результаты получаются также при измерении с помощью двух анализаторов – МЕДАСС и ACCUNIQ ($r=0,677$, $p<0,05$), АНТРА и ACCUNIQ дают меньшую корреляционную связь ($r=0,598$, $p<0,05$), наименьшая корреляция показана между методами АНТРА и МЕДАСС ($r=0,361$, $p<0,05$), причем корреляция недостоверна.

5. Определение состава тела спортсменов представляется возможным любым из методов (денситометрия, калиперометрия, биоимпедансометрия) с учетом того, что для динамических исследований будет использоваться один и тот же метод.
6. В связи с тем, что между результатами измерения жировой массы тела по разным регрессионным формулам авторами в большинстве случаев были выявлены достоверные различия, следует рекомендовать исследователям для оценки жировой массы использовать одну и ту же формулу во всех случаях, когда результаты будут сравниваться с последующими измерениями в динамике, а регрессионное уравнение тщательно отбирать, ориентируясь на контингент обследуемых.
7. Для каждого уравнения регрессии есть предел его применения – т.е. существуют определенные условия, при которых та или иная формула работает и дает сопоставимые и правдивые результаты.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ. Работа выполнена в рамках темы FGMF-2022-0004 «Разработка инновационных подходов к оптимизации питания высококвалифицированных спортсменов с целью улучшения адаптационного потенциала и спортивной формы».

FUNDING SOURCE. The work was carried out within the framework of the scientific theme FGMF-2022-0004 'Development of innovative approaches to optimizing the nutrition of highly qualified athletes in order to improve the adaptive potential and sports form'.

Список литературы / References

1. Nishida C, Ko GT, Kumanyika S. Body Fat Distribution and Noncommunicable Diseases in Populations: Overview of the 2008 WHO Expert Consultation on Waist Circumference and Waist-Hip Ratio. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2010; 64: 2–5. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.139>
2. Lira FS, Rosa JC, Pimentel GD, Tarini VAF, Arida RM, Faloppa F, Alves ES, do Nascimento CO, Oyama LM, Seelaender M, de Mello MT, Santos RVT. Inflammation and Adipose Tissue: Effects of Progressive Load Training in Rats. *Lipids Health Dis.* 2010; 9: 109. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-9-109>
3. Tomero-Aguilera JF, Villegas-Mora BE, Clemente-Suárez VJ. Differences in Body Composition Analysis by DEXA, Skinfold and BIA Methods in Young Football Players. *Children.* 2022; 9: 1643. <https://doi.org/10.3390/children9111643>
4. Matiegka J. The testing of physical efficiency. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 1921; 4 (3): 223–230. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330040302>
5. Martin AD, Ross WD, Drinkwater DT, Clarys JP. Prediction of body fat by skinfold calipers: assumptions and cadaver evidence. *Intern. J. Obes.* 1985; 9 (1): 31–39.

6. Николаев Д.В. Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д.В. Николаев, А.В. Смирнов, И.Г. Бобринская, С.Г. Руднев. М., Наука, 2009. 392 с. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.139>
7. Montigomery M, Martinen RH, Galpin AJ. Comparison of body fat results from 4 bioelectrical impedance analysis devices vs. air displacement plethysmography in american adolescent wrestlers. *International Journal of Kinesiology & Sports Science.* 2017; 5 (4): 18–25. <https://doi.org/10.7575/iaic.ijks.v.5n.4p.18>
8. Yang SW, Kim TH, Choi HM. The reproducibility and validity verification for body composition measuring devices using bioelectrical impedance analysis in Korean adults. *Journal of Exercise Rehabilitation.* 2018; 14 (4): 621–627. <https://doi.org/10.12965/jer.1836284.142>
9. Sloan A, Weir JB. Nomograms for prediction of body density and total body fat from skinfold measurements. *J. Appl. Physiol.* 1970; 28: 221–222. <https://doi.org/10.1152/jappl.1970.28.2.221>
10. Durin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br. J. Nutr.* 1974; 32: 77–97. <https://doi.org/10.1079/bjn19740060>
11. Leon M, Han TS, Deurenberg P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *Am. J. Clin. Nutr.* 1996; 63: 4–14. <https://doi.org/10.1093/ajcn/63.1.4>
12. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am. J. Clin. Nutr.* 2004; 72: 694–701. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.694>
13. Pongchaiyakul C, Kosulwat V, Rojroongwasinkul N, Charoenkiatkul S, Thepsuthammarat K, Laopaiibon M, Nguyen TV, Rajatanavin R. Prediction of percentage body fat in rural thai population using simple anthropometric measurements. *Obes. Res.* 2005; 13: 729–738. <https://doi.org/10.1038/oby.2005.82>
14. Ross WD, Kerr DA. Fraccionamiento de la masa corporal: Un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva. *Apunts Med. Sport.* 1991; 18: 175–187.
15. Faulkner J. Physiology of swimming and diving. In *Exercise Physiology*; Falls, H., Ed.; Academic Press: Baltimore, MD, USA, 1968.
16. Carter J. Body composition of Montreal Olympic athletes. In *Physical Constitution of Olympic Athletes Part I: The Montreal Olympic Games Anthropological Project*; Carter J., Ed.; Karger: Basel, Switzerland, 1982.
17. Willems A, Paulson TAW, Keil M, Brooke-Wavell K, Goosey-Tolfrey VL. Dual-Energy X-Ray Absorptiometry, Skinfold Thickness, and Waist Circumference for Assessing Body Composition in Ambulant and Non-Ambulant Wheelchair Games Players. *Front. Physiol.* 2015; 6: 356. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00356>
18. Vaquero-Cristóbal R, Albaladejo-Saura M, Luna-Badachi AE, Esparza-Ros F. Differences in Fat Mass Estimation Formulas in Physically Active Adult Population and Relationship with Sums of Skinfolds. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2020; 17 (21): 7777. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217777>
19. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Бураева Е.А. и др. Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике: методические рекомендации. М.: Спорт, 2018. 49 с.
20. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Бураева Е.А. и др. Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике: методические рекомендации. М.: Спорт, 2018. 49 с. [In Russ.].
21. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука, 2006. 248 с.
22. Martirosov E.G., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. Technologies and methods for determining the composition of the human body. М.: Наука, 2006. 248 p. [In Russ.].
23. National Wrestling Coaches Association (NWCA). 330 Hostetter Road, Manheim, PA 17545, USA. <https://www.nwcaonline.com/>
24. National Federation of State High School Associations. (2016). 2016–2017 NFHS Wrestling Rules Book.
25. Sansone P, Makivic B, Csapo R, Hume A, Martínez-Rodríguez P and Bauer P. Body fat of basketball players: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med Open.* 2022 Dec; 8: 26. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00418-x>
26. Munguía-Zuñiguer D, Suárez-Arrones L, DiSalvo V, Paredes-Hernández V, Ara I, Mendez-Villanueva A. Estimating Fat-Free Mass in Elite Youth Male Soccer Players: Cross-Validation of Different Field Methods and Development of Prediction Equation. *J. Sports Sci.* 2019; 37: 1197–1204. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1551045>

Статья поступила / Received 20.10.23
Получена после рецензирования / Revised 25.10.23
Принята в печать / Accepted 26.10.23

Сведения об авторах

Выборная Ксения Валерьевна, научный сотрудник лаборатории антропонириологии и спортивного питания¹. E-mail: dombim@mail.ru. eLibrary SPIN: 7063–9692. ORCID: 0000-0002-4010-6315

Семенов Мурадин Мурадифович, к.б.н., с.н.с.². E-mail: muradin-81@mail.ru. eLibrary SPIN: 6529–2524. ORCID: 0000-0001-8039-529X

Раджабканиев Раджабкани Магомедович, м.н.с. лаборатории антропонириологии и спортивного питания¹. E-mail: 89886999800@mail.ru. eLibrary SPIN: 3702–4280. ORCID: 0000-0002-3634-8354

Крикун Евгений Николаевич, д.м.н., проф., академик РАЕ и МАИА, заведующий кафедрой анатомии человека³. E-mail: krikun@mgafk.ru. ORCID: 0000-0001-6862-0896

Клочкова Светлана Валерьевна, д.м.н., проф. кафедры анатомии человека⁴. E-mail: svetlana.chava@yandex.ru. eLibrary SPIN: 1528–6250. ORCID: 0000-0003-2041-7607

Никитюк Дмитрий Борисович, академик РАН, д.м.н., проф., директор¹, зав. кафедрой экологии безопасности пищи⁴, проф. кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии⁵. E-mail: mailbox@ion.ru. eLibrary SPIN: 1236–8210. ORCID: 0000-0002-4968-4517

About authors

Vybornaya Kseniya V., researcher at Laboratory of Anthropo-nutrition and Sports Nutrition¹. E-mail: dombim@mail.ru. eLibrary SPIN: 7063–9692. ORCID: 0000-0002-4010-6315

Semenov Muradin M., PhD Bio Sci, senior researcher². E-mail: muradin-81@mail.ru. eLibrary SPIN: 6529–2524. ORCID: 0000-0001-8039-529X

Radzhabkadiyev Radzhabkani M., junior researcher at Laboratory of Anthropo-nutrition and Sports Nutrition¹. E-mail: 89886999800@mail.ru. eLibrary SPIN: 3702–4280. ORCID: 0000-0002-3634-8354

Krikun Evgeny N., DM Sci (habil.), professor, academican of the Russian Academy of Natural Sciences and the MAIA, head at Dept of Human Anatomy³. E-mail: krikun@mgafk.ru. ORCID: 0000-0001-6862-0896

Klochkova Svetlana V., DM Sci (habil.), professor at Dept of Human Anatomy⁴. E-mail: svetlana.chava@yandex.ru. eLibrary SPIN: 1528–6250. ORCID: 0000-0003-2041-7607

Nikityuk Dmitrii B., academican of the Russian Academy of Sciences, DM Sci (habil.), professor, director¹, head of Dept of Ecology of Food Safety⁴, professor at Dept of Operative Surgery and Topographic Anatomy⁵. E-mail: mailbox@ion.ru. eLibrary SPIN: 1236–8210. ORCID: 0000-0002-4968-4517

¹ ФБНУ «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия
² Центр медико-биологических технологий СКФНКЦ ФМБА, г. Эссентуки, Россия
³ ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», п.г.т. Малаховка, Московская область, Россия
⁴ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия
⁵ ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

Автор для переписки: Выборная Ксения Валерьевна. E-mail: dombim@mail.ru

Corresponding author: Vybornaya Kseniya V. E-mail: dombim@mail.ru

Для цитирования: Выборная К.В., Семенов М.М., Раджабканиев Р.М., Крикун Е.Н., Клочкова С.В., Никитюк Д.Б. Оценка состава тела баскетболистов методами антропометрии и биоимпедансометрии – сравнение результатов расчетной и двух аппаратных методик. *Медицинский алфавит.* 2023; (29): 33–40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-29-33-40>.

For citation: Vybornaya K.V., Semenov M.M., Radzhabkadiyev R.M., Krikun E.N., Kllochkova S.V., Nikityuk D.B. Assessment of the body composition of basketball players by anthropometry and bioimpedancemetry methods – comparison of the results of calculated and two hardware methods. *Medical alphabet.* 2023; (29): 33–40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-29-33-40>

