Дата публикации: 01.09.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_27
УДК 612; 796.92

Publication date: 01.09.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_27
UDC 612; 796.92

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРОТОКОЛОВ ОЦЕНКИ СОСТАВА ТЕЛА МЕТОДОМ БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ СТУДЕНТОВ-БАСКЕТБОЛИСТОВ – ЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ В ПРАКТИКЕ СПОРТИВНОГО ОТБОРА

К.В. Выборная[1], Р.М. Раджабкадиев[1], А.В. Лаптев[2], М.В. Старцев[2], Д.Б. Никитюк[1,3,4]
[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия физической культуры», пос. Малаховка, Россия
[3]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова», г. Москва, Россия
[4]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва, Россия

Аннотация. В работе представлены деперсонифицированные протоколы оценки состава тела методом биоимпедансометрии студентов-баскетболистов. Показано, как выглядит «идеальный» протокол, который может служить ориентиром при осуществлении спортивного отбора. Представлены протоколы с пониженным, нормальным и повышенным по сравнению с популяционной нормой содержанием жирового компонента тела. Также показано, как изменяют свое положение на протоколе маркеры компонентов состава тела в зависимости от того, соблюдается ли спортсменом правило баланса поступления и расходования энергии в период интенсивных тренировок и игр, а также в периоды уменьшения или отсутствия игровых или тренировочных нагрузок вследствие каникул или травм. Материалы данного исследования могут быть использованы тренерами для осуществления комплексного спортивного отбора, включающего результаты определения состава тела методом биоимпедансометрии, а также спортсменами для коррекции компонентного состава тела с помощью нормализации баланса поступающей в организм с пищей и расходуемой во время физических нагрузок энергии, корректировки тренировок, заключающейся в индивидуальном подходе к набору скелетно-мышечной массы тела.
Ключевые слова: баскетбол, спортивный отбор, протокол состава тела, биоимпедансный анализатор АВС-01 Медасс.

INTERPRETATION OF BODY COMPOSITION ASSESSMENT PROTOCOLS BY BIOIMPEDANCE MEASUREMENT OF STUDENTS PLAYING BASKETBALL – SPECIAL CASES IN THE SPORTS SELECTION PRACTICE

K.V. Vybornaya[1], R.M. Radzhabkadiev[1], A.V. Laptev[2], M.V. Startsev[2], D.B. Nikityuk[1,3,4]
[1]Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia
[2]Moscow State Academy of Physical Culture, Malakhovka, Russia
[3]I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia
[4]RUDN University, Moscow, Russia

Abstract. The paper presents depersonalized protocols for assessing body composition by bioimpedance measurement of students playing basketball. It is shown how the “ideal” protocol looks like, which can serve as a reference in the implementation of sports selection. Protocols with a reduced, normal and increased content of the body fat component compared to the population norm are presented. It is also shown how markers of body composition components change their position on the protocol depending on whether the athlete follows the rule of balance in energy intake and expenditure during intense training and games, as well as during periods of decrease or absence of game or training loads due to holidays or injury. The materials of this study can be

used by coaches for implementing comprehensive sports selection, including the results of registering the body composition by bioimpedance measurement, as well as by athletes for correcting the component composition of the body by normalizing the balance of energy supplied to the body with food and energy consumed during physical activity, as well as the adjustment of training, which consists in an individual approach to gaining skeletal muscle mass.
Keywords: basketball, sports selection, body composition protocol, ABC-01 Medass bioimpedance analyzer.

Введение. Для формирования отчётов научных тем, в рамках которых ведётся обследование, а также для оформления результатов исследования в форме научных статей, полученные в процессе работы данные принято представлять в виде средних арифметических, ошибок средних, максимума и минимума. Однако для индивидуальной консультации и ведения спортсменов, которые принимали участие в обследовании, а также для работы с тренерским штабом, используются индивидуальные протоколы.

Протоколы оценки состава тела методом биоимпедансометрии (БИА), независимо от того, на каком приборе они были получены, имеют ряд данных, которые могут быть представлены как таблицы, графики, рисунки, диаграммы и т.п., что облегчает интерпретацию и визуализацию результатов. Первая страница протокола БИА обследования на приборе АВС-01 Медасс (Россия) [1] имеет вид красочной картинки, визуально напоминающей таблицу, в зависимости от завышенных или заниженных значений измеряемого показателя, окрашенную в сигнальные и удобные для визуального восприятия цвета. Так, две верхние и одна нижняя строки указывают на увеличение показателей индекса массы тела (ИМТ), абсолютного количества жировой массы (ЖМТкг) и относительного количества жировой массы (ЖМТ%), и, соответственно, границы их превышения маркируются красным цветом, сигнализируя о нежелательном увеличении этих показателей выше границ популяционной нормы [2]. Показатели же, отвечающие за хороший уровень физического развития, такие как тощая масса тела (ТМТкг), активная клеточная масса тела (АКМкг – в абсолютных и АКМ% – в относительных единицах), скелетно-мышечная масса тела (СММкг – в абсолютных и СММ% – в относительных единицах) при их маркировке выше нормы обозначены в столбцах справа зелёным цветом. Следует, правда, учитывать и тот факт, что повышенный показатель ИМТ при нормальных значениях ЖМТкг и ЖМТ%, а также при повышенных показателях СММкг, СММ%, АКМкг и АКМ% говорит о хорошей спортивной форме.

Значения популяционных данных, принятые за нормальные и входящие в центильные интервалы от 25-ого до 75-ого, приведённые в протоколе в среднем столбце, отображаются в нем без окрашивания каким-либо цветом. Все значения показателей, представленные в протоколе как маркеры «ниже популяционной нормы» (ниже 25-ого центильного интервала), окрашены в синий цвет и должны подлежать индивидуальной интерпретации.

В данной работе будут представлены деперсонифицированные протоколы оценки состава тела студентов-баскетболистов. После трехкратного проведённого обследования нами были выявлены несколько видов протоколов оценки состава тела. Большинство спортсменов являлись представителями «идеального» БИА-протокола, который является типичным для баскетболистов высокой квалификации и высокой спортивной формы и, следовательно, может служить ориентиром при осуществлении спортивного отбора. Однако были выявлены также спортсмены, чьи БИА-протоколы не являлись типичными, и о которых мы подробно напишем.

Цель исследования: показать «идеальный» БИА-протокол состава тела, типичный для баскетболистов высокой квалификации и высокой спортивной формы, который, следовательно, может служить ориентиром

при осуществлении спортивного отбора, а также рассмотреть несколько БИА-протоколов, являющихся нетипичными.

Методы и организация исследования. Было организовано трехкратное обследование (в апреле 2022 года, в апреле 2023 года, в мае 2023 года) студентов-баскетболистов на базе Московской государственной академии физической культуры (МГАФК, МО, пос. Малаховка).

Были обследованы студенты мужского пола, выступающие за 1-й и 2-й составы сборной команды МГАФК по баскетболу. В апреле 2022 гола было обследовано 25 человек, в апреле 2023 года – 30 человек, в мае 2023 года – 29 человек. Средний возраст, длина тела и масса тела на момент 1-го обследования составили 20,32±0,36 лет, 189,4±1,43 см и 84,9±1,97 кг соответственно; на момент 2-го обследования – 20,83±0,37 лет, 188,67±1,36 см и 85,12±1,78 кг соответственно; на момент 3-его обследования – 20,75±0,38 лет, 188,65±1,32 см и 85,15±1,54 кг соответственно. Из 84-х БИА протоколов было отобрано 14, представляющих собой интерес для практической работы.

С помощью биоимпедансного анализатора АВС-01 Медасс было проведено определение компонентного состава тела студентов-баскетболистов [1]. Измерения проводились в утренние часы, натощак, после полноценного 7-8-ми часового сна.

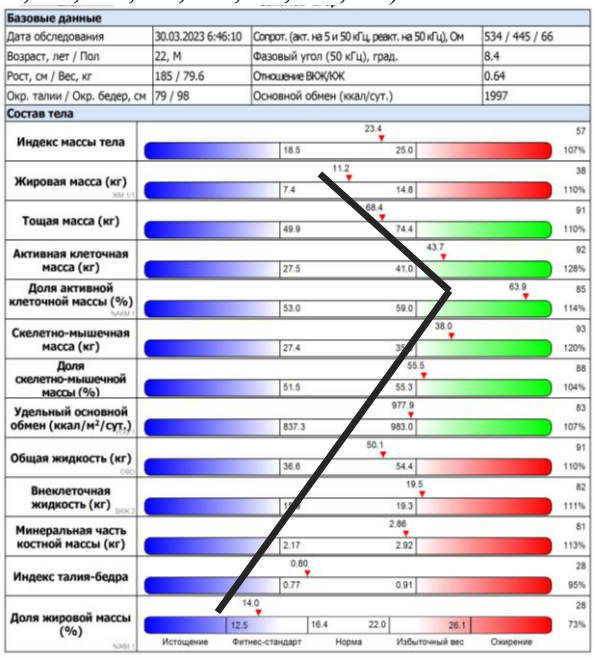
Для построения графиков и статистической обработки данных с целью оценки различий индивидуальных показателей состава тела использовали программу Microsoft Excel. При сравнении индивидуальных данных со значениями 50-го центильного интервала распределения признака, полученного при статистических расчетах на российской популяции [2], достоверно отличающимися при сравнении с популяционной нормой считались показатели, находящиеся в 95 ц.и. и выше и 3 ц.и. и ниже ($p \leq 0,05$).

Результаты исследования и их обсуждение. Ориентировочный «идеальный» протокол состава тела высококвалифицированного студента-баскетболиста, полученный на приборе АВС-01 Медасс, имеет форму «галочки», направленной острием вправо (рис. 1А), причём чем острее эта «галочка», тем лучше у спортсмена спортивная форма (рис. 1Б). Условно такая «галочка» показывает на избыточно-хорошее развитие метаболически активных тканей организма – активной клеточной массы тела и скелетно-мышечной массы тела. Следует учитывать, что острие данной «галочки» должно иметь 4 маркера, отвечающих за развитие активной и скелетно-мышечной массы тела в абсолютных и относительных величинах, которые должны быть расположены в интервалах «выше популяционной нормы» (рис. 1Б); верхний конец «галочки» должен иметь два маркера – ЖМТкг и ТМТкг; нижний конец «галочки» должен также иметь два маркера – индекс отношения «талия/бедра» (ИТБ) и ЖМТ% (рис. 1Б). Показатель ЖМТкг должен находиться в секторе нормальных популяционных значений в положении от центра нормы (50-й центиль) до нижней границы нормы (25-й центиль); ЖМТ% должен находиться в секторе «фитнес-стандарт» (рис. 1Б), т.к. было показано, что предположительным средним значением доли жировой массы тела для баскетболистов является интервал ориентировочно от 13,5% до 15,7% в зависимости от соревновательного уровня игроков [3]. Чем ниже показатели ЖМТкг и ЖМТ%, тем концы «галочки» более пологие и, соответственно, тем более острый угол они формируют. Также верхний конец галочки формирует показатель тощей массы тела (ТМТкг); на хорошую спортивную форму указывает маркер ТМТкг, находящийся на верхней границе популяционной нормы. В совокупности с показателем ЖМТкг, показатель ТМТкг формирует «правильный», направленный по диагонали слева направо и сверху вниз (рис. 1А, 1Б), а также «неправильный», направленный строго вертикально (рис. 2А, 2Б, 4А, 6А) или по диагонали слева направо и снизу вверх (рис. 3А, 3Б, 4Б, 5А, 5Б) верхний конец галочки.

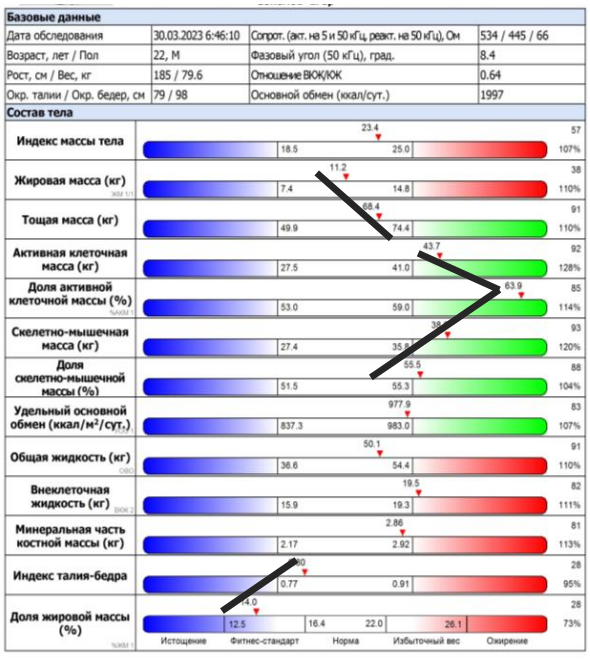
Показатель ИМТ не является продолжением верхнего конца «галочки», т.к. он зачастую имеет значение «верхней границы популяционной нормы» или находится «выше границы популяционной нормы» за счет хорошего развития мышечного (хороший показатель физического развития (рис. 1А, 1Б, 3А, 3Б)) или жирового (удовлетворительный или плохой показатель физического развития (рис. 4Б, 5А, 5Б)) компонентов массы тела у баскетболистов.

Сразу следует сделать следующее примечание: показатели ВООуд, внеклеточная жидкость (ВнекЖкг) и минеральная часть костной ткани (МЧКТкг) в построении «галочки» участие не принимают, т.к. они отображены на протоколе в абсолютных величинах и имеют строго-зависимые закономерности расположения на протоколе. Так, ВнекЖкг и МЧКТкг практически всегда будут находиться в коридоре повышенных значений, а ВООуд – в коридоре нормальных значений у массивных и рослых спортсменов, к которым как раз относятся баскетболисты (рис. 2А, 2Б, 3А, 4А, 5Б, 6А, 6Б, 7А, 7Б, 8А, 8Б)

В случаях, когда верхний и нижний концы «галочки» принимают вертикальное (рис. 2А) положение, или верхний конец – вертикальное, а нижний остается в своем диагональном положении, но показатель ЖМТ% находится на границе между «фитнес-стандартом» и «нормой» (рис. 2Б), это может быть сигналом к тому, чтобы спортсмен начал контролировать жировую массу тела в сторону ее снижения, т.к. ЖМТкг и ЖМТ% находятся в пограничных с избыточными значениями положениях. Когда же эти концы имеют противоположно-диагональное положение (рис. 3А), это говорит об избыточной жировой массе тела для данного баскетболиста; при этом индивидуальные показатели спортсмена выстраиваются в форме «зигзага» (рис. 3Б). Следует также обратить внимание и на более тупой угол, сформированный показателями АКМ и СММ (кг и %), что может говорить о том, что спортсмену следует уделить больше внимания набору мышечной массы тела и занятиям ОФП в зале с применением упражнений на набор мышечной массы тела.



А



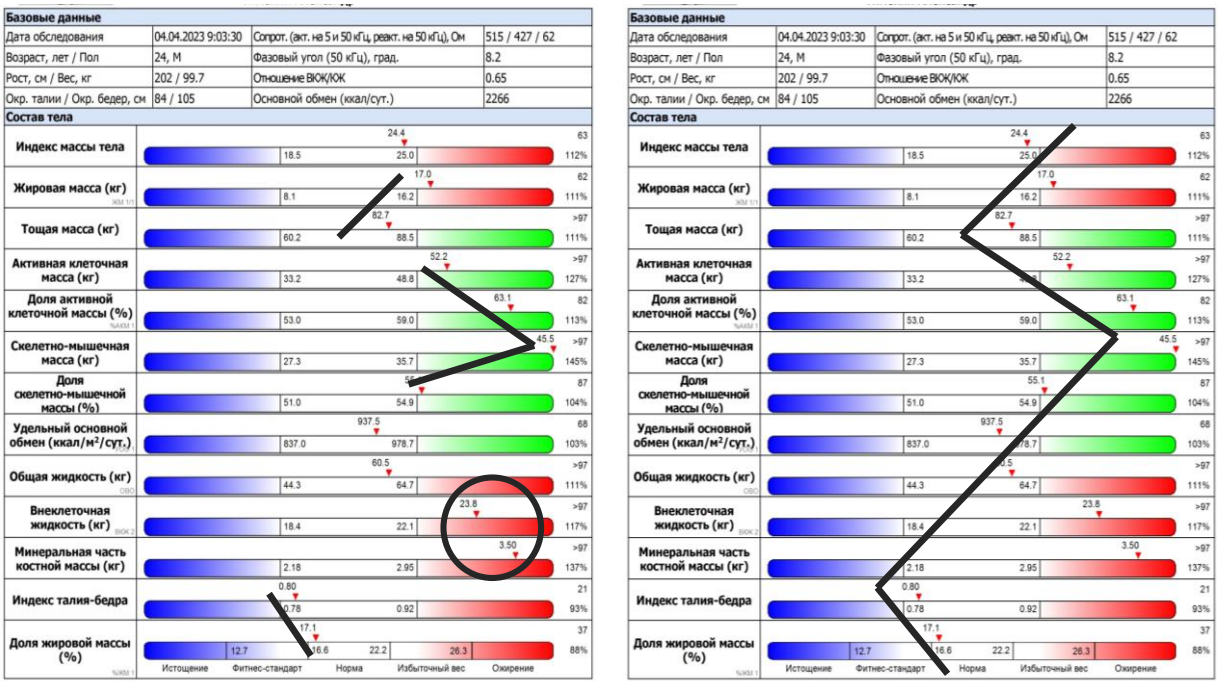
Б

Рис. 1. А) Ориентировочный «эталонный» протокол состава тела высококвалифицированного студента-баскетболиста, полученный на приборе АВС-01 Медасс; Б) Составляющие «эталонного» протокола состава тела высококвалифицированного студента-баскетболиста, полученного на приборе АВС-01 Медасс



А **Б**

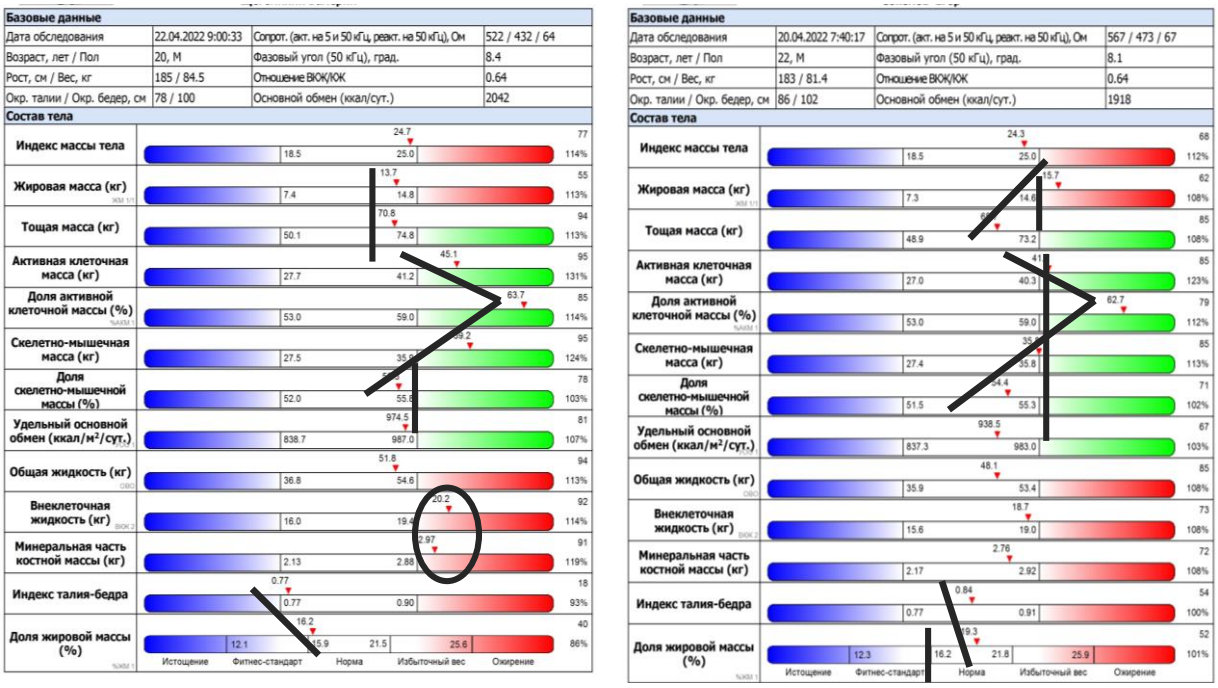
Рис. 2. А) Протокол состава тела, сигнализирующий о том, чтобы спортсмен начал контролировать жировую массу тела в сторону ее снижения; Б) Протокол состава тела, сигнализирующий о том, чтобы спортсмен начал контролировать жировую массу тела в сторону ее снижения и скелетно-мышечную массу тела в сторону ее увеличения



А **Б**

Рис. 3. А) Протокол состава тела с избыточной жировой массой для данного баскетболиста; Б) Наглядное изображение выстраивания индивидуальных показателей спортсмена в форме «зигзага»

Далее рассмотрим протоколы, где острие «галочки» имеет 4 маркера, отвечающих за развитие активной и скелетно-мышечной массы тела в абсолютных и относительных величинах, расположение которых не находится в интервалах «выше популяционной нормы». Зачастую эти протоколы выглядят так, как показано на рисунках 4А, 4Б, 5А, 5Б.



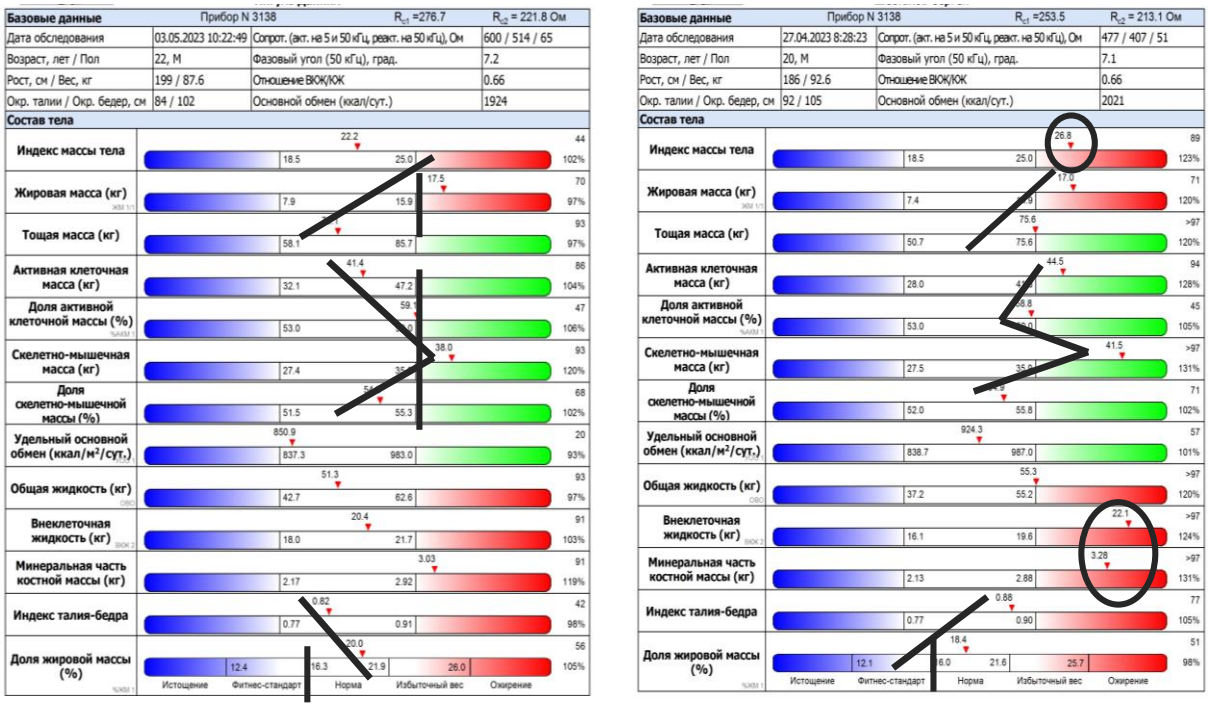
А **Б**

Рис. 4. А) Пример БИА-протокола, на котором один из четырех маркеров (а именно СММ%), формирующих острие «галочки», находится в интервале «популяционной нормы»; Б) Пример БИА-протокола, на котором два из четырех маркеров (а именно СММкг и СММ%), формирующих острие «галочки», находятся в интервале «популяционной нормы»

Примечание: БИА – биоимпедансный анализ; СММ – скелетно-мышечная масса

Так, на рисунке 4А показатель доли СММ находится в интервале «популяционной нормы», а не в интервале «выше популяционной нормы». Произошло это из-за того, что доля ЖМТ находится также в интервале «популяционной нормы», а не в зоне «фитнес-стандарт», и при этом СММкг не настолько хорошо развита, чтобы ее процентное содержание было выше границ нормы, как, например, показано на рисунке 3А.

На рисунке 4Б уже два показателя из четырех находятся в интервале «популяционной нормы», а не в интервалах «выше популяционной нормы». При этом показатель ЖМТкг находится выше допустимых значений, а показатель ЖМТ% – в интервале нормальных значений для популяции.



А **Б**

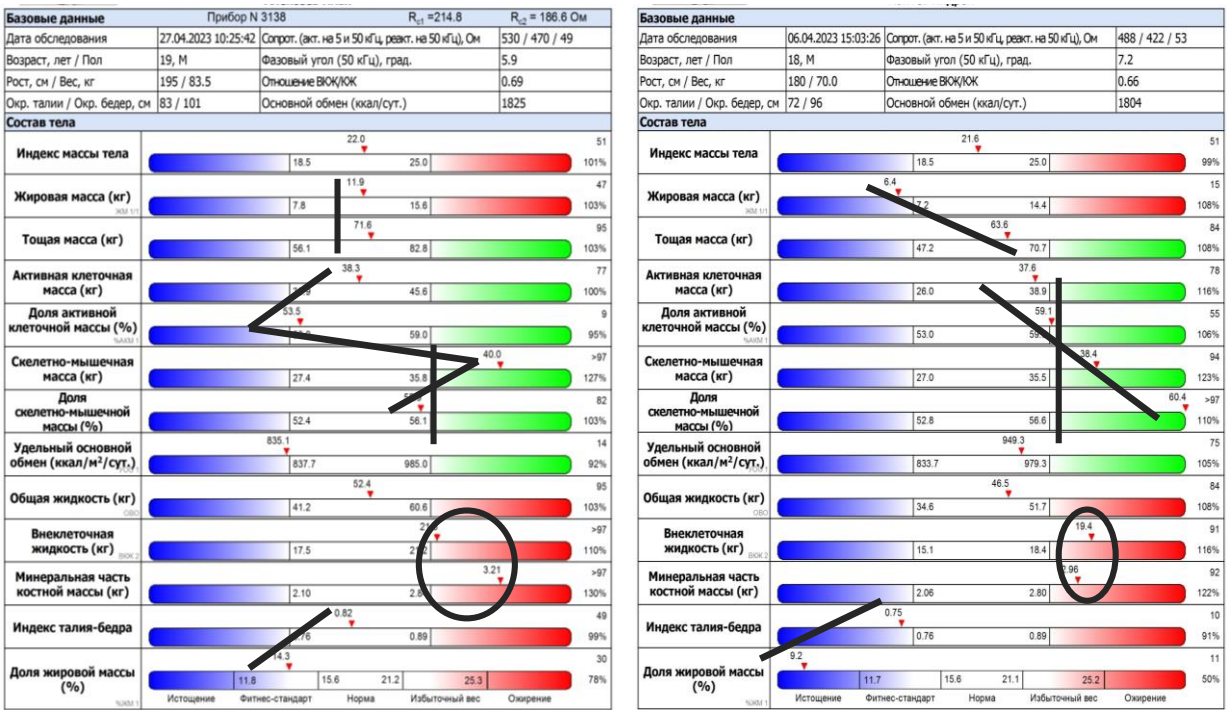
Рис. 5. А) Пример БИА-протокола, на котором три из четырех маркеров (а именно АКМкг, АКМ% и СММ%), формирующих острие «галочки», находятся в интервале «популяционной нормы»; Б) Пример БИА-протокола, на котором острие «галочки», сформированное из четырех маркеров, приобрело форму «пилы»

Примечание: БИА – биоимпедансный анализ; АКМ – активная клеточная масса; СММ – скелетно-мышечная масса

На рисунке 5А три показателя из четырех находятся в интервале «популяционной нормы», а не в интервалах «выше популяционной нормы». При этом, так же, как и в случае, изображенном на рисунке 4Б, показатель ЖМТкг находится выше допустимых значений, а показатель ЖМТ% – в интервале нормальных значений для популяции.

На рисунке 5Б можно увидеть, что острие «галочки» приобрело форму «пилы»; АКМкг и СММкг, хорошо развитые по сравнению с популяционной нормой, являются недостаточными для данного баскетболиста, хотя и находятся на верхней границе нормы для популяции по относительным их значениям, т.к. мы помним, что маркеры этих четырех показателей, составляющих «галочку», должны находиться в интервалах «выше популяционной нормы». На рисунке 5Б также следует обратить внимание на то, что и показатель ИМТ находится в интервале «выше популяционной нормы» из-за избыточной жировой массы тела.

Также на недостаточное для баскетболистов развитие СММ показывает ИМТ, находящийся в пределах нормальных значений (рис. 4А, 4Б, 5А) или повышенных значений (рис. 5Б) при увеличенном количестве жировой массы тела в абсолютных количествах.



А **Б**

Рис. 6. А) Пример БИА-протокола, на котором представлен интересный случай «пилы» – такой протокол может служить показателем недостаточного развития тощей (безжировой) массы тела за счет физиологических особенностей; Б) Пример БИА-протокола по типу «прямой линии»

Примечание: БИА – биоимпедансный анализ

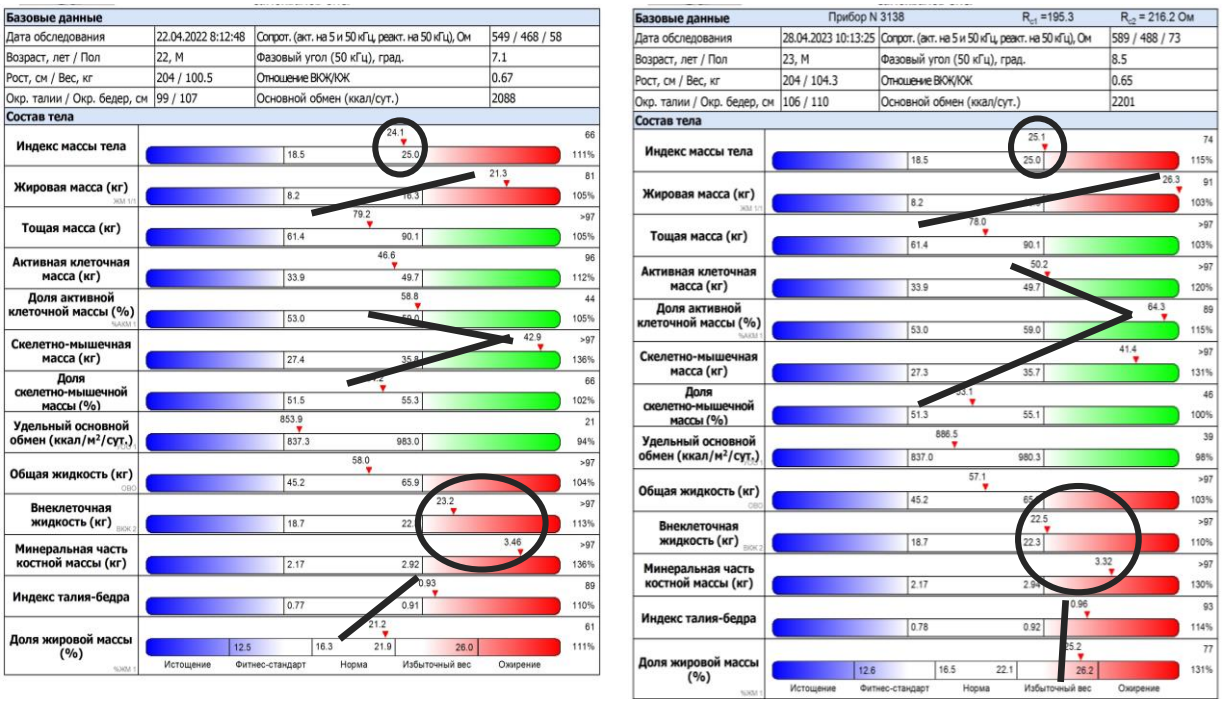
На рисунке 6А представлен интересный случай «пилы» – у спортсмена с ростом 195 сантиметров масса тела составляет 83,5 килограмм, что дает значение ИМТ, равное 22 единицам. Показатель ЖМТкг, так же, как и ИМТ, находится в середине границы популяционной нормы, что соответствует показателю «фитнес-стандарт» по ЖМТ%. Показатель СММкг развит хорошо и находится выше границ популяционной нормы, показатель СММ% – на верхней границе популяционной нормы. Показатель АКМкг находится в середине популяционной нормы, АКМ% – на нижней границе популяционной нормы. Такой протокол может служить показателем недостаточного развития тощей (безжировой) массы тела за счет физиологических особенностей; например, тип телосложения таких спортсменов по схеме Хит-Картер [4] может быть центральным или мезо-эктоморфным, с хорошо выраженным баллом эктоморфии в соматоформуле. Если данный спортсмен является перспективным по мнению тренерского штаба, то для него следует подобрать правильную позицию на игровом поле, а именно позицию атакующего защитника или легкого форварда.

На рисунке 6Б представлен протокол спортсмена по типу «прямой линии», что выражается в содержании жировой массы тела ниже популяционной нормы в абсолютных величинах, по доле ЖМТ – в интервале «истощение», а также в нетипичном из-за этого расположением «галочки» АКМ и СММ, когда маркер доли СММ (СММ%) расположен выше 97 центильного интервала и галочка превращается в практически прямую линию.



А **Б**

Рис. 7. А) БИА-протокол обследования спортсмена, перенесшего тяжелую травму, операцию и долгий период восстановления; Б) БИА-протокол обследования спортсмена, приступившего к занятиям после перенесенной травмы, операции и периода восстановления



А **Б**

Рис. 8. А) БИА-протоколы спортсмена, склонного к набору избыточной жировой массы тела; Б) БИА-протокол спортсмена, склонного к набору избыточной жировой массы тела, в динамике через год после первого обследования

Примечание: БИА – биоимпедансный анализ

На рисунке 7А изображен протокол обследования спортсмена, перенесшего тяжелую травму, операцию и долгий период восстановления. За это время жировая масса тела спортсмена сильно увеличилась, при том, что АКМ и СММ остались хорошо развиты в абсолютных величинах, но находились в интервалах популяционной нормы на верхних границах в относительных величинах. На рисунке 7Б изображен протокол того же спортсмена с интервалом 1 год. Через год после первого обследования спортсмен, начавший тренироваться, показал снижение жировой массы тела как в абсолютных, так и в относительных величинах, из-за чего возросли показатели АКМкг и АКМ%.

Следует иметь ввиду, что массивные и рослые спортсмены, такие как баскетболисты, ватерполисты или гребцы, наподобие спортсменов, специализирующихся в видах спорта, принадлежащих к единоборствам и соревнующихся в тяжелых весовых категориях, имеют склонность к большему содержанию жировой массы тела, которая в процентном содержании выше, чем у спортсменов менее рослых и массивных [5]. Однако, в игровых видах спорта, таких как водное поло и баскетбол, слишком большой процент жировой массы тела отрицательно отражается на функциональных показателях спортсменов, таких как быстрота и выносливость, и, следовательно, на спортивной результативности и успешности.

На рисунках 8А и 8Б изображены протоколы одного и того же спортсмена, имеющего склонность к набору жировой массы тела. Дисбаланс в расходуемой и потребляемой энергии, который может быть следствием как снижения физической нагрузки в период уменьшения количества тренировок и игр на фоне потребления пищи в привычном для спортсмена количестве, так и потреблением пищи в течение суток, калораж которой постоянно превышает суточные энерготраты даже на фоне интенсивных нагрузок, постепенно в течение года приводит к набору жировой массы тела. При этом, как можно видеть на тех же рисунках, количество АКМ и СММ в абсолютных количествах осталось у спортсмена на прежнем высоком уровне.

В таблицах 1-3 представлены индивидуальные данные оценки компонентов состава тела, значимых при оценке спортивной формы – жировой, активной клеточной и скелетно-мышечной массы. На рисунках 9-11 показаны индивидуальные значения измеренных показателей состава тела (из табл. 1-3) при сравнении с центильным распределением каждого показателя в российской популяции [2].

Таблица 1

Индивидуальные значения относительного количества жировой массы тела в сравнении со спортивной и популяционной нормой, отображенной на первичных протоколах

№ протокола	№ рисунка	Возраст, лет	Доля ЖМТ, %		Доля ЖМТ, % (нормирование по возрасту обследуемого)				
			Значение	Центильный интервал	Недостаточная МТ	Спортивная норма – «Фитнес-стандарт»	Популяционная норма	Избыточная МТ	Ожирение
1	1,2	22	14	28	↓ 12,5	12,5-16,4	16,4-22	22-26,1	↑ 26,1
2	3	23	15,8	34	↓ 12,5	12,5-16,4	16,4-22	22-26,1	↑ 26,1
3	4	23	16,2	35	↓ 12,6	12,6-16,5	16,5-22,1	22,1-26,2	↑ 26,2
4	5,6	24	17,1	37	↓ 12,7	12,7-16,6	16,6-22,2	22,2-26,3	↑ 26,3
5	7	20	16,2	40	↓ 12,1	12,1-15,9	15,9-21,5	21,5-25,6	↑ 25,6
6	8	22	19,3	52	↓ 12,3	12,3-16,2	16,2-21,8	21,8-25,9	↑ 25,9
7	9	22	20	56	↓ 12,4	12,4-16,3	16,3-21,9	21,9-26,0	↑ 26,0

Продолжение таблицы 1

8	10	20	18,4	51	↓ 12,1	12,1-16	16-21,6	21,6-25,7	↑ 25,7
9	11	19	14,3	30	↓ 11,8	11,8-15,6	15,6-21,2	21,2-25,3	↑ 25,3
10	12	18	9,2	11	↓ 11,7	11,7-15,6	15,6-21,1	21,1-25,2	↑ 25,2
11	13	23	22,8	66	↓ 12,7	12,7-16,6	16,6-22,1	22,1-26,2	↑ 26,2
12	14	24	20,5	53	↓ 12,8	12,8-16,7	16,7-22,3	22,3-26,4	↑ 26,4
13	15	22	21,2	61	↓ 12,5	12,5-16,3	16,3-21,9	21,9-26	↑ 26
14	16	23	25,2	77	↓ 12,6	12,6-16,5	16,5-22,1	22,1-26,2	↑ 26,2
						15-35 ц.и.	***36-64 ц.и***	***65-85 ц.и***	
						15-85 ц.и.			

Примечание: ЖМТ – жировая масса тела; МТ – масса тела; данные представлены в виде индивидуальных значений измеренных показателей доли ЖМТ

Значений, достоверно отличающихся от популяционной нормы при $p \leq 0,05$, в группе баскетболистов выявлено не было. При наличии таких достоверностей следовало бы говорить о крайне низком или крайне высоком количестве ЖМТ, что означало бы наличие истощения или ожирения у спортсменов обследуемой группы. Предиктором хорошей спортивной формы является нахождение индивидуальных значений доли ЖМТ в 15-35 ц.и., что является спортивной нормой для данного вида спорта. Спортивная форма в БИ анализаторе АВС-01 МЕДАСС совпадает с нормами требований для баскетболистов различных игровых амплуа [3]. Нахождение индивидуальных значений доли ЖМТ в 36-64 ц.и., являющейся популяционной нормой, для спортсменов является признаком избыточной жировой массы и подлежит контролю с дальнейшим постепенным ее снижением; нахождение в 65-85 ц.и является недопустимым для спортсмена-баскетболиста высокой квалификации и служит прямым показанием к снижению массы тела за счет жировой массы.

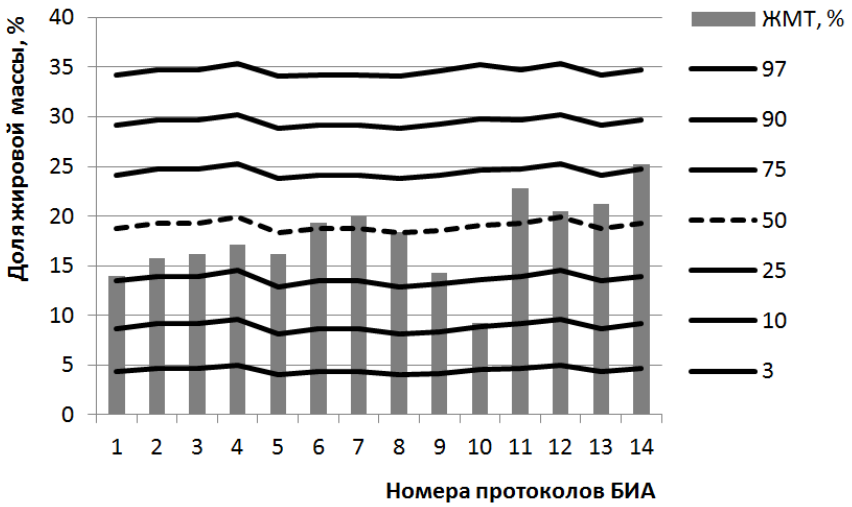


Рис. 9. Индивидуальные значения доли жировой массы тела в сравнении с центильными нормативными кривыми, представленными как распределение для общероссийской выборки [2]

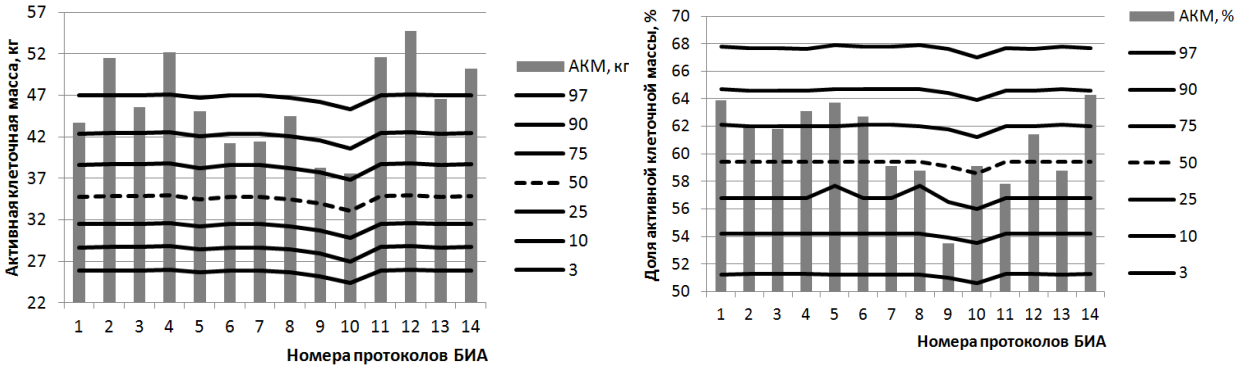
Примечание: БИА – биоимпедансный анализ; ЖМТ – жировая масса тела

Таблица 2

Индивидуальные значения активной клеточной массы тела, ее принадлежность к центильному интервалу и сравнение с популяционной нормой, отображенной на первичных протоколах

№ протокола	АКМ, кг			Доля АКМ, % от МТ		
	Значение	Центильный интервал	Популяционная норма	Значение	Центильный интервал	Популяционная норма
1	43,7	92	27,5-41	63,9	85	53-59
2	51,5	выше 97*	32,6-47,9	62	75	53-59
3	45,6	95*	29,3-43,4	61,8	73	53-59
4	52,2	выше 97*	33,2-48,8	63,1	82	53-59
5	45,1	95*	27,7-41,2	63,7	85	53-59
6	41,2	85	27-40,3	62,7	79	53-59
7	41,4	86	32,1-47,2	59,1	47	53-59
8	44,5	94	28-41,6	58,8	45	53-59
9	38,3	77	30,9-45,6	53,5	9	53-59
10	37,6	78	26-38,9	59,1	55	53-59
11	51,6	выше 97*	34,2-50,1	57,8	35	53-59
12	54,8	выше 97*	34-49,9	61,4	69	53-59
13	46,6	96*	33,9-49,7	58,8	44	53-59
14	50,2	выше 97*	33,9-49,7	64,3	89	53-59
			15-85 ц.и.			***10-60 ц.и.***

Примечание: номер рисунка и возраст обследуемых соответствуют номерам протоколов, представленных в таблице 1. Данные представлены в виде индивидуальных значений измеренных показателей АКМ и доли АКМ. АКМ – активная клеточная масса; МТ – масса тела; * – значения, достоверно отличающиеся от популяционной нормы при $p \leq 0,05$



А **Б**

Рис. 10. Индивидуальные значения активной клеточной массы тела в абсолютных (А) и относительных (Б) значениях в сравнении с центильными нормативными кривыми, представленными как распределение для общероссийской выборки [2]

Примечание: БИА – биоимпедансный анализ; АКМ – активная клеточная масса

Значения абсолютных количеств АКМ, расположенные выше 95 ц.и., достоверно значимо превышают значения популяционной нормы, находящиеся в 15-85 ц.и., и считаются предиктором хорошей спортивной формы. Все значения, находящиеся в 86-95 ц.и., превышают значения популяционной нормы незначимо, однако

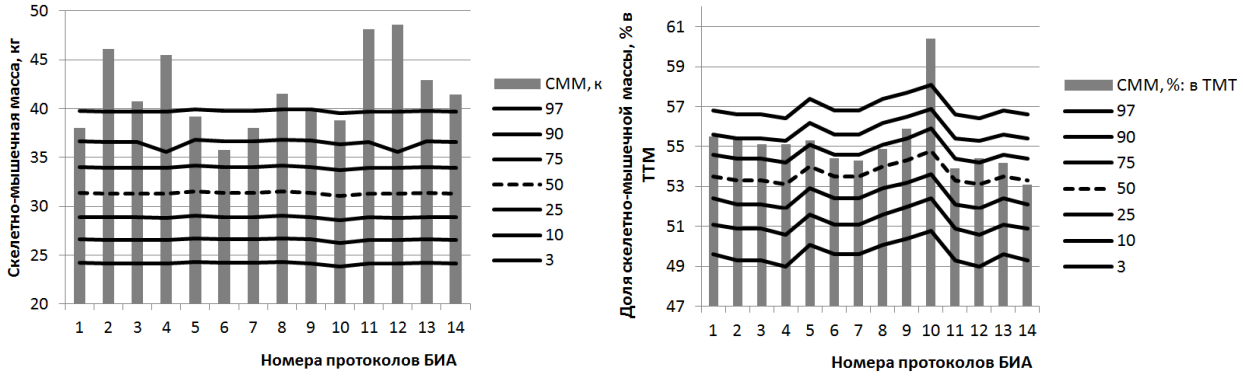
тоже могут считаться предикторами хорошей спортивной формы (табл. 2, рис. 10А). Значения относительных количеств (доли) АКМ, расположенные выше значений популяционной нормы, соответствующей 10-60 ц.и., считаются предикторами хорошей спортивной формы, хотя и не отличаются от нее достоверно (табл. 2, рис. 10Б).

Таблица 3

Индивидуальные значения скелетно-мышечной массы тела, ее принадлежность к центильному интервалу и сравнение с популяционной нормой, отображенной на первичных протоколах

№ протокола	СММ, кг			Доля СММ, % в ТМТ		
	Значение	Центильный интервал	Популяционная норма	Значение	Центильный интервал	Популяционная норма
1	38	93	27,4-35,8	55,5	88	51,5-55,3
2	46,1	выше 97*	27,3-35,7	55,4	90	51,3-55,1
3	40,7	97*	27,3-35,7	55,1	86	51,3-55,1
4	45,5	выше 97*	27,3-35,7	55,1	87	51-54,9
5	39,2	95*	27,5-35,9	55,3	78	52-55,8
6	35,8	85	27,4-35,8	54,4	71	51,5-55,3
7	38	93	27,4-35,8	54,3	68	51,5-55,3
8	41,5	выше 97*	27,5-35,9	54,9	71	52-55,8
9	40	выше 97*	27,4-35,8	55,9	82	52,4-56,1
10	38,8	94	27-35,5	60,4	выше 97	52,8-56,6
11	48,1	выше 97*	27,3-35,7	53,9	64	51,3-55,1
12	48,6	выше 97*	27,3-35,7	54,4	77	51-54,9
13	42,9	выше 97*	27,4-35,8	54,2	66	51,5-55,3
14	41,4	выше 97*	27,3-35,7	53,1	46	51,3-55,1
			15-85 ц.и.			***15-85 ц.и.***

Примечание: номер рисунка и возраст обследуемых соответствуют номерам протоколов, представленных в таблице 1. Данные представлены в виде индивидуальных значений измеренных показателей СММ и доли СММ. СММ – скелетно-мышечная масса; ТМТ – тощая масса тела; * – значения, достоверно отличающиеся от популяционной нормы при $p \leq 0,05$



А **Б**

Рис. 11. Индивидуальные значения скелетно-мышечной массы тела в абсолютных (А) и относительных (Б) значениях в сравнении с центильными нормативными кривыми, представленными как распределение для общероссийской выборки [2]

Примечание: БИА – биоимпедансный анализ; СММ – скелетно-мышечная масса

Отличия по абсолютным показателям СММ достоверны при нахождении значений в 95 ц.и. и выше. По абсолютным показателям СММ практически все спортсмены (кроме 4-х) выходят за границы популяционной нормы и находятся в 96 ц.и. и выше. Показатель СММ является «острием стрелок» и показывает, что большие по габаритам спортсмены имеют высокую массу тела преимущественно за счет мышечной массы.

В протоколах 1-4 (рис. 1А, 1Б, 2А, 2Б) отличия по доле СММ у баскетболистов от значений популяционной нормы незначимы (p=0,1-0,14), однако значения, находящиеся выше 86 ц.и., могут считаться предиктором хорошей спортивной формы. 1-4 протоколы являются показательными и приближенными к спортивной норме, т.к. выходят за границы нормальных значений по доле СММ в ТМТ, перекрывая 86 ц.и. и выше. Особое внимание следует обращать на значения, находящиеся ниже 60 ц.и.; такие значения следует контролировать.

Заключение. Как правило, баскетболисты, соответствующие оптимуму по составу тела и имеющие «идеальный» БИА-протокол, более тренированы, выносливы, показывают хорошую спортивную результативность. Нетипичные для студентов-баскетболистов высокой квалификации протоколы состава тела, представленные в статье, чаще всего бывают получены:

- на спортсменах с недостаточным развитием тощей (безжировой) массы тела за счет физиологических особенностей; например, при определенном (астеноидно-торакальном/эктоморфном) типе телосложения;

- на спортсменах, которые находились в травмированном состоянии, не имели на момент исследования полноценной физической нагрузки, но продолжали питаться как в тренировочные дни;

- на спортсменах, имеющих постоянный дисбаланс в расходуемой и потребляемой энергии, который может быть следствием как снижения физической нагрузки в период уменьшения количества тренировок и игр на фоне потребления пищи в привычном для спортсмена количестве, так и потребления пищи в течение суток, калораж которой постоянно превышает суточные энерготраты даже на фоне интенсивных нагрузок, что постепенно в течение года приводит к набору жировой массы тела.

Материалы данного исследования могут быть использованы тренерами для осуществления комплексного спортивного отбора, включающего результаты определения состава тела методом биоимпедансометрии, а также спортсменами для коррекции компонентного состава тела с помощью нормализации баланса поступающей в организм с пищей и расходуемой во время физических нагрузок энергии, корректировки тренировок, заключающейся в индивидуальном подходе к набору скелетно-мышечной массы тела.

Конфликт интересов. Авторы статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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».

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study was conducted according to the Research Project FGMF-2022-0004 “Development of innovational ways to optimize nutrition of elite athletes to improve adaptive potential and athletic physique”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартиросов, Э. Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э. Г. Мартиросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. – Москва: Наука, 2006. – 248 с.

2. Биоимпедансное исследование состава тела населения России / Руднев С. Г., Соболева Н. П., Стерликов С. А. [и др.] – Москва: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. – 493 с. ISBN 5-94116-018-6

3. Body Fat of Basketball Players: A Systematic Review and Meta-Analysis / Sansone P., Makivic B., Csapo R. [et al] // Sports Med Open. – 2022. – № 8. – P. 26. DOI: 10.1186/s40798-022-00418-x
4. Carter, J. E. L. Somatotypes / J. E. L. Carter, M. J. Marfell-Jones, // Kinanthropometry in Aquatic Sports – A Study of World Class Athletes. – Campaign, IL: Human Kinetics, 1994. – P. 55-82.
5. Морфологические показатели боксеров высокого класса, рекомендуемые как ориентир в процессе восстановления после травм или при предсоревновательной коррекции массы тела / К. В. Выборная, М. М. Семенов, Р. М. Раджабкадиев, Д. Б. Никитюк // Вестник спортивной науки. – 2023. – № 2. – С. 35-42.

REFERENCES

1. Martirosov E.G., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. Technologies and methods for identifying the human body composition. Moscow: Nauka, 2006. 248 p. (in Russ.)
2. Rudnev S.G., Soboleva N.P., Sterlikov S.A., Nikolaev D.V., Starunova O.A., Chernykh S.P., Eryukova T.A., Kolesnikov V.A., Melnichenko O.A., Ponomareva E.G. Bioimpedance study of body composition of the Russian population. Moscow: RIO TsNIIOIZ, 2014, 493 p. ISBN 5-94116-018-6. (in Russ.)
3. Sansone P., Makivic B., Csapo R., Hume P., Martínez-Rodríguez A., Bauer P. Body Fat of Basketball Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med Open*, 2022, no. 8, p. 26. DOI: 10.1186/s40798-022-00418-x.
4. Carter J.E.L., Marfell-Jones M.J. Somatotypes. In: Kinanthropometry in Aquatic Sports – A Study of World Class Athletes. Campaign. Carter J.E.L., Ackland T.R., ed. IL: Human Kinetics, 1994. pp. 55-82.
5. Vybornaya K.V., Semenov M.M., Radzhabkadiev R.M., Nikityuk D.B. Morphological indicators of high-class boxers recommended as a reference in the process of recovery after injuries or in pre-competitive body weight correction. *Sports science bulletin,* 2023, no. 2, pp. 35-42. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ксения Валерьевна Выборная – научный сотрудник лаборатории антропонутрициологии и спортивного питания, ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, e-mail: dombim@mail.ru.
Раджабкади Магомедович Раджабкадиев – научный сотрудник лаборатории антропонутрициологии и спортивного питания, ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, e-mail: dombim@mail.ru.
Анатолий Владимирович Лаптев – кандидат педагогических наук, заведующий кафедры теории и методики спортивных игр, Московская государственная академия физической культуры, Малаховка, e-mail: kaf-sportigr@mgafk.ru
Михаил Владимирович Старцев – преподаватель (внешний совместитель) кафедры теории и методики спортивных игр, Московская государственная академия физической культуры, Малаховка, e-mail: kaf-sportigr@mgafk.ru
Дмитрий Борисович Никитюк – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи; профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); заведующий кафедры экологии и безопасности пищи экологического факультета, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, e-mail: mailbox@ion.ru, ORCID ID: 0000-0002-4968-4517.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ksenia V. Vybornaya – Researcher of the Laboratory of Anthroponutrition and Sports Nutrition, Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, e-mail: dombim@mail.ru.
Radzhabkadi M. Radzhabkadiev – Researcher of the Laboratory of Anthroponutrition and Sports Nutrition, Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, e-mail: dombim@mail.ru.
Anatolij V. Laptev – Candidate of Pedagogical Sciences, Head of the Department of Theory and Methods of Sports Games, Moscow State Academy of Physical Culture, Malakhovka, e-mail: kaf-sportigr@mgafk.ru
Mikhail V. Startsev – Lecturer (external part-timer) of the Department of Theory and Methods of Sports Games, Moscow State Academy of Physical Culture, Malakhovka, e-mail: kaf-sportigr@mgafk.ru.

Dmitrij B. Nikityuk – Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety; Professor of the Department of Operative Surgery and Regional Anatomy, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; Head of the Department of Ecology and Food Safety, Ecology Faculty, RUDN University, Moscow, e-mail: mailbox@ion.ru, ORCID ID: 0000-0002-4968-4517.

Для цитирования: Интерпретация протоколов оценки состава тела методом биоимпедансометрии студентов-баскетболистов – частные случаи в практике спортивного отбора / Выборная К. В., Раджабкадиев Р. М., Лаптев А. В. [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_27

For citation: Vybornaya K.V., Radzhabkadiev R.M., Laptev A.V., Startsev M.V., Nikityuk D.B. Interpretation of body composition assessment protocols by bioimpedance measurement of students playing basketball – special cases in the sports selection practice. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_27