

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАК ПРЕДИКТОР УСПЕШНОСТИ В КОМАНДНЫХ ИГРОВЫХ ВИДАХ СПОРТА

под редакцией
академика РАН В. А. Тутельяна
академика РАН Д. Б. Никитюка



ДЕЛИ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ПИТАНИЯ, БИОТЕХНОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩИ



МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАК ПРЕДИКТОР УСПЕШНОСТИ В КОМАНДНЫХ ИГРОВЫХ ВИДАХ СПОРТА

Под редакцией
академика РАН В. А. Тутельяна
академика РАН Д. Б. Никитюка

Москва
Дели
2024

УДК 572.087+796
ББК 28.716.3-22:75.5
М80

М80 Морфологические показатели как предиктор успешности в командных игровых видах спорта : монография / под ред. В. А. Тутельяна, Д. Б. Никитюка. – М.: ТД ДеЛи, 2024. – 160 с.
ISBN 978-5-6051148-9-5

Монография содержит основные результаты работы по оценке уровня физического развития и морфологического статуса спортсменов мужского пола, специализирующихся в командных игровых видах спорта. В работе представлены результаты сравнительной оценки компонентного состава тела методом биоимпедансометрии и соматотипологического профиля при разделении обследованных спортсменов по видам спорта (баскетбол, футбол, водное поло). Представлены результаты динамических наблюдений за морфологическими показателями и соматотипологическим профилем как на фоне привычного пищевого рациона и физической нагрузки, так и при их изменении.

Монография предназначена для спортивных врачей, спортивных нутрициологов, действующих спортсменов, тренеров команд, врачей центров здорового и спортивного питания, преподавателей и студентов физкультурных высших и средних учебных заведений, а также научных работников, занимающихся изучением компонентного состава тела и описанием результатов протоколов оценки состава тела спортсменов, специализирующихся в видах спорта, имеющих подразделение на весовые категории. Материалы могут быть использованы в образовательном процессе для повышения квалификации медицинских работников и курсантов тематических циклов усовершенствования и специализации врачей по диетологии, нутрициологии и тренеров.

УДК 572.087+796
ББК 28.716.3-22:75.5

ISBN 978-5-6051148-9-5

© ФГБУН «ФИЦ питания
и биотехнологии», 2024
© Оформление. ТД ДеЛи, 2024

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО на заседании Ученого совета ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (протокол № 5 заседания Ученого совета от 21.06.2024 г.)

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Мирошников Александр Борисович – доктор биологических наук, доцент, декан факультета адаптивной физической культуры, рекреации и туризма РУС «ГЦОЛИФК», профессор кафедры спортивной медицины РУС «ГЦОЛИФК»

Клочкова Светлана Валерьевна – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры анатомии человека ФГАОУ ВО «РУДН»

ГЛАВНЫЕ РЕДАКТОРЫ:

Тутельян Виктор Александрович – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, научный руководитель ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Никитюк Дмитрий Борисович – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, директор ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

РЕДАКТОР-СОСТАВИТЕЛЬ:

Выборная Ксения Валерьевна – научный сотрудник лаборатории антропнугрициологии и спортивного питания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ:

Выборная Ксения Валерьевна – научный сотрудник лаборатории антропнугрициологии и спортивного питания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Раджабкадиев Раджабкади Магомедович – научный сотрудник лаборатории антропнугрициологии и спортивного питания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Тармаева Инна Юрьевна – доктор медицинских наук, профессор, ученый секретарь ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование выполнено в рамках темы гос.задания № темы FGMP–2022–0004 «Разработка инновационных подходов к оптимизации питания высококвалифицированных спортсменов с целью улучшения адаптационного потенциала и спортивной формы».

СОДЕРЖНИЕ

Список сокращений	6
Введение	10
Глава 1. Материалы, методы и организация исследования	11
1.1. Обследуемый контингент	11
1.2. Организация исследования	14
1.3. Антропометрия	15
1.4. Метод индексов.....	15
1.5. Оценка физиометрических показателей	16
1.6. Определение состава тела расчетным методом.....	16
1.7. Определение состава тела аппаратным методом.....	17
1.8. Определение соматотипа по схеме Хит-Картера	18
1.8.1. Расчетный метод	18
1.8.2. Аппаратный метод	18
1.9. Метод центильных интервалов	19
1.10. Статистическая обработка данных.....	19
Глава 2. Оценка уровня физического развития спортсменов методом индексов	21
2.1. Оценка уровня физического развития спортсменов командных игровых видов спорта методом индексов на примере футболистов.....	21
2.2. Антропометрические характеристики и оценка уровня морфофункционального развития методом индексов спортсменов командных игровых видов спорта на примере студентов-баскетболистов.....	29
Глава 3. Сравнительная оценка габаритных размеров и показателей состава тела мужчин- спортсменов игровых видов спорта, специализирующихся в баскетболе, футболе и водном поло	40

Глава 4. Динамика компонентного состава тела спортсменов командных игровых видов спорта (на примере баскетболистов).....	58
4.1. Годичная динамика компонентного состава тела баскетболистов на фоне привычного пищевого рациона и физических нагрузок.....	58
4.2. Динамика состава тела баскетболистов с учетом особенностей физической нагрузки и рациона питания	64
Глава 5. Оценка состава тела методами антропометрии и биоимпедансометрии – сравнение результатов расчетной и двух аппаратных методик (на примере студенческой баскетбольной команды).....	77
Глава 6. Оценка типа телосложения спортсменов по схеме Хит-Картера	93
6.1. Тип телосложения мужчин-спортсменов игровых видов спорта, определенный по схеме Хит-Картера аппаратным методом	93
6.2. Различия оценки соматотипологического профиля спортсменов игровых видов спорта, связанные с использованием аппаратной и расчетной методик	102
6.3. Годичная динамика соматотипологического профиля студентов-баскетболистов	111
Глава 7. Интерпретация протоколов оценки состава тела методом биоимпедансометрии студентов-баскетболистов – частные случаи в практике спортивного отбора	118
Список литературы.....	151

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- % ВнекВ от МТ** – доля внеклеточной воды в массе тела, %
- % ВнукВ от МТ** – доля внутриклеточной воды в массе тела, %
- % ОВО от МТ** – доля общей воды в массе тела, %
- АЗ** – атакующий защитник
- АКМ (АКМкг)** – активная клеточная масса тела, кг (абсолютное количество активной клеточной массы)
- АНТРА** – расчетный метод определения состава тела, основанный на антропометрических измерениях
- АСБ** – ассоциация студенческого баскетбола
- БИ анализатор** – биоимпедансный анализатор
- БИА** – биоимпедансный анализ
- БИА-протокол** – протокол биоимпедансной оценки состава тела
- В** – вратарь
- ВК** – весовая категория
- ВнекВ/ВнукВ (Внек/Внук)** – индекс гидратации, основанный на соотношении показателей внеклеточной и внутриклеточной воды
- ВнекВ/ОВО (Внек/ОВО)** – индекс гидратации, основанный на соотношении внеклеточной воды к общей воде организма
- ВнекВ (Внекл.Вода, Внек)** – внеклеточная жидкость, кг
- ВнукВ (Внутрикл.Вода, Внук)** – внутриклеточная жидкость, кг
- Вода (ОВО)** – общая вода организма, кг
- ВОО (Осн.Обм.)** – величина основного обмена, ккал/сут
- ВП** – водное поло
- ВТБ** – Внешторгбанк
- ВУЗ** – высшее учебное заведение
- ВШЭ** – Высшая школа экономики
- ГК** – грудная клетка
- ГрК** – группа контроля
- ДЖЕЛ** – должная жизненная емкость легких, мл
- Доля АКМ от МТ** – доля активной клеточной массы тела от МТ, % (относительное количество активной клеточной массы в массе тела)
- Доля АКМ от ТМТ (АКМ%)** – доля активной клеточной массы тела от ТМТ, % (относительное количество активной клеточной массы в тощей массе тела)
- Доля ЖМТ (доля ЖМ, ЖМТ%)** – доля жировой массы тела, % (относительное количество жировой массы)

Доля КМТ – доля костной ткани, %

Доля СММ от МТ (СММ%) – доля скелетно-мышечной массы в массе тела, % от МТ (относительное количество скелетно-мышечной массы в массе тела)

Доля СММ от ТМТ – доля скелетно-мышечной массы в тощей массе тела, % от ТМТ (относительное количество скелетно-мышечной массы в тощей массе тела)

Доля ТМТ (доля ТМ) – доля тощей массы тела в общей массе тела, %

ДТ – длина тела, см

ЕВСК – Единая Всероссийская спортивная классификация

ЖЕЛ – жизненная емкость легких (жизненный объем легких), мл

ЖМТ (ЖМ, ЖМТкг) – жировая масса тела, кг (абсолютное количество жировой массы)

З – защитник

ИАКМ – индекс активной клеточной массы на единицу площади тела, $\text{кг}/\text{м}^2$

ИЖМ – индекс жировой массы на единицу площади тела, $\text{кг}/\text{м}^2$

ИК-отражение – метод инфракрасного отражения

ИМ – индекс Мануврие

ИМТ – индекс массы тела, $\text{кг}/\text{м}^2$

ИП – индекс Пинье

ИПД – индекс полового диморфизма Дж. Таннера

ИСММ – индекс скелетно-мышечной массы на единицу площади тела, $\text{кг}/\text{м}^2$

ИТБ – индекс отношения обхвата талии к обхвату бедер, усл.ед.

ИТМ – индекс тощей массы на единицу площади тела, $\text{кг}/\text{м}^2$

ИФР – индекс физического развития

ИЭ – индекс Эрисмана

КЖС – кожно-жировая складка, мм

КМС – кандидат в мастера спорта

КМТ – масса костной ткани, кг

КОЕ – колониобразующая единица

МГАФК – Московская государственная академия физической культуры

МГУ – Московский государственный университет

МЕДАСС – аппаратный метод измерения состава тела, основанный на биоимпедансометрии с помощью анализатора АВС-01 Медасс

- ММТ** – мышечная масса тела, кг
МО – Московская область
МРТ – магнитно-резонансная томография
МС – мастер спорта
МТ – масса тела, кг
Н – нападающий
НИИ – научно-исследовательский институт
ОБ – обхват бедер, см
ОГК – окружность грудной клетки, см
ОГК_{выдох} (выдох, см) – окружность грудной клетки при максимальном выдохе, см
ОГК_{вдох} (вдох, см) – окружность грудной клетки при максимальном вдохе, см
ОГК_{пауза} (спокойно, см) – окружность грудной клетки в паузе, см
ОТ – обхват талии, см
ОФП – общая физическая подготовка
ПЗ – полузащитник
ПО – программное обеспечение
ППТ – площадь поверхности тела
РЖД – Холдинг Российские железные дороги
РЗ – разыгрывающий защитник
РКТ – рентгеновская компьютерная томография
РФ – Российская Федерация
СММ (СММкг) – скелетно-мышечная масса тела, кг (абсолютное количество скелетно-мышечной массы)
ТМТ (ТМ, ТМТкг, БМТ) – тощая (безжировая) масса тела, кг (абсолютное количество тощей (безжировой) массы)
Уд.ВОО (Уд.Обм.) – основной обмен на единицу площади тела, ккал/м²
Ф – форвард
ФК – футбольный клуб
ФН – физическая нагрузка
ФНИ – фундаментальные научные исследования
ФР – физическое развитие
ФУ (Фаз.угол 50 кГц) – значение общего фазового угла, град.
Ц – центральной
ц.и. – центильный интервал
ШП – ширина плеч (акромиальный диаметр), см

- ШТ** – ширина таза (тазогребневый диаметр), см
- ACCUNIQ** – аппаратный метод измерения состава тела, основанный на биоимпедансометрии с помощью анализатора ACCUNIQ BC310
- DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry)** – двухэнергетическая рентгеновская денситометрия
- ЕСТО (ЭКТО)** – эктоморфный компонент, баллы
- ЕНДО (ЭНДО)** – эндоморфный компонент, баллы
- max** – максимум
- MESO (МЕЗО)** – мезоморфный компонент, баллы
- MESO*Phi50** – индекс мезоморфии к значению фазового угла на частоте 50 герц
- min** – минимум
- Phi5** – значение фазового угла на частоте 5 герц, град.
- Phi50** – значение фазового угла на частоте 50 герц, град.
- R** – активное сопротивление организма
- R5** – активное сопротивление организма на частоте 5 герц, Ом
- R50** – активное сопротивление организма на частоте 50 герц, Ом
- U** – возрастная группа
- X_c** – реактивное сопротивление организма (диэлектрический компонент импеданса)
- X_{c5}** – реактивное сопротивление организма на частоте 5 герц, Ом
- X_{c50}** – реактивное сопротивление организма на частоте 50 герц, Ом
- Z** – импеданс всего тела
- Δ** – дельта (изменение показателя)

ВВЕДЕНИЕ

Монография *«Морфологические показатели как предиктор успешности в командных игровых видах спорта»* содержит основные результаты работы по оценке уровня физического развития и морфологического статуса спортсменов мужского пола, специализирующихся в командных игровых видах спорта, и приурочена к 90-летию со дня рождения выдающегося российского ученого-биолога, анатома, морфолога и антрополога, профессора, доктора медицинских наук, член-корреспондента РАМН Бориса Александровича Никитюка (1933–1998) и к 85-летию со дня рождения ведущего специалиста в области функциональной и спортивной антропологии, доктора биологических наук Эдуарда Георгиевича Мартиросова (1938–2018), внесших неоценимый вклад в развитие спортивной антропологии и морфологии.

Монография включила в себя результаты оценки морфологических показателей мужчин-спортсменов, специализирующихся в футболе, баскетболе и водном поло, обследованных во время тренировочных и соревновательных сборов сотрудниками лаборатории антропонутрициологии и спортивного питания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии».

Подробно описаны методы исследования, включающие антропометрию, метод индексов, метод центильных интервалов, биоимпедансометрию и определение соматотипа по схеме Хит-Картер расчетным и аппаратным методами.

Результаты, представленные в данной работе, могут служить ориентировочными морфологическими критериями при отборе в команды студенческого баскетбола, профессионального футбола и олимпийского водного поло.

ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Обследуемый контингент

В рамках работы были обследованы спортсмены мужского пола, специализирующиеся в командных игровых видах спорта (футбол, баскетбол и водное поло).

В трехкратном обследовании (апрель 2022, апрель 2023 и май 2023 года) приняли участие спортсмены-баскетболисты – члены сборной команды Московской государственной академии физической культуры (МГАФК, п.г.т. Малаховка, МО, Россия) по баскетболу. Состав команды в апреле 2022 года был следующий: $n = 25$, возраст $20,3 \pm 1,79$ года, \min 18 лет, \max 23 года, спортивная квалификация (звание или разряд): 1-й взрослый разряд – 8 чел., 2-й взрослый разряд – 5 чел., кандидат в мастера спорта (КМС) – 10 человек, мастер спорта (МС) – 1 человек, без квалификации – 1 человек; в апреле 2023 года: $n = 30$, возраст $20,8 \pm 2,03$ года, \min 18 лет, \max 24 года, спортивная квалификация (звание или разряд): 1-й взрослый разряд – 15 чел., 2-й взрослый разряд – 5 чел., КМС – 6 человек, МС – 1 человек, без квалификации – 3 человека.

Было выделено 3 условных игровых амплуа: «Разыгрывающие», «Атакующие» и «Форварды+Центровые» (РЗ, АЗ, Ф+Ц). Разделение на условные игровые амплуа было проведено не по аналогии с зарубежными авторами (Грыко К., 2018; Jeličić M., 2002), где в условное игровое амплуа «Защитники» включали

разыгрывающих защитников и атакующих защитников, в условное игровое амплуа «Нападающие» включали легких форвардов и тяжелых форвардов, и в условное игровое амплуа «Центровой» включали центровых игроков, а в соответствии с рекомендациями Е.М. Солодовник (2020), где раскрыт перечень обязанностей и функционально-морфологические характеристики спортсменов-баскетболистов на поле. В соответствии с этими рекомендациями (Солодовник Е.М., 2020) в нашем исследовании в условное игровое амплуа «Разыгрывающие» (РЗ) включили разыгрывающих защитников, в условное игровое амплуа «Атакующие» (АЗ) – атакующих защитников, и в условное игровое амплуа «Форварды+Центровые» (Ф+Ц) – легких форвардов, тяжелых форвардов и собственно центровых игроков.

При динамическом наблюдении команды баскетболистов с интервалом в 1 год (апрель 2022 – апрель 2023) особенностью проводимого обследования было изменение командного состава в интервале между 1-м и 2-м измерениями: выпуск из академии – 4 чел.; прием в члены команды новых игроков – 9 чел. Также обращает на себя внимание факт нежелания многих студентов подтверждать более высокие спортивные квалификации. Т.е. спортсмены, поступившие в ВУЗ с квалификацией первокурсников и второклассников за 4 года обучения в бакалавриате и 2 года обучения в магистратуре, несмотря на интенсивные тренировки и участие в играх на студенческих чемпионатах, включенных в Единый календарный план межрегиональных и всероссийских мероприятий, не стремятся выполнить нормы по виду спорта «баскетбол», указанные в требованиях Единой Всероссийской спортивной классификации (ЕВСК) и, соответственно, не подают на рассмотрение пакет документов для принятия решения о присвоении спортсмену соответствующего разряда или звания.

При динамическом наблюдении с интервалом в 1 месяц на фоне изменения уровня физической нагрузки (ФН) и рациона питания в проспективное рандомизированное контролируемое параллельное слепое исследование были включены баскетболисты, обследованные в апреле 2023 года (28 спортсменов из 30): $n = 28$, возраст $20,8 \pm 2,04$ года; \min 18 лет, \max 24 года (данные по возрасту представлены в виде Среднее \pm Стандартное отклонение). В исследовании приняли участие игроки первого и второго командного составов. В основную группу ($n = 14$; возраст – $20,4 \pm 1,65$ года)

и в группу сравнения ($n = 14$; возраст – $21,0 \pm 2,35$ года) было включено поровну игроков из первого и второго командных составов.

Особенностью фона проведенного исследования является повышение или снижение уровня ФН в связи с изменением в тренировочно-соревновательной деятельности команды. У игроков всей команды количество тренировок снизилось до двух в неделю. При этом игроки первого состава участвовали в четвертьфинальных, полуфинальных и финальных играх турниров студенческой лиги, что сопровождалось увеличением уровня ФН. Игроки второго состава в играх не участвовали, что сопровождалось снижением уровня ФН.

Критерии включения: мужской пол, возраст от 18 до 24 лет; обучение в ФГБОУ ВО МГАФК в бакалавриате или магистратуре, занятия баскетболом по 4–6 тренировок в неделю не менее трех лет, ознакомление с протоколом исследования, подписанное спортсменами информированное согласие, отсутствие на момент включения в исследование острых инфекционных заболеваний и/или обострения хронических заболеваний.

Критерии исключения из исследования: развитие острого инфекционного заболевания, обострение хронических заболеваний, травма (перелом) в течение трех месяцев или растяжение связок в течение одного предшествующего исследованию месяца, отказ спортсмена от участия в исследовании.

Спортсмены основной группы в течение 23 дней получали 1 раз в сутки по 1 капсуле синбиотика Максифлор® (изготовлен ООО «В-МИН+» по заказу ООО «СТМФАРМ», Российская Федерация, свидетельство о государственной регистрации №KZ.16.01.98.003.E.001068.12.19 от 19.12.2019 г. ТУ 10.89.19-076-27389948-2019). Содержание компонентов в суточной порции (1 капсула): пробиотических микроорганизмов $\geq 1,31 \cdot 10^{10}$ КОЕ, в том числе *Lactobacillus* не менее $2,51 \cdot 10^9$ КОЕ, *Bifidobacterium* – не менее $1,00 \cdot 10^{10}$ КОЕ, молочнокислых микроорганизмов – $4,97 \cdot 10^8$ КОЕ, пребиотического компонента (фруктоолигосахаридов) – 110,6 мг. Вторым продуктом являлись «Кукурузные отруби» (Российская Федерация) – 44 г/сут, в качестве источника пищевых волокон (14 г/сут), арабиногалактанов (963 мг) и арабиноксиланов. Спортсмены группы сравнения получали по 1 капсуле плацебо, содержавшей мальтодекстрин, и панировочные суха-

ри (44 г/сут) с содержанием пищевых волокон – 3 г и арабиногалактанов 180 мг. Разница в энергетической ценности вводимых в основной рацион питания продуктов составила 5 ккал/сут. Все спортсмены, включенные в исследование, завершили его в установленные сроки.

Протокол исследования (№ 11 от 15.12.2021 г. в рамках выполнения ФНИ № FGMF–2022–0004) был одобрен этическим комитетом ФГБУН Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи.

В обследовании 2019 года приняли участие 24 футболиста Московского футбольного клуба «Велес» (ФК «Велес») профессиональной футбольной лиги второго дивизиона. Средний возраст игроков составил $24,16 \pm 0,87$ лет. Тренировочный стаж в футболе – от 12 до 15 лет. Обследуемые были разделены на подгруппы в зависимости от принадлежности к игровому амплуа: вратари ($n = 3$), полузащитники ($n = 11$), нападающие ($n = 4$) и защитники ($n = 6$).

В обследовании 2018 года приняли участие члены взрослой сборной команды РФ по водному поло ($n = 20$, возраст – $24,5 \pm 3,92$ года).

Группой контроля (ГК) послужили студенты, обучающиеся в Высшей школе экономики (ВШЭ) ($n = 47$, возраст – 17,6 лет). Студенты ГК имели 1-ю или 2-ю группу здоровья (в соответствии со сведениями из медицинских карт), при этом не имели спортивных квалификаций и разрядов, а также имели еженедельную нагрузку, подразумевающую собой здоровьесберегающие занятия, рекомендованные для студентов не физкультурных вузов, в спортивных секциях на базе ВШЭ в количестве 4-х академических часов. Обследование было проведено в 2019 году.

Каждая группа обследованных была однородна по возрасту, полу и уровню спортивного мастерства (кандидаты в мастера спорта, мастера спорта), и состояла только из игроков одной команды. Каждая группа включала не менее 20 обследуемых спортсменов с целью проведения корректного статистического анализа.

1.2. Организация исследования

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. В соответствии с законом о персональных данных сведения были деперсонализированы.

Все измерения проводились утром перед тренировкой, натощак, в медицинском кабинете, в нижнем белье. Во время измерений соблюдались стандартные условия измерения. Накануне физическая нагрузка была умеренной, вечерний прием пищи – до 19 часов вечера.

1.3. Антропометрия

Антропометрические измерения проводились по стандартной методике (Мартиросов Э.Г., 2006; Тутельян В.А., 2018). Методом антропометрии измеряли габаритные и длиннотные размеры тела, диаметры тела и конечностей, обхватные размеры тела и конечностей, толщины кожно-жировых складок. Для измерений использовали набор стандартных поверенных антропометрических инструментов – антропометр Мартина, электронные медицинские весы ВЭМ-150, толстотный циркуль, прорезиненная тканевая сантиметровая лента, калиперы Lange и GPM.

1.4. Метод индексов

Для оценки уровня физического развития (ФР) использовали метод индексов. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали по формуле $ИМТ = МТ (кг) / ДТ (м^2)$ (Мартиросов Э.Г., 2006; Тутельян В.А. 2018; Никитюк Б.А., 1998; Ткачук М.Г., 2003). По формуле $ИЭ = ОГК_{пауза} (см) - ДТ (см)/2$ рассчитывали индекс Эрисмана (Мартиросов Э.Г., 2006), позволяющий определить пропорциональность развития грудной клетки. О хорошем развитии грудной клетки говорят показатели ИЭ равные или превышающие у мужчин значение +5,8 см. Показатели ниже этих границ или отрицательные значения свидетельствуют об узкогрудости. По формуле $ИП = ДТ (см) - (МТ (кг) + ОГК_{выдох} (см))$ рассчитывали индекс Пинье (Мартиросов Э.Г., 2006), определяющий крепость телосложения, «коренастость». Чем меньше значение ИП, тем лучше показатель крепости телосложения. Для взрослых индивидуумов интерпретация показателей ИП следующая: меньше 10 – крепкое; 10–20 – хорошее; 21–25 – среднее; 26–35 –

слабое, 36 и больше – крайне слабое телосложение. М.В. Черноруцкий (Мартиросов Э.Г., 2006) величины индекса Пинье использовал для определения типа конституции. Согласно его классификации, у нормостеников ИП равен 10–30, у астеников – больше 30, у гиперстеников – меньше 10. Степень соматической половой дифференциации оценивалась по индексу полового диморфизма Дж. Таннера (Никитюк Б.А., 1998) ($ИПД = ШП \times 3 - ШТ$). Показатель ИПД менее 72 оценивался как гинекоморфия, от 72 до 91 – как мезоморфия и более 91 – как андроморфия. Индекс отношения обхвата талии к обхвату бедер (ИТБ) рассчитывали как отношение ОТ к ОБ.

1.5. Оценка физиометрических показателей

Измеряли физиометрические показатели баскетболистов и рассчитывали на их основании физиометрические индексы.

1.6. Определение состава тела расчетным методом

Компонентный состав тела определяли на основе антропометрии расчетным методом по формулам Й. Матейка (Matiegka J., 1921) в модификации Н.Ю. Лутовиновой, М.И. Уткиной и В.П. Чтецова (Анисимова А.В., 2021; Тутельян В.А., 2022). 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 Миффлина-Сан Жеора и содержание общей воды организма по формуле Ноотсоорег (Тутельян В.А., 2018).

Для расчета жировой массы тела измеряли следующие антропометрические параметры – 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). Для расчета скелетно-мышечной массы тела (СММ) измеряли 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).

1.7. Определение состава тела аппаратным методом (биоимпедансометрия)

Биоимпедансные измерения выполняли с помощью анализатора состава тела и водных секторов организма ABC-01 Медасс (НТЦ «МЕДАСС», Россия) (Мартиросов Э.Г., 2006; Мартиросов Э.Г., 2010).

С помощью биоимпедансного анализатора ABC-01 Медасс оценивали параметры биоимпеданса (активное сопротивление на частоте 50 герц (R_{50} , Ом) и 5 герц (R_5 , Ом), реактивное сопротивление на частоте 50 герц (X_{c50} , Ом) и 5 герц (X_{c5} , Ом), значение фазового угла на частоте 50 герц (Φ_{i50} , град.), значение фазового угла на частоте 5 герц (Φ_{i5} , град.), значение общего фазового угла (Фаз.угол 50 кГц, град.); параметры компонентного состава тела (жировая масса (ЖМ, кг), доля жировой массы (доля ЖМ, %), тощая масса (ТМ, кг), доля тощей массы тела (доля ТМТ, %), активная клеточная масса (АКМ, кг), доля активной клеточной массы тела от ТМТ (доля АКМ, % от ТМТ), доля активной клеточной массы тела от МТ (доля АКМ, % от МТ), скелетно-мышечная масса (СММ, кг), доля скелетно-мышечной массы тела от ТМТ (доля СММ, % от ТМТ), доля скелетно-мышечной массы тела от МТ (доля СММ, % от МТ); параметры основного обмена (величина основного обмена в сутки (Осн.Обм., ккал), удельная величина основного обмена на единицу площади тела в сутки (Уд.Обм., ккал/м²); параметры водных секторов организма (общая вода организма (Вода, кг), доля общей воды от МТ (% ОВО от МТ), внеклеточная вода (Внекл.Вода, кг), доля внеклеточной воды от МТ (% ВнекВ от МТ), внутриклеточная вода (Внутрикл.Вода, кг), доля внутриклеточной воды от МТ (% ВнукВ от МТ), индекс гидратации, основанный на соотношении показателей внеклеточной и внутриклеточной воды (Внек/Внук); индекс гидратации, основанный на соотношении внеклеточной воды к общей воде организма (Внек/ОВО) рассчитывали вручную); балльные значения компонентов соматотипа для определения соматопрофиля по схеме Хит-Картер (эндоморфный компонент (ENDO), мезоморфный компонент (MESO), эктоморфный компонент (ECTO), а также некоторых индексов вышеописанных показателей (индекс мезоморфии к значению фазового угла на частоте 50 герц (MESO* Φ_{i50}), индекс жировой массы на единицу площади тела

(ИЖМ, кг/м²), индекс тощей массы на единицу площади тела (ИТМ, кг/м²), индекс активной клеточной массы на единицу площади тела (ИАКМ, кг/м²), индекс скелетно-мышечной массы на единицу площади тела (ИСММ, кг/м²) (Руднев С.Г., 2014).

Дополнительно для сравнительного анализа данных, полученных с помощью двух БИ анализаторов, состав тела определяли с помощью базового многочастотного портативного биоимпедансного анализатора состава тела ACCUNIQ BC310 (SELVAS Healthcare Inc., Daejeon, Южная Корея).

Для 7-й главы из 84 БИА протоколов обследованных трехкратно баскетболистов было отобрано 14, представляющих собой интерес для практической работы с целью проведения спортивного отбора. При сравнении индивидуальных данных со значениями 50-го центильного интервала распределения признака, полученного при статистических расчетах на российской популяции (Руднев С.Г., 2014), достоверно отличающимися при сравнении с популяционной нормой считались показатели, находящиеся в 95-м ц.и. и выше, а также в 3-м ц.и. и ниже ($p \leq 0,05$).

1.8. Определение соматотипа по схеме Хит-Картера (Carter J.E., 1990)

1.8.1. Расчетный метод

Соматотипологический профиль по схеме Хит-Картера расчетным методом определяли по стандартным формулам. Для расчетного метода с помощью стандартного антропометрического инструментария измерили 10 антропометрических параметров. Для определения балльного значения компонента эндоморфии – три кожно-жировые складки (КЖС) – на спине под лопаткой, на задней поверхности плеча над трицепсом и на животе. Для определения балльного значения компонента мезоморфии – КЖС на голени, два диаметра конечностей (дистального эпифиза плеча и дистального эпифиза бедра), и два обхватных размера конечностей (обхват плеча и охват голени). Для определения балльного компонента эктоморфии – ДТ и МТ.

1.8.2. Аппаратный метод

Биоимпедансные измерения выполняли с помощью анализатора состава тела и водных секторов организма ABC-01 Медасс (Мартиросов Э.Г., 2010). Соматотипологический профиль оцени-

вали с помощью программы ABC-01_0362 (версии программного обеспечения (ПО) 2019 и ПО 2022 года), позволяющей по стандартным антропометрическим измерениям с помощью расчетных формул на основе данных активного сопротивления тканей определить и графически представить как индивидуальный соматотипологический профиль спортсменов, так и рассчитать средний групповой соматотип для обследованной группы. Оценка компонентов соматотипа ENDO (жировой компонент) и MESO (мышечный компонент) по схеме Хит-Картера (в баллах) получали на основе показателей биоимпедансометрии (Колесников В.А., 2016).

С целью оценки динамики соматотипа в течение тренировочного цикла трехкратно были обследованы 12 баскетболистов; результаты представлены в главе 6.3.

1.9. Метод центильных интервалов

Центильные картины и принадлежность показателей к центильным интервалам экспортированы из программного обеспечения БИ анализатора ABC-01 Медасс (Руднев С.Г., 2014). За нормативы были взяты медианные значения популяционной нормы РФ для мужчин 21 года.

1.10. Статистическая обработка данных

Обработка данных (статистические расчеты и построение графиков) выполнялась с использованием программы Microsoft Excel 2007 и Statistica 12 (StatSoft, США). Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка. Проверку достоверности различия средних значений изучаемых признаков оценивали с помощью параметрического t-критерия Стьюдента в случае нормального распределения, и непараметрических критериев: U-критерия Манна-Уитни (Mann-Whitney U test) в случае ненормального распределения для независимых выборок и T-критерия Вилкоксона для связанных (зависимых) выборок. Критический уровень значимости принимался равным 0,05. Корреляционный анализ проводили по Блэнд-Альтману (Дерябин В.Е., 2005; Глушанко В.С., 2012; Халафян А.А., 2007). Достоверность различий между независимыми группами определяли с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни (U-тест), $p < 0,05$.

Для главы 2 при оценке ФР методом индексов межгрупповой анализ данных МТ и ДТ спортсменов различных амплуа был осуществлен посредством сочетаний методов статистического анализа, включающих 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 Крускала-Уолеса – H-критерий) в качестве методов непараметрического статистического анализа. Уровень значимости составлял 0,05.

ГЛАВА 2. ОЦЕНКА УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СПОРТСМЕНОВ МЕТОДОМ ИНДЕКСОВ

2.1. Оценка уровня физического развития спортсменов командных игровых видов спорта методом индексов на примере футболистов

История развития оценки физического развития (ФР) началась с использования роста-весовых таблиц со значениями основных антропометрических признаков и расчета количественных антропометрических индексов (индексов физического развития, ИФР), широкое распространение использования которых объяснялось простотой вычисления и легкостью применения – индексы позволяли охарактеризовать ФР по соотношению отдельных антропометрических признаков, выраженных в математических формулах (Мартыросов Э.Г., 2006). Метод индексов и в настоящее время применяется для экспресс-оценки уровня ФР и пищевого статуса при скрининговых медицинских осмотрах (Тутельян В.А., 2018). Однако недостатком этого метода является исходное предположение о том, что форма, размеры и соотношение компонентов тела у всех людей изменяются пропорционально, что отвергает современная антропология – современные исследования показывают, что при изменении одного из размеров человеческого тела не существует пропорционального изменения других. Поэтому в настоящее время метод индексов без оценки состава тела практически не применяется и является дополнительной ме-

тодической при комплексной оценке ФР (Мартиросов Э.Г., 2006; Тутельян В.А. 2018; Никитюк Б.А., 1998; Ткачук М.Г., 2003).

Наиболее распространенные в применении индексы называются простыми, включают два признака (массу тела и длину тела, или длину тела и окружность грудной клетки) и называются весо-ростовыми и грудно-ростовыми. К весо-ростовым индексам относятся индекс массы тела (ИМТ, Кетле II) который выявляет как дефицит, так и избыток массы тела относительно роста, но мало зависит от особенностей телосложения и конституции и не позволяет объективно оценить, за счет какого компонента массы тела произошли изменения в организме (Мартиросов Э.Г., 2006; Тутельян В.А., 2018). К грудно-весовым индексам относят индекс Эрисмана (ИЭ), который показывает пропорциональность между ростом и окружностью грудной клетки и выявляет у обследуемых индивидов узкогрудость либо широкогрудость (Мартиросов Э.Г., 2006). Еще один простой индекс, позволяющий оценить степень соматической половой дифференциации, называется индекс полового диморфизма Дж. Таннера (ИПД) (Никитюк Б.А., 1998). К сложным индексам, включающим 3 и более показателей, относится индекс Пинье (ИП), который характеризует крепость телосложения; чем меньше показатели индекса, тем крепче телосложение (Мартиросов Э.Г., 2006).

Результаты исследования. Нами была проведена оценка уровня физического развития игроков Московского футбольного клуба профессиональной футбольной лиги второго дивизиона методом индексов (как, в общем, по группе, так и с учетом разделения на игровые амплуа), а также выявлены отличия обследованных спортсменов от элитных футболистов высокого класса (Выборная К.В., 2021).

Средние показатели массы и длины тела, окружности грудной клетки в трех положениях, а также средние значения индексов физического развития в целом по группе обследованных футболистов и при разделении по игровым амплуа, представлены в табл. 1.

При оценке уровня ФР по ИМТ было показано, что 21 футболист имеет нормальные, а 3 футболиста – повышенные значения ИМТ. При этом в среднем по группе и по группам при разделении на игровые амплуа значения ИМТ находились в пределах нормальных значений. Следует отметить, однако, что у вратарей значение ИМТ по группе было ниже на 1,7–1,8 единиц, чем у полевых игроков.

Таблица 1. Основные антропометрические показатели и значение индексов физического развития обследованных спортсменов в среднем по группе и согласно разделению на игровые амплуа

Показатели	Игровое амплуа				Все спортсмены (n = 24)
	Вратари (n = 3)	Полузащитники (n = 11)	Нападающие (n = 4)	Защитники (n = 6)	
Масса тела	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)
Длина тела	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)
ОГК (спокойно)	94,7±1,67 (93÷98)	95,3±1,22 (90,3÷103,5)	96,8±3,9 (86÷103)	98,9±1,94 (93÷104)	96,3±0,98 (86÷104)
ОГК (вдох)	98±1,53 (96÷101)	98,5±1,09 (94÷106)	99,8±3,77 (89÷105)	102,1±1,96 (96÷108)	99,5±0,94 (89÷108)
ОГК (выдох)	91±1,26 (89,5÷93,5)	91,6±1,2 (86,5÷99,5)	93,3±3,72 (83÷99)	94,1±2,03 (89÷103)	92,4±0,94 (83÷103)
Индексы физического развития					
Индекс массы тела ИМТ	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
Индекс Пинье (ИП)	18,6±1,53 (15,6÷20,5)	11,5±2,57 (-10,3÷24)	9,8±7,02 (-1,5÷29,7)	9,2±3,14 (0÷18,8)	11,5±1,82 (-10,3÷29,7)
Индекс Эрисмана (ИЭ)	2,3±0,16 (2÷2,5)	4,2±2,7 (-19,5÷17,5)	5,0±2,35 (-1,5÷9,5)	7,4±1,24 (3,5÷11)	4,9±1,33 (-19,5÷17,5)
Индекс полового диморфизма Дж. Таннера (ИПД)	106±6,8 (99÷119,5)	94,9±1,26 (87÷101)	94,2±2,93 (89÷102)	96,3±2,16 (88÷102,5)	96,5±1,35 (87÷119,5)

Примечание:

– данные представлены в виде средней арифметической и стандартной ошибки средней арифметической $M \pm \sigma$, минимума и максимума $\min \div \max$.

При расчете ИЭ в группе обследованных спортсменов выявлены как представители с хорошо развитой грудной клеткой (ГК), так и с узкой грудной клеткой. Их количество разделилось поровну (по 50%, по 12 чел.). В группе с хорошо развитой ГК ИЭ составил $8,85 \pm 0,9$ ($5,75 \div 17,5$), в группе с узкой ГК – $0,94 \pm 1,93$ ($-19,5 \div 5,0$). При разделении на игровые амплуа во всех группах (кроме группы вратарей) были выявлены представители с обоими типами ГК: в группе вратарей (В) – 3 представителя (100%) с узкой грудной клеткой; в группе полузащитников (ПЗ) – 6 игроков

(54,5%) с нормальной ГК со средним значением ИЭ $8,9 \pm 1,76$ ($5,75 \div 17,5$) и 5 (45,5%) – с узкой ГК со средним значением ИЭ – $1,44 \pm 4,57$ ($-19,5 \div 4,8$); в группе нападающих (Н) – 2 игрока (50%) с нормальной ГК со средним показателем ИЭ $8,25 \pm 1,25$ ($7 \div 9,5$) и 2 (50%) – с узкой ГК со средним показателем ИЭ $1,75 \pm 3,25$ ($-1,5 \div 5$); в группе защитников (З) – 4 игрока (66,7%) с нормальной ГК со средним показателем ИЭ $9,1 \pm 0,97$ ($6,5 \div 11$) и 2 (33,3%) – с узкой ГК со средним показателем ИЭ $4 \pm 0,5$ ($3,5 \div 4,5$). В группе полузащитников и нападающих выделено по одному игроку с отрицательными показателями ИЭ. Больше всего игроков с узкой грудной клеткой выявлено в группе вратарей (100%), меньше всего – в группе защитников.

Средний показатель Индекса Пинье по группе всех обследованных спортсменов составил $11,5 \pm 1,82$. По схеме соматотипирования Черноруцкого было выявлено 9 гиперстеников (37,5% обследованных) со средним показателем ИП $2,5 \pm 2,04$ ($-10,3 \div 9,5$), обладающих крепким телосложением, и 15 нормостеников (62,5%) со средним показателем ИП $16,9 \pm 1,29$ ($10,5 \div 29,7$), обладающих хорошим и средним телосложением. Индивидов со слабым и крайне слабым телосложением выявлено не было.

При разделении спортсменов по игровым амплуа самый низкий показатель ИП был выявлен в группе защитников, а самый высокий – в группе вратарей, что указывает на то, что защитники обладали более крепким телосложением, чем остальные футболисты, вратари по крепости телосложения находятся на последнем месте, полузащитники и нападающие занимают промежуточные позиции. Все вратари (100%, 3 чел.) относились к нормостеникам, среди полузащитников выявлено 8 нормостеников (72,7%) и 3 гиперстеника (27,3%), среди нападающих – 3 нормостеника (75%) и 1 гиперстеник (25%) и среди защитников поровну – 3 нормостеника (50%) и 3 гиперстеника (50%).

Среднее значение ИПД по группе составило $96,5 \pm 1,35$. Из 24 футболистов у 21 спортсмена (87,5%) выявлен показатель андроморфии (со средней величиной $97,7 \pm 1,3$), в остальных 3 случаях (12,5%) – показатель мезоморфии (со средней величиной $88,0 \pm 0,6$). Разделение по игровым амплуа показало, что самый высокий среднегрупповой показатель ИПД выявлен у вратарей, далее следует группа защитников, и равные показатели в группах полузащитников и нападающих. Причем, футболисты с мезо-

морфным типом обнаружены в группах Н, ПЗ и З (по 1 представителю). Среди спортсменов не встречаются представители гинекорморфного соматотипа. Проведенный анализ свидетельствует о высоком уровне андрогенизации у обследованных нами спортсменов.

Обсуждение результатов. Д.Э. Файзуллин (2013) провел анализ антропометрических показателей вратарей высокой квалификации в сравнении с полевыми игроками. Было показано, что самыми высокорослыми игроками среди футболистов, выступающих в составах команд Высшей лиги ($n_{\text{врат}} = 18$, $n_{\text{напад}} = 46$, $n_{\text{защ}} = 36$), оказались вратари ($179,9 \pm 7,62$ см). Они превосходят в росте нападающих ($174,7 \pm 6,1$ см) и защитников ($173,9 \pm 5,4$ см) ($p < 0,05$). Также вратари ($72,7 \pm 5,82$ кг) превосходят нападающих ($68,1 \pm 6,0$ кг) и защитников ($69,1 \pm 5,19$ кг) по массе тела ($p < 0,05$). Полевые игроки между собой по МТ и ДТ достоверных различий не имеют ($p > 0,05$).

По данным той же работы (Файзуллин Д.Э., 2013) самыми высокорослыми игроками Суперлиги ($n_{\text{врат}} = 10$, $n_{\text{напад}} = 26$, $n_{\text{защ}} = 21$) также оказались вратари ($179,5 \pm 2,91$ см). Они достоверно превосходят по длине тела как нападающих ($175,5 \pm 5,7$ см), так и защитников ($174,9 \pm 5,7$ см) ($p < 0,05$). Вратари $80,2 \pm 6,1$ кг также достоверно превосходят нападающих $71,9 \pm 6,5$ кг и защитников $71,1 \pm 5,1$ кг по массе тела ($p < 0,05$). Полевые игроки между собой по МТ и ДТ достоверных различий не имеют ($p > 0,05$).

При обследовании игроков, выступающих за сборную команду России по мини-футболу ($n_{\text{врат}} = 10$, $n_{\text{напад}} = 25$, $n_{\text{защ}} = 20$), Д.Э. Файзуллин (2013) показал, что самыми высокорослыми игроками, как и в предыдущих исследованиях, были вратари (ДТ – $181,5 \pm 3,5$ см), которые существенно превосходят полевых игроков по длине тела (нападающие – $178 \pm 3,26$ см, защитники – $177 \pm 3,53$ см) ($p < 0,05$). Средний показатель массы тела вратарей ($79,6 \pm 2,1$ кг) достоверно ($p < 0,05$) превосходит массу тела нападающих $76,1 \pm 7,63$ кг и защитников ($74,0 \pm 8,44$ кг), а показатели полевых игроков не отличаются между собой.

Изучая морфологические показатели футболистов разных команд, участвующих в Чемпионате мира по футболу в 2018 году, В.И. Перевозник с соавт. (2018) также показали, что футболисты имеют характерные габаритные размеры тела и ряд их различий в зависимости от спортивного амплуа. Футболисты не объ-

единяются в одну группу, а распределяются по классам с учетом игровой специализации, что полностью отрицает тезис об «универсальном» футболисте. Вратари ($n = 96$, средний возраст – $29,1 \pm 0,4$ лет, ДТ – $188,8 \pm 0,5$ см, МТ – $82,2 \pm 0,6$ кг) превышали защитников ($n = 242$, средний возраст – $27,6 \pm 0,3$ лет, ДТ – $183,5 \pm 0,4$ см; МТ – $76,9 \pm 0,4$ кг), полузащитников ($n = 288$, средний возраст – $26,7 \pm 0,2$ лет, ДТ – $179,3 \pm 0,4$ см, МТ – $73,0 \pm 0,4$ кг) и нападающих ($n = 110$, средний возраст – $27,0 \pm 0,4$ лет, ДТ – $182,8 \pm 0,6$ см, МТ – $77,3 \pm 0,6$ кг) по массе и длине тела. При этом самыми массивными и рослыми среди полевых игроков были нападающие, а полузащитники обладали самыми низкими морфологическими параметрами.

Анализ показателей физического развития испанских футболистов (Рыжик М.Т., 2018), выступающих за три самых известных спортивных клуба, показал, что морфологические показатели спортсменов, включая элитных игроков, сильно отличаются друг от друга, однако, это никак не влияет на их достижения и уровень мастерства. Антропометрические показатели, однако, играют большую роль при составлении списка игроков основного состава и запасных футболистов, их расстановке на поле и объединении усилий ближайших спортсменов в случае удаления с поля находящегося рядом с ними игрока. Результаты антропометрических показателей вратарей испанских клубов были следующими: «Барселона» – средний возраст $26,5 \pm 2,12$ лет, ДТ – $186,0 \pm 1,41$ см, МТ – $84,0 \pm 1,41$ кг, ИМТ – $24,28 \pm 0,04$ кг/м², площадь поверхности тела (ППТ) – $2,1 \pm 0,03$ м²; «Реал Мадрид» – средний возраст $27,0 \pm 4,9$ лет, ДТ – $186,0 \pm 2,55$ см, МТ – $81,33 \pm 2,94$ кг, ИМТ – $23,5 \pm 0,2$ кг/м², ППТ – $2,07 \pm 0,05$ м²; «Атлетико Мадрид» – средний возраст $26,00 \pm 4,42$ лет, ДТ – $189,67 \pm 1,47$ см, МТ – $84,0 \pm 0,71$ кг, ИМТ – $23,35 \pm 0,18$ кг/м², ППТ – $2,14 \pm 0,02$ м². Результаты антропометрических показателей нападающих испанских клубов были следующими: «Барселона» – средний возраст $25,40 \pm 2,22$ лет, ДТ – $176,40 \pm 2,2$ см, МТ – $73,80 \pm 3,6$ кг, ИМТ – $23,70 \pm 0,92$ кг/м², ППТ – $1,90 \pm 0,05$ м²; «Реал Мадрид» – средний возраст $27,2 \pm 2,06$ лет, ДТ – $182,4 \pm 2,48$ см, МТ – $78,4 \pm 2,5$ кг, ИМТ – $23,54 \pm 0,31$ кг/м², ППТ – $2,01 \pm 0,05$ м²; «Атлетико Мадрид» – средний возраст $27,00 \pm 2,24$ лет, ДТ – $175,60 \pm 2,97$ см, МТ – $71,20 \pm 2,3$ кг, ИМТ – $23,08 \pm 0,19$ кг/м², ППТ – $1,87 \pm 0,05$ м². Площадь поверхности тела вратарей выбранных трех клубов превышает 2 м², из чего авторы статьи сде-

лали предположение, что большая площадь тела спортсмена позволяет вратарям лучше защищать ворота. Также выявлено, что нападающие всех трех клубов обладают меньшими, чем у голкиперов, морфологическими параметрами, что связано с необходимостью форвардов развивать большую скорость, обгонять соперников и забивать голы.

Вратари из нашего исследования по ДТ превышали полевых игроков, однако, по МТ и ИМТ они занимали предпоследнюю позицию в четырех подгруппах и были массивнее только игроков полузащиты. При этом по ДТ вратари из нашего исследования были выше, чем вратари команд Высшей лиги, Суперлиги и сборной команды России по мини-футболу, чьи морфологические данные представлены в исследованиях Д.Э. Файзуллина (2013), и ниже, чем вратари разных команд, участвующих в Чемпионате мира по футболу 2018 года и вратарей испанских футбольных клубов, чьи морфологические данные представлены в исследованиях Перевозника с соавт. (2018) и М.Т. Рыжик с соавт. (2018).

На основании проведенного анализа литературы, результаты которого показывают четкое различие полевых игроков и вратарей по антропометрическим данным, и сравнения результатов нашего исследования с литературными данными, можно сделать выводы, что обследованные нами вратари не соответствуют требованиям, предъявляемым вратарям команд высшей лиги. Вратари высшей квалификации более массивные и рослые, имеют достаточно высокие показатели роста и массы тела при нормальных значениях ИМТ и значениях площади поверхности тела более 2 м^2 при норме для мужчин до $1,9 \text{ м}^2$.

Если сравнивать значения ИП игроков команды, обследованной нами, с данными аналогичных исследований, то можно увидеть, что наши данные не коррелируют с данными О.В. Филатовой с соавт. (Филатова О.В., 2013), которая показала, что средняя величина ИП по группе футболистов юношей 17–21 года при средней длине тела $181,2 \pm 1,94 \text{ см}$, массе тела $62,9 \pm 2,31 \text{ кг}$, ИМТ $19,1 \pm 1,27$ и ОГК $88,4 \pm 1,33 \text{ см}$ составила $27,4 \pm 2,22$. При этом 42% обследованных относились по схеме Черноруцкого к нормостеникам и 58% – к астеникам. Данные различия можно объяснить тем, что величина ИП зависит от 3 основных морфологических параметров ДТ, МТ и $\text{ОГК}_{\text{выдох}}$, и обследованные нами футболи-

сты отличались от сравниваемой группы юношей по морфологическим показателям – при одинаковом показателе длины тела средний показатель массы тела был примерно на 12 кг больше.

При сопоставлении полученных нами данных с аналогичным исследованием (Филатова О.В., 2013), где было показано, что все обследованные футболисты относились к андроморфам, можно предположить, что для мужского футбола наиболее характерно физическое развитие по андроморфному типу, т.к. 87,5% обследованных нами спортсменов также относились к андроморфам.

Выводы

Проведенный анализ полученных данных подтверждает необходимость учитывать антропометрические показатели в качестве эталона в профессиональном футболе. В результате экспресс-оценки уровня физического развития футболистов методом индексов было показано, что обследованные нами спортсмены обладают крепким телосложением при оценке по схеме Черно-руцкого и по индексу Пинье, преимущественно андроморфным и мезоморфным типом развития при оценке индекса полового диморфизма и являются обладателями преимущественно широкой грудной клетки при оценке по индексу Эрисмана.

При этом вратари отличаются по уровню ФР от полевых игроков – они имеют более низкие показатели ИМТ, все имеют узкую грудную клетку при оценке по индексу Эрисмана, имеют средне-крепкое телосложение по индексу Пинье и самые высокие среднегрупповые показатели индекса полового диморфизма Таннера, что указывает на развитие их по андроморфному типу. Однако, вратари команды, обследованные нами, не соответствуют требованиям, предъявляемым вратарям команд высшей лиги, т.к. вратари высшей квалификации более массивные и рослые, имеют достаточно высокие показатели роста и массы тела при нормальных значениях ИМТ и значениях площади поверхности тела более 2 м^2 при норме для мужчин до $1,9 \text{ м}^2$.

2.2. Антропометрические характеристики и оценка уровня морфофункционального развития методом индексов спортсменов командных игровых видов спорта на примере студентов-баскетболистов

Баскетбол – командный игровой вид спорта с ранней специализацией, популярный во всем мире. В баскетбол начинают играть с самого раннего возраста – для дошкольников баскетбол доступен с трех лет на уроках физкультуры в детском саду, где ребенка знакомят с мячом и сеткой. Профессиональное обучение детей баскетболу начинается с возраста 5–6 лет. Первые 4–5 лет дети занимаются вместе, а в 10 лет тренер формирует мужскую и женскую юношеские команды. В баскетболе спортсменам необходимо освоить базовые техники, понимать тактику, развивать определенные физические качества. Для успешности в баскетболе необходимы как определенные биомоторные качества (скорость, ловкость, сила, координация и выносливость), так и антропометрические. Антропометрическим параметром, важным для баскетболистов, в первую очередь является длина тела, с которой связаны в свою очередь длиннотные размеры конечностей (длина рук, длина ног, размах рук), а также широтные размеры туловища (акромиальный диаметр). Дополнительными важными морфологическими показателями являются компонентный состав тела (относительные показатели мышечной, жировой и костной массы тела) и соматотипологический профиль (Susanto N., 2020).

Согласно данным одного из исследований (Potohaci M., 2017), физическая активность может влиять на развитие у детей и подростков определенных биомоторных и морфологических качеств, связанных с конкретным видом спорта. И наоборот, наличие определенных биомоторных и морфологических качеств индивида помогает тренеру осуществлять отбор и прогнозировать вид спорта, в котором индивид сможет максимально эффективно проявить себя (Mala L., 2015).

Согласно вышесказанному, игроки, специализирующиеся в конкретном командном виде спорта и играющие на поле на определенной игровой позиции, имеют свои морфологические характеристики. На место в первом составе в команде, в соответствии с определенными морфологическими характеристиками, отбираются кандидаты наиболее физически развитые и наиболее при-

ближенные по своим характеристикам к спортсменам, являющимся носителями эталонного морфопрофиля.

В связи с этим следует проводить оценку антропометрических характеристик баскетболистов различных квалификационных уровней, чтобы на всех ступенях спортивной подготовки, начиная с детско-юношеского уровня и заканчивая уровнем игроков сборных команд страны, иметь представление об ориентировочных морфологических критериях отбора в баскетбол и грамотно контролировать морфофункциональное состояние игроков (Susanto N., 2020).

Результаты исследования. Нами была проведена оценка морфологического статуса студентов-баскетболистов и выявлены различия в морфофункциональных показателях между игроками разных игровых амплуа (Выборная К.В., 2024).

В табл. 2 представлены габаритные (тотальные) и длиннотные (продольные) размеры тела баскетболистов, как в целом по группе, так и при разделении на условные игровые амплуа.

Таблица 2. Габаритные и длиннотные размеры тела баскетболистов

Измеряемый показатель	Амплуа обследованных мужчин–баскетболистов			
	Защитники (n = 15)		Форварды + центровые (n = 8)	Все баскетболисты (n = 23)
	разыгрывающие (n = 4)	атакующие (n = 11)		
	1	2	3	
Средний возраст, лет	21,2±1,8	20,3±1,5	21,3±1,9	20,8±1,7
Длина тела, см	181,4±7,5 ³	187,6±3,9 ³	193,4±5,9 ^{1,2}	188,6±6,6
Масса тела, кг	80,2±4,2 ³	81,2±4,1 ³	90,9±6,2 ^{1,2}	84,4±6,8
Длина корпуса, см	87,7±4,2 ³	91,1±2,3 ³	94,5±2,5 ^{1,2}	91,7±3,6
Длина туловища, см	54,7±3,4 ³	57,3±1,9 ³	60±2,6 ^{1,2}	57,8±3
Длина руки, см	80,6±5,2	81,8±1,9	82,4±3	81,8±2,9
Длина плеча, см	34,6±2,5	34,9±1,2	35,7±1,8	35,1±1,7
Длина предплечья, см	26,1±2,1	26,1±1,6	26,4±1,6	26,2±1,6
Длина кисти, см	19,9±1,3	20,7±1,1	20,3±1,7	20,4±1,4
Длина ноги, см	98,3±5,5	101,7±3,2	104,2±5,2	102±4,6
Длина бедра, см	48,1±2,2	48,8±1,7	50,5±2,9	49,3±2,4
Длина голени, см	41,5±3,7	44,2±2,9	45,2±3,7	44,1±3,4

Примечание:

достоверные отличия

¹ – от группы разыгрывающих;

² – от группы защитников;

³ – от группы центровых;

– данные представлены в виде средней и стандартного отклонения.

При анализе было показано, что разыгрывающие не отличаются достоверно от атакующих защитников по длиннотным размерам туловища и конечностей ($p>0,05$). При этом РЗ и АЗ достоверно отличаются от спортсменов группы Ф+Ц по длине и массе тела, длине туловища и длине корпуса ($p<0,05$). В показателях длины руки, плеча, предплечья, кисти, ноги, бедра и голени между спортсменами всех трех игровых амплу различия не достоверны ($p>0,05$). В целом отмечается закономерность увеличения габаритных и длиннотных размеров тела от РЗ к спортсменам группы Ф+Ц.

Таблица 3. Диаметры тела и конечностей баскетболистов (поперечные размеры)

Измеряемый показатель	Амплу обследованных мужчин–баскетболистов			
	Защитники (n = 15)		Форварды + центровые (n = 8)	Все баскетболисты (n = 23)
	разыгрывающие (n = 4)	атакующие (n = 11)		
	1	2	3	
Акромиальный диаметр (ширина плеч), см	41±1,8 ³	41,6±2,3	44,3±1,8 ¹	42,4±2,4
Среднегрудный поперечный диаметр (поперечный диаметр грудной клетки), см	29,9±1,5	28,5±1,2	29,7±3,2	29,1±2,1
Среднегрудный сагиттальный диаметр (продольный диаметр грудной клетки), см	21,1±1	19,9±1,2	20,8±1,4	20,4±1,3
Тазогребневый диаметр (ширина таза), см	28,1±1,5	29,1±1,2	30,1±1,4	29,3±1,4
Диаметр дистальной части плеча, см	6,8±0,4	6,9±0,4	7,2±0,4	7±0,4
Диаметр дистальной части предплечья, см	5,7±0,4	5,7±0,3	5,9±0,4	5,8±0,4
Диаметр дистальной части бедра, см	9,7±0,4	9,9±0,3 ³	10,4±0,5 ²	10±0,5
Диаметр дистальной части голени, см	7±0,4	7,1±0,3 ³	7,6±0,4 ²	7,3±0,4

Примечание:

достоверные отличия

¹ – от группы разыгрывающих;

² – от группы защитников;

³ – от группы центровых;

– данные представлены в виде средней и стандартного отклонения.

В табл. 3 представлены поперечные размеры (диаметры) тела и конечностей баскетболистов, как в целом по группе, а также при разделении на условные игровые амплуа.

При анализе было показано, что РЗ не отличаются достоверно от АЗ по показателям диаметров тела и конечностей ($p > 0,05$). РЗ достоверно отличаются от Ф+Ц по ширине плеч ($p < 0,05$); а АЗ достоверно отличаются от Ф+Ц по диаметрам дистальных частей бедра и голени ($p < 0,05$). В показателях поперечного и продольного диаметров грудной клетки, ширине таза, а также диаметрам дистальных частей плеча и предплечья между спортсменами всех трех игровых амплуа различия не достоверны ($p > 0,05$). В целом отмечается закономерность увеличения поперечных размеров тела от РЗ к баскетболистам группы Ф+Ц.

В табл. 4 представлены обхватные размеры (окружности) туловища и конечностей баскетболистов, как в целом по группе, а также при разделении на условные игровые амплуа.

Таблица 4. Обхватные размеры туловища и конечностей баскетболистов

Измеряемый показатель	Амплуа обследованных мужчин–баскетболистов			
	Защитники (n = 15)		Форварды + центровые (n = 8)	Все баскетболисты (n = 23)
	разыгрывающие (n = 4)	атакующие (n = 11)		
	1	2	3	
Обхват груди, см	97,4±3,2	93,6±1,8 ³	98,3±4,6 ²	95,9±3,8
Обхват талии, см	79±2,7	78±2,8	80,8±4,9	79,2±3,7
Обхват бедер, см	98,1±2,8	97±3,6 ³	100,6±2,8 ²	98,4±3,5
Обхват плеча расслабленного, см	31,2±0,2	31,4±2,2	31,8±1,7	31,5±1,8
Обхват плеча напряженного, см	34,2±0,9	33,8±1,3	34±4	33,9±2,4
Обхват предплечья, см	27,8±0,3	27,2±0,9	28,1±1,1	27,6±1
Обхват бедра проксимально, см	59±1,8	59,3±2,1 ³	61,8±2,3 ²	60,1±2,4
Обхват голени, см	37,9±1,2 ³	38,3±0,8 ³	40,4±1,2 ^{1,2}	38,9±1,5

Примечание:

достоверные отличия

¹ – от группы разыгрывающих;

² – от группы защитников;

³ – от группы центровых;

– данные представлены в виде средней и стандартного отклонения.

При анализе было показано, что РЗ не отличаются достоверно от АЗ по обхватным размерам туловища и конечностей ($p>0,05$). РЗ достоверно отличаются от баскетболистов группы Ф+Ц по обхвату голени ($p<0,05$). АЗ достоверно отличаются от баскетболистов группы Ф+Ц по показателям обхватов бедер, груди, бедра и голени ($p<0,05$). В показателях обхвата талии, предплечья, плеча расслабленного и напряженного между спортсменами всех трех игровых амплуа различия не достоверны ($p>0,05$). Показана незначительная закономерность увеличения обхватных размеров тела от РЗ и АЗ к баскетболистам группы Ф+Ц.

В табл. 5 представлены величины кожно-жировых складок на теле и конечностях баскетболистов, как в целом по группе, а также при разделении на условные игровые амплуа.

Таблица 5. Величины кожно-жировых складок на теле и конечностях баскетболистов

Измеряемый показатель	Амплуа обследованных мужчин–баскетболистов			
	Защитники (n = 15)		Форварды + центровые (n = 8)	Все баскетболисты (n = 23)
	разыгрывающие (n = 4)	атакующие (n = 11)		
	1	2	3	
Кожно-жировые складки, мм:				
под лопаткой	11±1,6	12,9±3,9	12,6±3,7	12,5±3,5
на плече сзади	11,3±4,2	11±2,3	11,4±4	11,2±3,1
на плече спереди	4±0,8	5,5±1,3	6,1±2	5,5±1,6
на груди	7±2,6	7,7±1,8	8,8±3,2	8±2,5
на предплечье	6,8±1	5,6±1,3	5,5±1,4	5,8±1,3
на кисти	2,4±0,5	2,5±0,5	2,3±0,5	2,4±0,5
на животе	15±5,9	16,5±6	19,3±10,1	17,2±7,5
над подвздошным гребнем	13,5±3,1	14,9±6,3	15,4±6,1	14,8±5,6
на бедре (сидя)	15,5±5	13,5±3,3	15,4±6,8	14,5±4,9
на голени (сидя)	11,3±4,3	11,5±3,4	12,3±3,8	11,7±3,5

При анализе было показано, что баскетболисты не различаются достоверно между собой ни по одному показателю КЖС, однако величины КЖС становятся больше от РЗ и АЗ к баскетболистам группы Ф+Ц.

Далее рассчитывали некоторые индексы физического развития обследованных спортсменов. Следует учитывать, что метод

индексов может быть использован только для приблизительной ориентировочной оценки антропометрических данных, и в практике врачебно-спортивного контроля применяется как дополнительный метод, так как большинство индексов и показателей недостаточно конкретизированы в возрастном, половом и профессиональном отношении.

В табл. 6 представлены индексы физического развития баскетболистов, как в целом по группе, так и при разделении на условные игровые амплуа.

Таблица 6. Индексы физического развития баскетболистов в целом по группе, а также при разделении на условные игровые амплуа

Измеряемый показатель	Амплуа обследованных мужчин–баскетболистов			
	Защитники (n = 15)		Форварды + центровые (n = 8)	Все баскетболисты (n = 23)
	разыгрывающие (n = 4)	атакующие (n = 11)		
	1	2	3	
Индекс массы тела (ИМТ)	24,4±1,3	23,1±1,1 ³	24,3±0,5 ²	23,7±1,1
Площадь поверхности тела (ППТ)	2,0±0,1 ³	2,1±0,1 ³	2,2±0,1 ^{1,2}	2,1±0,1
Индекс Эрисмана (ИЭ)	6,7±2,7 ^{2,3}	-0,2±2,8 ¹	1,5±3,6 ¹	1,6±3,9
Индекс Мануврие (ИМ)	106,9±6,5	106,1±4,3	104,7±5,4	105,8±4,9
Индекс Пинье (ИП)	3,8±5,2 ²	12,8±5,5 ^{1,3}	4,3±5,6 ²	8,3±6,9
Индекс полового диморфизма Дж. Таннера (ИПД)	94,9±3,9 ³	95,5±6,8	102,8±5,3 ¹	97,9±6,7

Примечание:

достоверные отличия

¹ – от группы разыгрывающих;

² – от группы защитников;

³ – от группы центровых;

– данные представлены в виде средней и стандартного отклонения.

Было показано, что по ИМТ, характеризующему степень ответственности массы человека и его роста, все спортсмены обладали оптимальной массой тела и были нормотрофами. Достоверные отличия по ИМТ были показаны между АЗ и «тяжелыми» игроками – Ф+Ц. По показателю площади поверхности тела РЗ имели самые низкие показатели, а группа Ф+Ц – самые высокие. Разыгрывающие и атакующие защитники имеют меньшие показатели

ППТ, чем «тяжелые» игроки (Ф+Ц). По индексу Эрисмана, отражающему пропорциональность развития грудной клетки, РЗ достоверно отличались от АЗ и баскетболистов группы Ф+Ц – РЗ имели хорошо развитую грудную клетку, тогда как остальные игроки были узкогрудыми. По индексу Мануври, оценивающему длинноноготь, различий между игроками различных игровых амплуа не было, все спортсмены по типу скелита были длинноногими (макроскелита). По индексу Пинье, характеризующему крепость телосложения, АЗ достоверно отличались от всех остальных игроков – АЗ по ИП характеризовались хорошим телосложением, тогда как РЗ и игроки группы Ф+Ц имели крепкое телосложение. По индексу полового диморфизма, показывающему степень соматической половой дифференциации, РЗ достоверно отличались от группы Ф+Ц, при этом спортсмены всех игровых амплуа принадлежали к андроморфам.

Таблица 7. Компонентный состав тела баскетболистов в целом по группе, а также при разделении на условные игровые амплуа, рассчитанный на основе антропометрии

Измеряемый показатель	Амплуа обследованных мужчин–баскетболистов			
	Защитники (n = 15)		Форварды + центровые (n = 8)	Все баскетболисты (n = 23)
	разыгрывающие (n = 4)	атакующие (n = 11)		
	1	2	3	
Жировая масса тела, кг (ЖМТ)	13,3±3,1	14,1±2,8	16,6±6	14,8±4,2
Доля жировой массы, % (доля ЖМТ)	16,6±4,1	17,5±3,6	18,1±6,1	17,5±4,5
Скелетно-мышечная масса тела, кг (СММ)	38,5±2,3 ³	40,3±3,3 ³	44,5±3,4 ^{1,2}	41,5±3,9
Доля скелетно-мышечной массы, % от массы тела (доля СММ)	48±1,6	49,7±2,8	49,1±2,9	49,2±2,6
Масса костной ткани, кг (КМТ)	11,6±1,3	12,3±0,9 ³	14,2±1,3 ²	12,8±1,4
Доля костной ткани, % (доля КМТ)	14,4±1,1	15,2±1	15,6±1,3	15,2±1,1

Примечание:

достоверные отличия

¹ – от группы разыгрывающих;

² – от группы защитников;

³ – от группы центровых;

– данные представлены в виде средней и стандартного отклонения.

В табл. 7 представлен компонентный состав тела баскетболистов, как в целом по группе, так и при разделении на условные игровые амплуа.

При определении компонентного состава тела расчетным методом было показано, что РЗ достоверно не отличается от АЗ. РЗ достоверно отличаются от баскетболистов группы Ф+Ц по СММ. АЗ достоверно отличаются от баскетболистов группы Ф+Ц по показателям СММ и КМТ. Показано, что абсолютные и относительные показатели компонентного состава тела увеличиваются от РЗ к спортсменам группы Ф+Ц.

В табл. 8 представлены балльные значения компонентов соматотипа баскетболистов, как в целом по группе, так и при разделении на условные игровые амплуа.

Таблица 8. Балльные значения компонентов соматотипа баскетболистов в целом по группе, а также при разделении на условные игровые амплуа, определенные по схеме Хит-Картера на основе антропометрии по расчетным формулам

Измеряемый показатель	Амплуа обследованных мужчин-баскетболистов			
	Защитники (n = 15)		Форварды + центровые (n = 8)	Все баскетболисты (n = 23)
	разыгрывающие (n = 4)	атакующие (n = 11)		
	1	2	3	
Компонент эндоморфии	3,4±0,8	3,6±1	3,5±1,1	3,5±1
Компонент мезоморфии	4,5±0,8	3,9±0,8	4,1±0,8	4,1±0,8
Компонент эктоморфии	2,2±0,9	3,2±0,6	2,9±0,4	2,9±0,6

При анализе было показано, что все спортсмены не отличаются достоверно между собой по балльным значениям компонентов соматотипа, однако, РЗ более эндоморфны и мезоморфны и менее эктоморфны, чем остальные игроки команды. АЗ, наоборот, самые эктоморфные и менее мезоморфные, чем остальные игроки команды.

Нами также были измерены такие физиометрические показатели, как кистевая динамометрия (на правую и левую руки) и объем легких с помощью сухого спирометра. Абсолютные измеренные показатели и их индексы представлены в табл. 9.

Таблица 9. Физиометрические показатели баскетболистов (абсолютные показатели и индексы) в целом по группе, а также при разделении на условные игровые амплуа

Измеряемый показатель	Амплуа обследованных мужчин–баскетболистов			
	Защитники (n=15)		Форварды + центровые (n = 8)	Все баскетболисты (n = 23)
	разыгрывающие (n = 4)	атакующие (n = 11)		
	1	2	3	
Динамометрия правой руки, кг	50,50±3,32	50,64±5,14	55,71±7,16	52,23±5,90
Динамометрия левой руки, кг	46,50±3,42	45,00±5,14	51,14±8,05	47,23±6,37
Динамометрия (среднее значение для обеих рук) кг	48,5±2,74	47,82±5,02	53,43±7,44	49,73±5,97
Жизненный объем легких, мл (ЖЕЛ)	4600,00±424,26	4154,55±709,03	4962,50±870,04	4513,04±795,62
Спирометрия, л	4,6±0,4	4,1±0,7	4,9±0,8	4,5±0,7
Силовой индекс правой руки, кг/МТкг	63,1±6,2	62,3±5,1	61,1±6,4	62,1±5,5
Силовой индекс левой руки, кг/МТкг	58±3	55,3±4,7	55,9±7	56±5,1
Силовой индекс (средний), кг/МТкг	60,6±4,1	58,8±4,7	58,5±6,4	59±5
Жизненный индекс, мл/МТкг	57,3±3	51,2±8,2	54,4±7,5	53,4±7,4
Отклонение ЖЕЛ от ДЖЕЛ, % (норма±20%)	-14,35±3,08 ²	-27,37±11,5 ¹	-17,35±12,57	-21,62±12,02

Примечание:

достоверные отличия

¹ – от группы разыгрывающих;

² – от группы защитников;

– данные представлены в виде средней и стандартного отклонения.

При анализе было показано, что РЗ достоверно отличаются от АЗ по показателю процентного отклонения ЖЕЛ от соответствующих показателей. Других достоверных различий выявлено не было. Показано, что баскетболисты группы Ф+Ц имеют большие абсолютные показатели силы обеих кистей, а также абсолютный показатель объема выдыхаемого воздуха, чем РЗ и АЗ.

Однако по относительным показателям РЗ и АЗ показали достоверно большие значения измеряемых физиометрических показателей. Разыгрывающие оказались самыми сильными как по силовым индексам, так и по большему объему выдыхаемого воздуха на единицу массы тела.

Обсуждение результатов. Результаты нашего исследования совпадают с результатами обследования высококвалифицированных баскетболистов-юниоров – игроков одиннадцать национальных Европейских команд ($n = 132$, возраст – 17,7 лет) (Jeličić M., 2002), где было показано, что центровые игроки имели большие продольные и поперечные размеры скелета, а также окружности по сравнению с игроками других позиций; при этом не было показано значимых различий по величинам кожно-жировых складок между игроками всех игровых позиций. Однако в этом исследовании было показано, что центровые игроки преимущественно эктоморфны по сравнению с другими игроками, а защитники более мезоморфны. В нашем же исследовании разыгрывающие защитники были более эндоморфны и мезоморфны и менее эктоморфны, чем остальные игроки команды, а атакующие защитники наоборот были самыми эктоморфными и менее мезоморфными, чем остальные игроки команды.

Наши данные совпадают с данными обследования польских баскетболистов (Gryko K., 2018), в публикации о которых была показана разница в антропометрических параметрах между молодыми и взрослыми спортсменами. Более юные игроки ($n = 35$, возраст – 14,1 года) имели достоверно более низкие значения длины тела, массы тела, индекс массы тела, размаха рук, ширины плеч (акромиальный диаметр), диаметров дистальных частей плеча и бедра, обхватных размеров конечностей (обхват напряженного и расслабленного плеча, обхват голени), а также жировой массы тела и кожно-жировой складки под лопаткой, чем взрослые баскетболисты ($n = 35$, возраст – 24,4 года), чьи данные оценки морфологических параметров сопоставимы с нашими собственными. Также было показано, что соматопрофиль взрослых баскетболистов был более мезоморфным и выражался формулой 2,3–4,6–3,0, что сопоставимо с полученными нами данными (командный соматопрофиль в нашем исследовании 3,5–4,1–2,9).

Полученные нами данные по составу тела баскетболистов, соревнующихся на региональном уровне, сопоставимы с результатами мета-анализа (Sansone P., 2022), где было показано, что у игроков различных соревновательных уровней были выявлены различные показатели жирового компонента тела: для игроков международного уровня процент жира в организме составил 11,3–15,1%, для игроков национального уровня – 14,0–17,1% и для игроков регионального уровня – 13,3–16,6%.

Выводы

По результатам проведенных нами исследований были показаны закономерные изменения морфологических параметров студентов-баскетболистов в зависимости от принадлежности их к игровому амплуа. Наблюдалось увеличение габаритных, длинных, поперечных и обхватных размеров тела от группы РЗ к спортсменам группы Ф+Ц. Было показано, что баскетболисты не различаются достоверно между собой ни по одному показателю КЖС, однако величины КЖС становятся больше от группы РЗ к спортсменам группы Ф+Ц.

Абсолютные и относительные показатели компонентного состава тела увеличиваются от группы РЗ к спортсменам группы Ф+Ц. Баскетболисты не отличаются достоверно между собой по балльным значениям компонентов соматотипа, однако РЗ более эндоморфны и мезоморфны и менее эктоморфны, чем остальные игроки команды; АЗ, наоборот, самые эктоморфные и менее мезоморфные, чем остальные игроки.

РЗ достоверно отличаются от АЗ по индексу Эрисмана. РЗ достоверно отличаются от группы Ф+Ц по площади поверхности тела и индексу Эрисмана. АЗ достоверно отличаются от группы Ф+Ц по ИМТ, площади поверхности тела и индексу Пинье.

Что касается физиометрических показателей, РЗ оказались самыми сильными по силовым индексам, и они имели больший объем выдыхаемого воздуха на единицу массы тела.

ГЛАВА 3. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГАБАРИТНЫХ РАЗМЕРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА ТЕЛА МУЖЧИН-СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В БАСКЕТБОЛЕ, ФУТБОЛЕ И ВОДНОМ ПОЛО

Командные игровые виды спорта – исторически сложившиеся виды спорта, основанные на соревновании между собой двух или более организованных групп спортсменов, состоящих из определенного количества участников. Структурной единицей состязания в этих видах спорта является игра (матч, встреча). Прямой физический контакт ограничен или запрещен. Задача каждой из противоборствующих сторон добиться превосходства по количеству определенных игровых действий (гол, попадание). В командных игровых видах спорта в каждой игре участвуют две группы – команды спортсменов. Каждая команда имеет единую соревновательную цель. Отличительная черта командных игр – взаимозаменяемость игроков в команде, для чего число членов команды, как правило, превышает максимально допустимое для непосредственного участия в игре.

Водное поло, баскетбол и футбол относятся к командным видам спорта, с участием двух команд на поле. Эти виды спорта представляют собой полиструктурную деятельность с прерывистым характером, которая состоит из наступательных, оборонительных и переходных фаз. Каждый из вышеперечисленных видов спорта обладает своей спецификой физической нагрузки, со-

ревновательной деятельности, а также средой, в которой тренируются и соревнуются игроки. Водное поло – командный вид спорта, в котором участвуют две команды, в каждой из которых шесть полевых игроков и вратарь. Поскольку среда, в которой передвигаются игроки – это вода, водное поло представляет собой комбинацию плавательных навыков и умений в сочетании с конкретными техническими и тактическими задачами. Из-за этих специфических требований, которым подвергаются игроки, водное поло считается чрезвычайно физически требовательным видом спорта, в котором для оптимальной производительности важны сила и выносливость, а также определенный компонентный состав тела (Dimitric G., 2022). Баскетбол – это мультиспринтерский вид спорта, который включает фазы высокоинтенсивной деятельности, такой как спринт, бег и прыжки, менее интенсивные движения, такие как бег трусцой и ходьба, а также активное или пассивное восстановление (Turcu I., 2022). Футбол – командный вид спорта, в котором целью является забить мяч в ворота соперника ногами или другими частями тела (кроме рук) большее количество раз, чем команда соперника. В футбольном матче игроки должны выполнять различные технические и тактические задачи в зависимости от их позиции на поле.

В дополнение к техническим и тактическим навыкам ведения командной игры, а также высокому уровню силы, мощности, скорости и меткости броска руками в водном поло и баскетболе, и удара ногами в футболе, антропометрические характеристики являются определяющими факторами спортивной успешности и конкурентоспособности (Vila H., 2010; Wong P., 2009; Wong P., 2008). Исследованиями, проводимыми на спортсменах и изучающими взаимосвязь морфологических показателей со спортивной результативностью (Bilsborough J.C., 2015), было показано, что различные габаритные размеры и компонентный состав тела коррелируют с результатами физических тестов, оценивающих скорость, силу и мощность. Соответственно, увеличение массы тела (преимущественно за счет мышечной массы), а также выше среднего показатель длины тела связаны с более высокими карьерными заработками у профессиональных игроков и более высокими шансами пройти спортивный отбор в юношеские команды.

Тренировочные занятия у спортсменов игровых видов спорта приводят к уменьшению абсолютных значений толщин кожно-жи-

ровых складок и снижению жировой массы тела, а также увеличению удельного веса тела за счет увеличения мышечной массы тела, как при неизменной массе тела, так и при ее снижении. По данным Т.Ф. Абрамовой с соавт. (2010) в динамике морфологических показателей прослеживается определенная цикличность: активная масса снижается от соревновательного периода к подготовительному и к следующему соревновательному периоду может иметь еще более высокие значения; максимальные значения активной массы отмечаются во второй половине соревновательного периода.

Следует отметить, что морфологические показатели спортсменов игровых видов спорта, такие как длина тела и сопутствующие ей длиннотные и широтные размеры тела (диаметры туловища и конечностей), зачастую обусловленные двумя факторами, в первую очередь наследственным, и во вторую очередь тренировочным, являются ключевыми факторами при спортивном отборе на всем протяжении тренировочно-соревновательной деятельности. Такие же показатели, как масса тела и сопутствующие ей ИМТ, количество жировой и мышечной массы тела, а также размеры окружностей туловища и конечностей, и толщины кожно-жировых складок, обусловленные тоже двумя факторами, но в обратном порядке – в первую очередь тренировочным, с соблюдением определенной диеты, и во вторую очередь наследственным, являются факторами, которые следует контролировать и стараться поддерживать в определенных границах (повышая мышечную и понижая жировую массу) для увеличения спортивной результативности.

Прирост мышечной массы на протяжении тренировочно-соревновательного цикла является важным фактором успешности для спортсменов, занимающих позиции, в которых особое внимание уделяется габаритным и силовым качествам игрока. Уровень развития мышечного и жирового компонентов определяется как видом спорта, так и игровым амплуа. Ориентирами содержания мышечного и жирового компонентов массы тела у спортсменов игровых видов спорта могут служить данные Т.Ф. Абрамовой с соавт. (2010, с. 28–29). Обобщение данных многолетних наблюдений за вариабельностью уровня развития лабильных компонентов массы тела у спортсменов различных специализаций в зависимости от уровня квалификации, а также их связи с показателями физической подготовленности позволило сформировать

«нормативные» оценки мышечной и жировой масс у спортсменов (Абрамова Т.Ф., 2010, с. 30), а также алгоритм оценки общей физической подготовленности в зависимости от уровня развития лабильных компонентов массы тела (Абрамова Т.Ф., 2010, с. 32).

Величина мышечного и жирового компонентов в процентах от массы тела дифференцируют уровень спортивного мастерства: спортсмены высших разрядов имеют более высокие уровни развития мышечного компонента и более низкие – жирового (Абрамова Т.Ф., 2010, с. 28). Более высокое содержание жира в организме отрицательно влияет на показатели скорости и выносливости. Чтобы конкурировать на высоком соревновательном уровне, игроки, принадлежащие к определенным видам спорта, должны обладать морфологическими характеристиками, приближенными к морфологии спортсменов самого высокого квалификационного уровня (Jeličić M., 2002; Vila H., 2010; Wong P., 2009; Wong P., 2008). Однако следует помнить, что лабильные компоненты массы тела как критерий групповой и индивидуальной оценки морфологического состояния спортсменов при длительных наблюдениях, могут быть использованы лишь с учетом их изменчивости в макро-, мезо- и микроциклах многолетней подготовки (Абрамова Т.Ф., 2010).

Сравнительный анализ и оценка морфологического статуса спортсменов командных игровых видов спорта. С целью оценки текущего морфологического статуса, а также выявления различий в габаритных размерах и компонентном составе тела была проведена сравнительная оценка вышеперечисленных параметров у спортсменов игровых видов спорта, специализирующихся в баскетболе, футболе и водном поло (ВП), как между собой, так и в сравнении с группой контроля (ГК).

Самыми рослыми и массивными из обследованных спортсменов являются ватерполисты, за ними следуют баскетболисты, на третьем месте – футболисты. Росто-весовые показатели различаются достоверно между всеми группами обследованных спортсменов. Окружность талии и окружность бедер достоверно больше в группе ватерполистов по сравнению с футболистами и баскетболистами. Представители группы контроля по антропометрическим показателям соответствовали общепопуляционной норме (Руднев С.Г., 2014), но по габаритным размерам тела значимо уступали спортсменам-игрокам.

В табл. 10 и на рис. 1 представлены габаритные размеры тела.

Таблица 10. Габаритные размеры тела обследованных мужчин при разделении на группы спорта

Показатели	Группы обследованных мужчин			
	Баскетбол	Футбол	Водное поло	Контроль
	1	2	3	4
Длина тела	188,3±6,6 ^{2,3,4}	181,5±6,2 ^{1,3,4}	193,1±3,9 ^{1,2,4}	175,7±6,3 ^{1,2,3}
	172,4÷204	170÷192	185÷202	160÷189
Масса тела	84,3±6,9 ^{2,3,4}	77±7,9 ^{1,3,4}	96,2±8,7 ^{1,2,4}	66,2±11 ^{1,2,3}
	73,6÷100,5	62,3÷91,5	80÷115,1	48÷93
Окружность талии	80,7±5,2 ^{3,4}	82,3±5,2 ^{3,4}	91±5,2 ^{1,2,4}	72,7±6,9 ^{1,2,3}
	73,5÷99	72÷91	83,5÷103	61÷88
Окружность бедер	99±3,5 ^{3,4}	97,1±4,6 ^{3,4}	103,8±4,1 ^{1,2,4}	91±6,5 ^{1,2,3}
	92÷107	87÷103	96,5÷112	81÷108
ИТБ	0,8±0 ^{2,3}	0,8±0 ^{1,3,4}	0,9±0 ^{1,2,4}	0,8±0 ^{2,3}
	0,8÷0,9	0,7÷0,9	0,8÷1	0,7÷0,9
ИМТ	23,8±1,1 ^{3,4}	23,3±1,3 ^{3,4}	25,8±1,8 ^{1,2,4}	21,4±3,1 ^{1,2,3}
	21,4÷26	20,3÷25,7	22,4÷29,4	16,7÷28,7

Примечание:

– данные представлены в виде средней и стандартного отклонения ($M \pm \sigma$); минимума и максимума значений ($\min \div \max$)

– достоверные различия

¹ – от группы баскетбола;

² – от группы футбола;

³ – от группы водного поло;

⁴ – от группы контроля.

В ГК 9 человек имели недостаточную массу тела (ИМТ 16,7÷18,3), 30 человек – нормальную массу тела (ИМТ 19,3÷24,7) и 8 человек – избыточную массу тела (ИМТ 25,1÷28,7). При этом представители ГК с массой тела 80 кг и выше имели выраженные разнонаправленные тенденции к соотношению жирового и безжирового компонентов массы тела – при резком повышении жирового компонента снижался безжировой, и наоборот, что говорит о наличии в группе контроля как мужчин с хорошо развитой тощей и активной клеточной массой тела (возможно, физически активные представители ГК), так и с избыточной жировой массой тела и ожирением.

Ватерполисты были самыми массивными из обследованного нами контингента. При этом несмотря на то, что средний по группе показатель ИМТ был 25,8±1,8 кг/м², лишь 8 игроков имели ИМТ в пределах нормальных значений (22,4÷24,8), а у 12 иг-

роков ИМТ был выше нормы, что говорит об избыточной массе тела ($25,3 \div 29,4$). Было показано, что ватерполисты с большим количеством жировой массы тела имели низкие показатели безжировой и активной клеточной массы. Следовательно, ИМТ в группе ВП повышен как за счет мышечного, так и за счет жирового компонента массы тела.

У представителей баскетбола 21 человек имел нормальную массу тела (ИМТ $21,4 \div 24,9$) и 1 человек – избыточную массу тела (ИМТ $26,0$). У представителей футбола 22 человека имели нормальную массу тела (ИМТ $20,3 \div 25$) и 2 человека – избыточную массу тела (ИМТ $25,4; 25,7$).

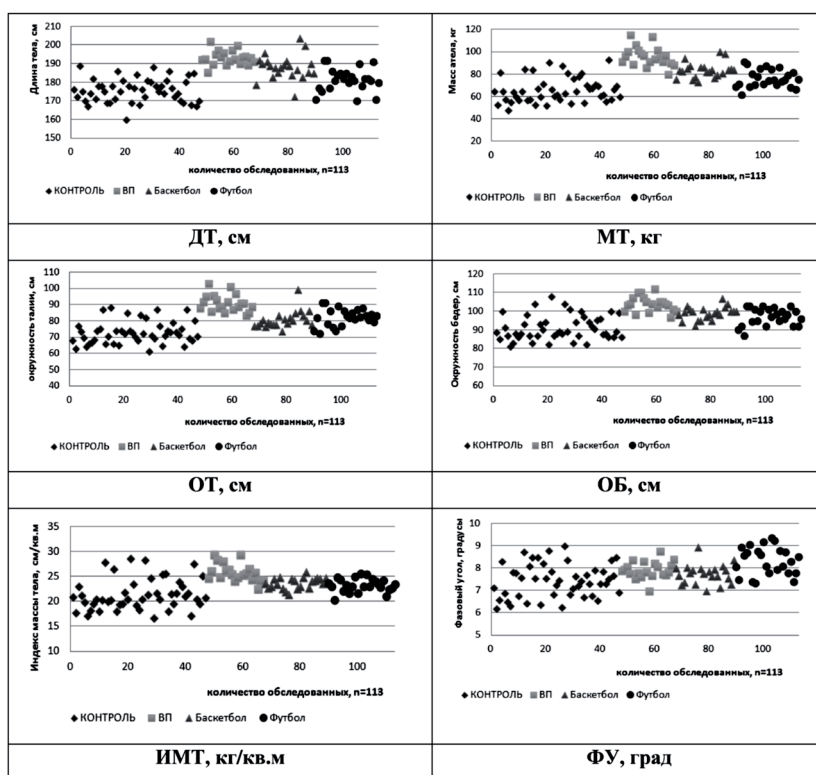


Рис. 1. Распределение обследованных мужчин по длине тела (ДТ), массе тела (МТ), окружности талии (ОТ), окружности бедер (ОБ), индексу массы тела (ИМТ) и показателю фазового угла (ФУ)

В табл. 11 и на рис. 2 представлены данные оценки состава тела методом биоимпедансометрии.

Таблица 11. Данные оценки состава тела методом биоимпедансометрии спортсменов, принадлежащих к игровым видам спорта (баскетбол, футбол, водное поло)

Показатели	Группы обследованных мужчин			
	Баскетбол	Футбол	Водное поло	Контроль
	1	2	3	4
Фазовый угол	7,7±0,4 ²	8,3±0,6 ^{1,3,4}	7,9±0,4 ^{2,4}	7,4±0,7 ^{1,2,3}
50 кГц (градусы)	7÷8,9	7,3÷9,4	7÷8,8	6,2÷9
ЖМТ (кг)	14,5±3,4 ^{2,3,4}	11,8±3,9 ^{1,3,4}	21,6±5,7 ^{1,2,4}	10,2±5,5 ^{1,2,3}
	8÷21,3	5,1÷18,6	13,2÷36,3	3,7÷25
Доля ЖМТ (% от МТ)	17,1±3,3 ^{2,3,4}	15,1±3,8 ^{1,3}	22,2±3,9 ^{1,2,4}	14,7±5,8 ^{1,3}
	9,5÷24,4	8,3÷24,4	16,5÷31,9	6,7÷28,5
ТМТ (кг)	69,8±5,5 ^{2,3,4}	65,2±5,1 ^{1,3,4}	74,6±4,9 ^{1,2,4}	56,1±7,2 ^{1,2,3}
	61,7÷83,1	57,2÷73,1	65,6÷80,7	40,6÷79,1
АКМ (кг)	42,8±3,4 ^{3,4}	41,4±3,7 ^{3,4}	46,3±3,2 ^{1,2,4}	33,7±5,2 ^{1,2,3}
	38,4÷51,5	36,4÷47,9	40,4÷50	22,8÷51,5
Доля АКМ (% от МТ)	50,8±2,9 ²	54,0±3,0 ^{1,3,4}	48,3±2,9 ^{2,4}	51,2±3,9 ^{2,3}
	46,0÷56,5	49,0÷60,4	41,6÷52,9	39,2÷57,5
Доля АКМ (% от ТМТ)	61,3±1,7 ²	63,5±2,3 ^{1,3,4}	62±1,5 ^{2,4}	60±3 ^{2,3}
	58,2÷65,7	59,8÷67,1	58,2÷65,1	54,6÷65,9
СММ (кг)	38,5±3,3 ^{2,4}	35,9±2,8 ^{1,3,4}	40±2,7 ^{2,4}	32,3±3,4 ^{1,2,3}
	33,6÷46,1	30,1÷40	34,9÷44,2	25,4÷44,4
Доля СММ (% от МТ)	45,7±2,6 ^{3,4}	46,8±2,9 ^{3,4}	41,7±2,9 ^{1,2,4}	49,5±5,3 ^{1,2,3}
	40,0÷52,1	39,7÷52,6	34,3÷45,7	37,7÷56,7
Доля СММ (% от ТМТ)	55,1±0,9 ^{3,4}	55,1±1,1 ^{3,4}	53,6±1,1 ^{1,2,4}	57,9±2,8 ^{1,2,3}
	53÷57,6	52,5÷57,3	50,5÷55,1	52÷62,5

Примечания:

– данные представлены в виде средней и стандартного отклонения (M±σ); минимума и максимума значений (min÷max)

– достоверные различия

¹ – от группы баскетбола;

² – от группы футбола;

³ – от группы водного поло;

⁴ – от группы контроля.

Показано, что группа мужчин ВП достоверно отличается от ГК по всем показателям состава тела. Баскетболисты достоверно отличается от ГК по меньшим показателям, чем ватерполисты:

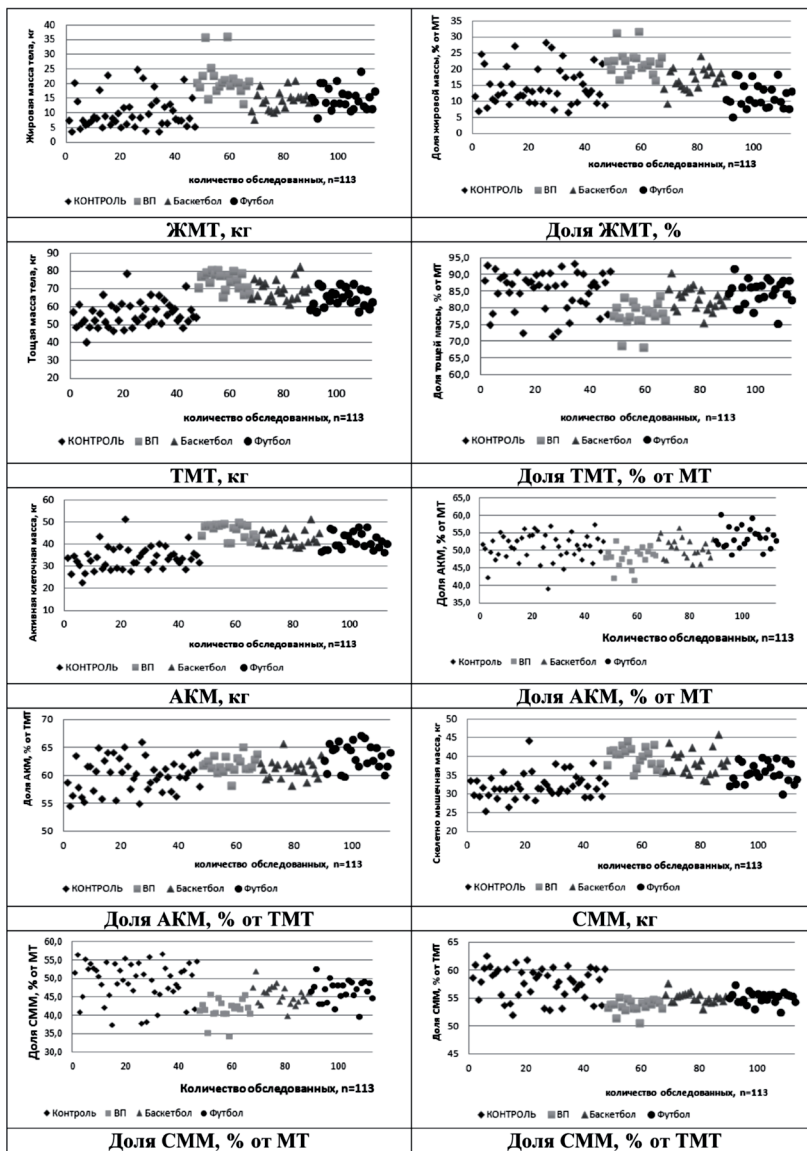


Рис. 2. Распределение обследованных мужчин по жировой массе тела (ЖМТ), доле ЖМТ от МТ, тощей массе тела (ТМТ), доле ТМТ от МТ, активной клеточной массе (АКМ), доле АКМ от МТ, доле АКМ от ТМТ, скелетно-мышечной массе (СММ), доле СММ от МТ, доле СММ от ТМТ

достоверных отличий нет по показателям ИТБ, ФУ и доле АКМ (от МТ и ТМТ). Футболисты достоверно отличаются от ГК по всем показателям, кроме показателя доли ЖМТ. Футболисты достоверно отличаются от ватерполистов по всем измеренным показателям БИА. Баскетболисты достоверно отличаются от ватерполистов по большинству измеренных показателей, кроме показателя ФУ, доли АКМ (от МТ и ТМТ) и СММ. Баскетболисты и футболисты отличаются между собой менее всего из всех обследованных групп мужчин. Не обнаружено достоверных различий по показателям ОТ, ОБ, ИМТ, АКМ и доли СММ (от МТ и ТМТ).

На рис. 1 и 2 показано, что ГК состоит из представителей с разными морфологическими параметрами как по габаритным параметрам, так и по компонентам состава тела. Визуализация индивидуальных точек обследованных нами мужчин на графиках позволяет сделать вывод о схожести групп спортсменов игровых видов спорта между собой (по показателям ТМТ, доли ТМТ, АКМ, СММ и особенно доли СММ от ТМТ). Несмотря на то, что в ГК есть довольно много представителей, у которых показатель доли СММ от ТМТ выше, чем у спортсменов, следует обратить внимание, что спортивные группы игроков «ограничены», «однородны», «наполнены» схожими по морфологическим показателям спортсменами и схожи между собой, особенно по показателю доли СММ от ТМТ, что может являться морфологической особенностью именно в видах спорта, где задействованы массивные и рослые игроки.

На рис. 3 отображены средние групповые значения параметров биоимпедансного анализа спортсменов игровых видов спорта. Показатели ЖМТ, доли ЖМТ, ТМТ, АКМ и СММ увеличиваются от группы контроля к группе водного поло, т.е. пропорционально увеличению габаритных размеров мужчин четырех обследованных групп. Относительные показатели АКМ и СММ рассматриваются как доли от массы тела и тощей массы тела. При увеличении абсолютных показателей АКМ, доля АКМ от МТ уменьшается от группы футболистов до группы ватерполистов, а доля АКМ от ТМТ у спортсменов трех групп выше, чем у представителей группы контроля и находится примерно в одинаковом интервале, хотя у футболистов этот показатель самый высокий. При увеличении абсолютных показателей СММ доля СММ от МТ уменьшается от группы контроля до группы ватер-

полистов, как и доля СММ от ТМТ. В группе футболистов показатели доли АКМ от МТ и ТМТ имеют самые высокие значения, что говорит о лучшей спортивной подготовленности футболистов из всех обследованных нами игроков. В группе контроля показатели доли СММ от МТ и ТМТ имеют самые высокие значения, что может указывать в среднем на хорошую физическую подготовку представителей группы контроля (представителей ГК, имеющих нормальную жировую массу тела). Однако представители группы контроля не обладают достаточными габаритными размерами тела, чтобы быть пригодными к занятиям игровыми командными видами спорта.

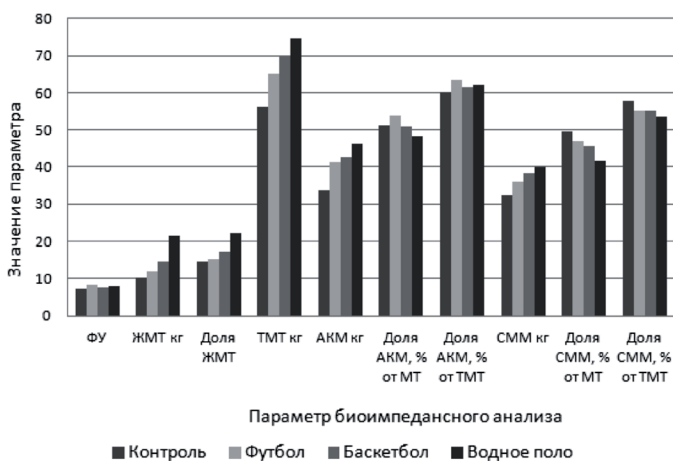


Рис. 3. Среднегрупповые значения параметров биоимпедансного анализа обследованных мужчин

Для каждой группы мужчин-спортсменов нами были рассчитаны средние значения морфологических показателей, отражающие уровень физической подготовленности. Следует отметить, что при сравнении были использованы группы спортсменов, приближенные к друг другу по возрасту, но имеющие различный уровень соревновательной деятельности: ватерполисты являлись представителями сборной команды Российской Федерации по водному поло и выступали на международном уровне в 2018 году; футболисты являлись представителями команды второго дивизиона профессиональной футбольной лиги и выступали на

национальном уровне в 2019 году; баскетболисты являлись представителями молодежной сборной команды по баскетболу одного из высших профессиональных учреждений и выступали на региональном уровне в 2022 году. Такое разделение по уровню выступления (международный, национальный и региональный) имеет большое значение при оценке морфологических показателей, т.к. на примере мета-анализа, оценивающего количество жировой ткани у баскетболистов, было показано (Sansone P., 2022), что совокупное (мужчины и женщины объединены) среднее значение доли ЖМТ при разделении спортсменов в соответствии с их соревновательным уровнем составило 13,5% для игроков международного уровня, 15,7% – для игроков национального и 15,1% – для игроков регионального уровня; у игроков международного уровня значение жировой массы тела было достоверно значимо ниже, чем у игроков национального и регионального уровня.

Данные, полученные нами при оценке компонентного состава тела спортсменов игровых видов спорта (рис. 3), могут быть сопоставимы с данными морфологических показателей боксеров различных весовых категорий (ВК) (Выборная К.В., 2023–5). Так было показано, что при увеличении ВК увеличиваются показатели ЖМТ, доли ЖМТ, ТМТ, АКМ и СММ. Показатели доли СММ от ТМТ имеют тенденцию к снижению средних значений с повышением ВК, а показатели доли АКМ – тенденцию к нахождению в примерно одинаковом интервале (с некоторыми вариациями).

Обсуждение результатов. При сравнении морфологических показателей ватерполистов молодежной и взрослой сборных команд Испании, соревнующихся на одном уровне, но принадлежащих к различным возрастным категориям (Vila H., 2010), было показано, что представители взрослой элиты ($n = 13$, U26, взрослая сборная команда Испании, 2010 год, МТ – 93 кг, ДТ – 187 кг, размах рук – 197 см) отличаются от юниоров ($n = 7$, U20, молодежная сборная команда Испании, 2010 год, МТ – 82 кг, ДТ – 185 кг, размах рук – 194 см) по некоторым показателям, которые косвенно связаны с уровнем силы и тренировочно-игровым стажем. Представители молодежной команды, по сравнению с взрослыми ватерполистами, имеют достоверно меньшие показатели ИМТ (23,9 и 26,5 соответственно), доли мышечной массы тела (40,8% и 45,4% соответственно), диаметра дистальной части предплечья (5,8 см и 6,3 см соответственно), а также достоверно

большее значение балла компонента эктоморфии (2,6 балла и 1,8 балла соответственно) в соматоформуле (Vila H., 2010).

Некоторыми исследованиями было показано, что, независимо от возрастной группы, антропометрические, композиционные и соматотипологические параметры тела спортсменов командных игровых видов спорта отличаются в зависимости от принадлежности к игровому амплуа. При определении взаимосвязи антропометрических характеристик со спортивной результативностью было показано, что игроки в водное поло как юниоры (Kondrič M., 2012), так и игроки высокой квалификации (Ferragut C., 2011) имеют прямые корреляционные зависимости роста-весовых характеристик, длиннотных и широтных размеров тела, компонентного состава тела, а также позиции на поле (амплуа) с показателями выполнения различных бросковых и плавательных тестов. Так, среди юниоров ($n = 110$, U17 – 18, молодежная сборная команда Испании, 2012 год) игроки позиции «центральный нападающий» имеют самые высокие показатели МТ, ИМТ, ЖМТ и величины КЖС под лопаткой; при этом они добились лучших результатов в большинстве плавательных тестов и в тесте выпрыгивания из воды (Kondrič M., 2012). По сравнению с полевыми игроками вратари при тестировании показали самые низкие результаты. У спортсменов же высокой квалификации, максимально эффективных в этом виде спорта (Ferragut C., 2011), при разделении их на группы согласно амплуа, было обнаружено, что центральные нападающие имеют более высокую массу тела, ИМТ и показатель мышечной массы по сравнению с подвижными нападающими, а также достоверно большую длину стопы центральных защитников по сравнению с подвижными нападающими, что отражает определенный физический профиль для каждой игровой позиции в водном поло.

Наши данные, полученные на ватерполистах, сопоставимы с данными, полученными испанскими исследователями (Ferragut C., 2011; Vila H., 2010), представители российской сборной такие же массивные (МТ – 96,2 кг) и рослые (ДТ – 193,1 см), имеют ИМТ = 25,8, долю ЖМТ – 22,2%, долю СММ – 53,6%.

В исследовании на юных футболистах мужского пола ($n = 70$, средний возраст – 14 лет), изучающем взаимосвязь между антропометрическими и физиологическими показателями, было показано, что МТ достоверно коррелирует со скоростью броска мяча

и временем бега на 30 м; ДТ достоверно коррелирует с высотой вертикального прыжка, временем спринтерского бега на 10 и 30 метров, результатами теста йо-йо (как прерывистого теста, так и теста на выносливость), а также со временем бега при максимальном потреблении кислорода; ИМТ достоверно коррелирует со скоростью броска мяча, временем спринта на 30 м, результатами теста йо-йо. При этом были показаны достоверно значимые позиционные (у представителей различных игровых амплуа) различия по показателям МТ, ДТ и ИМТ, и недостоверно значимые различия в физиологических показателях, что может помочь тренерскому штабу с научной точки зрения проводить отбор молодых футболистов в соответствии с их антропометрическими данными для достижения заведомо лучших показателей при краткосрочных физических нагрузках (например более массивные юноши более способны к высокой скорости броска мяча и более быстрые в спринте на 30 метров). Этим же исследованием были показаны различия в морфологических показателях в зависимости от игрового амплуа. Нападающие отличались от вратарей, защитников и полузащитников: нападающие были ниже и маловеснее (156 см, 53,9 кг, ИМТ = 17,7), чем защитники (167 см, 56,2 кг, ИМТ = 20,3), вратари (169 см, 54,6 кг, ИМТ = 19,2) и полузащитники (165 см, 52,2 кг, ИМТ = 19) (Wong P., 2008).

С. França с соавт. (2002) обследовал 3 группы футболистов (1-я группа: n = 51, возраст – 14 лет (U15), МТ – 56,9 кг, ДТ – 165,5 см, ИМТ – 19,7; 2-я группа: n = 62, возраст – 15,9 лет (U17) МТ – 64,5 кг, ДТ – 172 см, ИМТ – 16,4; 3-я группа: n = 51, возраст – 17,8 лет (U19) МТ – 68,8 кг, ДТ – 174,8 см, ИМТ – 14,1) с целью изучения взаимосвязи между взрывной силой нижней части тела, скоростью и ловкостью с данными о хронологическом возрасте и составе тела. Было показано, что процент жира в организме значимо положительно связан с массой тела, скоростью и ловкостью и значимо отрицательно связан с взрывной силой нижней части тела.

Сравнительному анализу целесообразно подвергать лишь группы, схожие по полу, т.к. изначально известно, что мужчины и женщины отличаются друг от друга, как по габаритным размерам тела, так и по композиционному составу тела и соматопрофилю. Однако нам представляется интересным рассмотреть публикацию о женском футболе с точки зрения различий морфологических показателей футболисток, принадлежащих к различным

игровым амплуа. В статье А. Strauss (Strauss A., 2021) при обследовании 101 футболистки в возрасте 21 года было показано, что достоверные различия морфологических признаков, таких как относительное содержание жировой и мышечной массы тела, сумма шести кожно-жировых складок и большинства измеренных окружностей и диаметров туловища и конечностей, выявлены между вратарями и полевыми игроками. Вратари были выше (166,2 см) и массивнее (66,5 кг), обладали самым высоким содержанием жира в организме (17,2 кг; 25,4%) и показали более высокие значения всех КЖС (сумма 6 КЖС = 125,6 см), широтных, обхватных и длиннотных размеров тела. При этом между группами полевых игроков достоверных различий по морфологическим показателям выявлено не было. Соматотип всех обследованных футболисток выражен формулой 4,0–2,4–2,1; отдельно по амплуа: соматотип нападающих – 3,8–2,0–2,4; полузащитников – 3,8–2,3–2,1; защитников – 4,0–2,7–1,9; вратарей – 4,9–2,5–1,7. Достоверных различий между амплуа обнаружено не было, однако следует обратить внимание, что в соматотипе вратарей более выражен компонент эндоморфии, и менее – компонент эктоморфии. По результатам исследования был сделан вывод, что в женском футболе для данного контингента обследованных в основном существуют различия между вратарями и полевыми игроками, а полевые игроки однородны при сравнении морфологических характеристик.

Многие спортсмены стремятся оптимизировать состав тела, чтобы соответствовать физическим требованиям своего вида спорта. При этом каждый вид спорта диктует свои уникальные требования к составу тела, морфологическим параметрам, общим и специальным скоростным и силовым характеристикам (Trexler E.T., 2017). Результаты одного из исследований на игроках в американский футбол (Trexler E.T., 2017) показали, что хорошо тренированные футболисты, при высоком уровне конкуренции, могут добиться благоприятных изменений в составе тела даже в конце университетской карьеры, что может принести пользу для спортивной производительности в команде, а также к минимализации случаев травматизма. При оценке состава тела у 57 игроков в американский футбол (возраст – 19,5 лет, ДТ – 186,9 см, МТ – 107,7 кг) методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии было показано, что в течение одного года отмечаются

следующие положительные изменения: уменьшается количества жировой массы тела (для ЖМТ% $\Delta = -1,3 \pm 2,5\%$; $p < 0,05$), увеличивается количество тощей массы (для ТМТкг $\Delta = 2,8 \pm 2,8$ кг; $p < 0,05$), увеличивается содержание минералов в костях ($\Delta = 0,06 \pm 0,14$; $p < 0,05$) и плотность костной ткани ($\Delta = 0,015 \pm 0,027$ г·см⁻²; $p < 0,05$). У 13 игроков за 4 года карьеры значимо увеличилась МТ ($\Delta = 6,6 \pm 4,1$ кг; $p < 0,05$), тощая масса тела (ТМТ кг $\Delta = 4,3 \pm 3,0$ кг; $p < 0,05$), содержание минералов в костях ($\Delta = 0,18 \pm 0,17$ кг; $p < 0,05$) и плотность костной ткани ($\Delta = 0,033 \pm 0,039$ г·см⁻²; $p < 0,05$).

Т.А. Miller с соавт. (2002) показал, что различные показатели размера и состава тела коррелируют с результатами футбольных тестов, оценивающих скорость, силу и мощность в американском футболе. Увеличение массы тела положительно коррелировало с повышением времени и количества повторов при выполнении силовых тестов; увеличение жировой массы тела отрицательно коррелировало с результатами выполнения силовых тестов, а для некоторых игроков – и с результатами в беге на 40 и 20 ярдов.

J.C. Bilsborough с соавт. (2015) сравнивал антропометрический профиль, силовые характеристики верхней части тела и мощность нижней части тела у игроков австралийского футбола, разделенных на 4 группы. 46 элитных взрослых игроков профессионального Австралийского футбольного клуба разделили следующим образом: 1-я группа – 19 человек с опытом игры в команде более 4 лет (возраст – 24,8 года, МТ – 87,6 кг, ДТ – 189 см), 2-я группа – 27 игроков с опытом игры менее 4 лет (возраст – 20,4 года, МТ – 86,0 кг, ДТ – 187 см), 3-я группа – 22 взрослых не элитных игрока (возраст – 21,5 года, МТ – 83,7 кг, ДТ – 183 см), и 4-я группа – 21 элитный юниор – игроки молодежного Австралийского футбольного клуба (возраст – 18,0 лет, МТ – 78,5 кг, ДТ – 185 см). С помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии оценивали антропометрический профиль, включающий тощую массу мягких тканей, жировую массу тела и минеральную плотность костей. Было показано, что взрослые игроки, как высококвалифицированные, так и меньшей квалификации, были достоверно массивнее юниоров. Обе группы высококвалифицированных взрослых игроков имели большую тощую массу мягких тканей, чем группы юниоров и взрослых игроков низшей квалификации. Игроки старших высококвалифицированных групп были сильнее и имели большую высоту прыжка, чем

игроки более низкого уровня. Тощая масса мягких тканей положительно коррелировала с тестами «жим лежа» ($r = 0,43-0,64$), «становая тяга» ($r = 0,58-0,73$) и «приседание с прыжком» ($r = 0,33-0,55$).

Профессиональные футболисты имеют позиционные различия в антропометрии по МТ, ДТ и ИМТ (Wong P., 2008; Wong P., 2009). В частности, вратари на чемпионатах мира по футболу в 2002 и 2006 годах были значительно более рослые и тяжелые, и имели более высокий ИМТ, чем защитники, полузащитники и нападающие, тогда как полузащитники были значительно ниже и маловеснее остальных игроков (Wong P., 2008).

Группа обследованных нами футболистов (возраст – 23 года, МТ – 77 кг, ДТ – 181,5 см, ИМТ = 23,3, доля ЖМТ – 15,1%, доля СММ – 55,1%) по средним величинам морфологических параметров были массивнее, чем футболисты юниоры (возраст 18 лет) (França C., 2022), но уступали в габаритных размерах тела игрокам-членам сборных команд различных стран, играющих на чемпионатах мира по футболу в 2002 и 2006 годах (Wong P., 2009; Wong P., 2008).

В исследовании I. Turcu с соавт. (2022), результатом которого был вывод о благоприятном влиянии приема β -аланина и мальтодекстрина на иммунную регуляцию и анаэробные возможности спортсменов, были определены основные морфологические параметры баскетболистов, участвующих в университетских соревнованиях с игровым опытом более пяти лет ($n = 20$, возраст $23 \pm 0,6$ года): МТ – $78,3 \pm 4,8$ кг, ДТ – $185,3 \pm 5,4$ см, доля ЖМТ $15,2 \pm 4,8\%$.

М. Jeličić с соавт. (2002) в своей работе оценил антропометрический статус европейских баскетболистов-юниоров высокого уровня ($n = 132$ юных баскетболиста, участники чемпионата Европы по баскетболу среди юниоров в г. Задар в 2000 году) и определил антропометрические различия между игроками различных игровых амплуа. Он показал, что центровые игроки ($n = 25$, возраст – 17,8 лет, ДТ – 205,3 см, МТ – 101,3 кг, ИМТ – 24,1) отличаются от остальных полевых игроков большими продольными и поперечными размерами скелета, а также обхватными размерами туловища и конечностей, однако у них нет достоверных отличий по величине КЖС от игроков линии нападения. Центровые преимущественно эктоморфны по сравнению с дру-

гими игроками. Защитники имеют значимо более низких значения всех измеренных показателей, и они преимущественно мезоморфны.

Группа обследованных нами баскетболистов (возраст – 20,3 года, МТ – 84,3 кг, ДТ – 188,3 см, ИМТ = 23,8, доля ЖМТ – 17,1%, доля СММ – 55,1%) по средним величинам морфологических параметров схожа с данными баскетболистов, участвующих в университетских соревнованиях с игровым опытом более пяти лет (Turcu I., 2022), но уступают по морфологическим характеристикам группе европейских баскетболистов-юниоров высокого уровня (Jeličić M., 2002).

Выводы

Обследованные спортсмены, специализирующиеся в трех видах спорта, принадлежащих к группе игровых командных видов спорта, отличаются друг от друга по габаритным размерам и развитию жирового и мышечного компонентов тела. Самыми массивными и высокорослыми оказались ватерполисты, за ними следовали баскетболисты и на последнем месте оказались футболисты. Также были выявлены некоторые особенности композиции тела: показатели ЖМТ, доли ЖМТ, ТМТ, АКМ и СММ увеличивались от группы контроля к группе водного поло, т.е. пропорционально увеличению габаритных размеров мужчин четырех обследованных групп. При увеличении абсолютных показателей АКМ доля АКМ от МТ уменьшалась от группы футболистов до группы ватерполистов, а доля АКМ от ТМТ у спортсменов трех групп была выше, чем у представителей группы контроля и находилась примерно в одинаковом интервале. При увеличении абсолютных показателей СММ доля СММ от МТ уменьшалась от группы контроля до группы ватерполистов, как и доля СММ от ТМТ.

Показательными являются графики, изображенные на рис. 1 и 2, из которых видно, что команды укомплектованы практически однородными по морфологическим показателям спортсменами, чего нельзя сказать о группе контроля. Представители группы контроля более разнородны по компонентному составу тела и, особенно, по показателю доли СММ от ТМТ, что говорит о наличии определенных морфологических характеристик у спортсме-

нов игровых видов спорта, которые могут быть приняты за ориентиры при оценке состава тела в аналогичных исследованиях.

Учитывая репрезентативность выборки испытуемых, результаты данного исследования позволяют получить конкретное представление о физической подготовленности и антропометрических особенностях спортсменов высокого уровня, специализирующихся в футболе, баскетболе и водном поло; могут быть полезны тренерам при разработке конкретных программ тренировок, направленных на достижение результатов физической подготовки, представленных для каждого вида спорта.

ГЛАВА 4. ДИНАМИКА КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ТЕЛА СПОРТСМЕНОВ КОМАНДНЫХ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА (НА ПРИМЕРЕ БАСКЕТБОЛИСТОВ)

4.1. Годичная динамика компонентного состава тела баскетболистов на фоне привычного пищевого рациона и физических нагрузок

Биоимпедансный анализ (БИА) часто применяется в спортивной практике как полевой метод оценки состава тела, водных секторов организма и соматотипологического профиля спортсменов (Мартиросов Э.Г., 2006). В процессе тренировочной деятельности с ростом спортивного мастерства у спортсменов компонентный состав тела в большинстве случаев изменяется в сторону улучшения, т.е. увеличения мышечной и уменьшения жировой массы тела. В таком случае по умолчанию подразумевается, что, если командный состав остается прежним на протяжении нескольких лет, морфологический статус команды должен становиться лучше год от года. Однако особенностью команд, являющихся сборными командами физкультурных высших учебных заведений (ВУЗ), является неизбежная смена состава в связи с включением в команду игроков младших курсов (вновь поступившие для обучения студенты) и исключением студентов, окончивших ВУЗ. При таких изменениях в команде важным является то, чтобы общий морфологический профиль команды оставался на прежнем уровне или становился лучше.

С целью оценки морфологического статуса команды с интервалом в 1 год, а также оценки повышения уровня физического развития одних и тех же игроков в годичном цикле тренировки на фоне привычного пищевого рациона и физических нагрузок было проведено двукратное обследование баскетбольной студенческой команды.

В табл. 12 представлены данные первого и второго обследования (интервал между обследованиями – 1 год, на фоне обычного режима тренировок и привычного пищевого рациона). Т.к. за год изменился командный состав, и команда была укомплектована разными спортсменами (имеется ввиду как количественный, так и качественный состав), сначала был проведен общий анализ (на независимых выборках), который показал различия между группами в целом. Это позволило нам оценить общий уровень физического развития команды в 2022 и 2023 годах (табл. 12, рис. 4).

Таблица 12. Данные оценки состава тела баскетболистов при первом и втором обследовании (для всех членов команды)

Измеряемый показатель	Команда 2022 года, n = 25	Команда 2023 года, n = 30
ДТ (см)	188,8 (185,5; 192,0)	188,0 (184,6; 193,0)
МТ (кг)	84,3 (79,7; 86,8)	83,8 (79,1; 89,4)
ОТ (см)	79,0 (77,5; 83,0)	82,0 (78,5; 83,0)
ОБ (см)	99,5 (95,0; 101,0)	100,3 (97,0; 102,0)
ИТБ	0,82 (0,79; 0,83)	0,82 (0,80; 0,83)
R50 (Ом)	468,5 (446,7; 484,4)	435,7 (425,1; 460,5)*
Xc50 (Ом)	62,6 (59,1; 64,1)	60,3 (57,6; 61,9)
Phi50 (град.)	7,7 (7,3; 7,9)	7,7 (7,4; 8,0)
R5 (Ом)	550,1 (531,0; 569,4)	519,1 (507,1; 541,0)*
Xc5 (Ом)	32,0 (29,8; 34,3)	29,7 (28,2; 31,8)*
Phi5 (град.)	3,3 (3,2; 3,5)	3,3 (3,1; 3,5)
Фаз.угол 50 кГц (град.)	7,7 (7,3; 7,9)	7,7 (7,4; 8,1)
ИМТ (кг/м ²)	23,7 (22,8; 24,6)	24,3 (22,6; 25,0)
ЖМ (кг)	14,7 (11,4; 16,1)	13,6 (11,4; 15,0)
Доля ЖМ (%)	17,3 (15,0; 19,6)	15,7 (13,8; 17,4)
ТМ (кг)	69,7 (65,1; 73,7)	71,1 (67,8; 74,9)
Доля ТМТ (%)	82,7 (80,4; 84,9)	84,3 (82,6; 86,2)
АКМ (кг)	42,2 (39,9; 45,2)	43,7 (41,6; 46,5)
Доля АКМ (% от ТМТ)	61,1 (59,5; 62,2)	61,4 (60,0; 62,6)
Доля АКМ (% от МТ)	49,9 (48,2; 52,7)	51,9 (50,5; 53,7)

Измеряемый показатель	Команда 2022 года, n = 25	Команда 2023 года, n = 30
СММ (кг)	38,2 (35,8; 40,7)	39,6 (37,4; 41,6)
Доля СММ (% от ТМТ)	55,2 (54,4; 55,6)	55,4 (55,0; 55,7)
Доля СММ (% от МТ)	45,4 (44,0; 47,3)	46,6 (45,3; 48,1)
Осн.Обм. (ккал/сут)	1950,0 (1876,0; 2043,0)	1995,0 (1930,0; 2084,0)
Уд.Обм. (ккал/сут/м ²)	928,0 (884,0; 944,0)	948,5 (914,0; 965,0)
Вода (кг)	51,0 (47,7; 54,0)	52,1 (49,7; 54,9)
% ОВО от МТ	60,5 (58,9; 62,2)	61,7 (60,5; 63,1)
Внекл.Вода (кг)	20,0 (18,7; 21,3)	20,5 (19,5; 21,6)
% ВнекВ от МТ	23,9 (23,1; 24,4)	24,2 (23,8; 24,8)
Внутрикл.Вода (кг)	31,0 (29,0; 32,6)	31,5 (30,2; 33,2)
% ВнукВ от МТ	36,6 (35,7; 37,9)	37,5 (36,8; 38,4)
Внек/Внук	0,647 (0,643; 0,655)	0,648 (0,646; 0,660)
Внек/ОВО	0,393 (0,391; 0,395)	0,393 (0,392; 0,398)
ENDO	3,5 (3,1; 3,8)	3,4 (3,1; 3,7)
MESO	4,5 (4,3; 5,1)	4,8 (4,4; 5,1)
ECTO	3,1 (2,4; 3,5)	2,8 (2,4; 3,4)
MESO*Phi50	35,6 (30,8; 38,8)	36,6 (32,4; 41,2)
ИЖМ (кг/м ²)	4,1 (3,4; 4,7)	3,8 (3,3; 4,2)
ИТМ (кг/м ²)	19,5 (18,8; 20,6)	20,3 (19,4; 21,2)
ИАКМ (кг/м ²)	12,1 (11,3; 12,6)	12,5 (11,7; 13,0)
ИСММ (кг/м ²)	10,7 (10,3; 11,3)	11,3 (10,7; 11,7)*

Примечание:

– данные представлены в виде Медиана (Нижний квартиль; Верхний квартиль);

* показаны достоверно значимые различия между командами ($p < 0,05$).

Игроки достоверно отличались друг от друга по показателям импеданса – R50 ($p = 0,033894$), R5 ($p = 0,025114$), Xc5 ($p = 0,026233$), а также по индексу скелетно-мышечной массы тела ($p = 0,042188$). По габаритным размерам тела, показателям компонентного состава тела (как в абсолютных, так и в относительных единицах), показателям водных секторов организма (как в абсолютных, так и в относительных единицах), показателям гидратации организма, а также соматотипологическому профилю достоверных различий выявлено не было. Однако следует отметить, что имелась тенденция к уменьшению или увеличению некоторых показателей, в том числе уменьшению количества жировой, доли жировой (от МТ), доли активно-клеточной (от ТМТ) и доли скелетно-

мышечной (от ТМТ) массы, а также к увеличению тощей, доли тощей, активной клеточной, доли активной клеточной (от МТ), скелетно-мышечной и доли скелетно-мышечной (от МТ) массы.

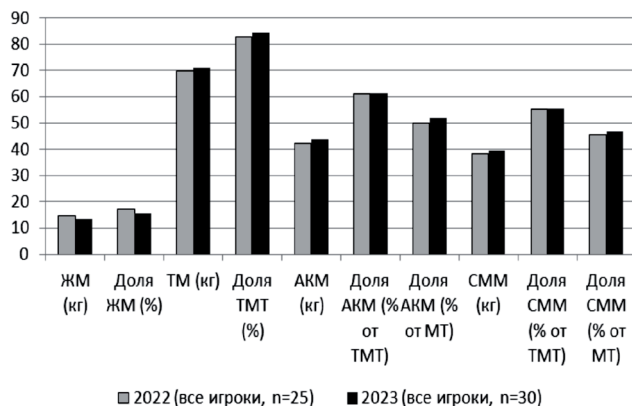


Рис. 4. Тенденции изменения некоторых показателей состава тела баскетболистов при первом и втором обследовании (для всех членов команды)

Из проведенного анализа следует, что изменения, произошедшие в составе команды (убыло 4 более взрослых игрока, пришло 9 более молодых игроков, за год молодые игроки улучшили свою физическую форму и перешли в категорию взрослых), значительно не повлияли на общий уровень физического развития команды, однако были отмечены тенденции к увеличению одних и уменьшению других показателей, говорящие об улучшении общего морфологического профиля команды.

Далее был проведен анализ динамики компонентного состава тела спортсменов, которые являлись членами команды оба года, что дало нам возможность оценить годовую динамику на фоне обычного режима тренировок и привычного пищевого рациона (табл. 13, рис. 5).

В результате проведенного анализа было показано, что за 1 год физическое состояние спортсменов улучшилось, что является закономерным процессом в спортивной практике – с ростом тренированности и спортивного мастерства компонентный состав тела спортсменов стремится к более оптимальному: увеличивается доля мышечного и уменьшается доля жирового компонен-

та массы тела. Достоверно возросли следующие показатели: фазовый угол, ТМ, АКМ, доля АКМ (% от ТМТ), доля АКМ (% от МТ), СММ. Недостоверно снизились показатели ЖМ и доли ЖМ. Достоверно возросли показатели Осн.Обм., Уд.Обм., количества Воды, Внекл.Воды и Внутрикл.Воды. Так же увеличилось балльное значение компонента MESO, что говорит об изменении в соматотипологическом профиле в сторону увеличения мышечной компоненты. Незначительное уменьшение балла ENDO говорит об уменьшении жировой компоненты.

Таблица 13. Данные оценки состава тела баскетболистов при первом и втором обследовании (только для членов команды, проходивших измерение двукратно)

Измеряемый показатель	Команда 2022 года, n = 20 (возраст: 20,0 (19,0; 22,0) лет)	Команда 2023 года, n = 20 (возраст: 21,0 (20,0; 23,0) год)
ДТ (см)	188,4 (184,5; 191,8)	187,9 (184,9; 190,3)
МТ (кг)	83,5 (77,5; 86,0)	83,5 (78,3; 89,6)
ОТ (см)	78,8 (77,3; 84,0)	82,0 (78,3; 83,0)
ОБ (см)	98,0 (95,0; 100,0)	100,0 (96,0; 101,5)
ИТБ	0,83 (0,80; 0,84)	0,82 (0,80; 0,83)
R50 (Ом)	469,8 (439,6; 481,5)	435,6 (422,1; 468,5)*
Хс50 (Ом)	62,3 (58,8; 66,3)	60,8 (58,5; 63,1)
Phi50 (град.)	7,7 (7,3; 7,9)	7,8 (7,5; 8,2)*
R5 (Ом)	555,8 (526,5; 568,2)	519,1 (508,8; 547,0)*
Хс5 (Ом)	32,5 (29,6; 34,7)	31,0 (28,7; 32,6)
Phi5 (град.)	3,3 (3,2; 3,5)	3,4 (3,2; 3,5)
Фаз.угол 50 кГц (град.)	7,7 (7,3; 7,9)	7,8 (7,5; 8,3)*
ИМТ (кг/м ²)	23,9 (22,7; 24,7)	24,3 (23,2; 25,4)
ЖМ (кг)	14,7 (11,2; 15,9)	13,6 (11,5; 14,8)
Доля ЖМ (%)	16,9 (14,8; 19,5)	16,1 (14,4; 17,3)
ТМ (кг)	68,8 (64,7; 72,3)	71,0 (66,3; 75,1)*
Доля ТМТ (%)	83,1 (80,5; 85,2)	83,9 (82,8; 85,6)
АКМ (кг)	41,4 (39,8; 45,3)	43,7 (41,7; 46,7)*
Доля АКМ (% от ТМТ)	61,3 (59,5; 62,1)	61,5 (60,4; 63,3)*
Доля АКМ (% от МТ)	50,2 (48,2; 52,7)	51,7 (50,7; 53,6)*
СММ (кг)	37,6 (35,7; 40,1)	39,4 (36,5; 41,6)*
Доля СММ (% от ТМТ)	55,2 (54,5; 55,6)	55,4 (55,0; 55,6)
Доля СММ (% от МТ)	45,9 (44,0; 47,4)	46,5 (45,4; 47,6)
Осн.Обм. (ккал/сут)	1925,0 (1872,0; 2046,0)	1995,0 (1932,5; 2091,5)*
Уд.Обм. (ккал/сут/м ²)	933,0 (887,0; 953,5)	941,0 (919,0; 975,0)*

Измеряемый показатель	Команда 2022 года, n = 20 (возраст: 20,0 (19,0; 22,0) лет)	Команда 2023 года, n = 20 (возраст: 21,0 (20,0; 23,0) год)
Вода (кг)	50,4 (47,4; 52,9)	52,0 (48,6; 55,0)
% ОВО от МТ	60,8 (58,9; 62,4)	61,5 (60,6; 62,7)
Внекл.Вода (кг)	19,9 (18,5; 20,8)	20,4 (19,0; 21,6)*
% ВнекВ от МТ	23,9 (23,1; 24,4)	24,0 (23,8; 24,6)
Внутрикл.Вода (кг)	30,5 (28,8; 32,1)	31,5 (29,6; 33,3)*
% ВнуткВ от МТ	36,8 (35,8; 38,0)	37,3 (36,8; 38,2)*
Внек/Внутк	0,647 (0,641; 0,654)	0,647 (0,642; 0,653)
Внек/ОВО	0,393 (0,390; 0,395)	0,393 (0,391; 0,395)
ENDO	3,5 (3,1; 3,9)	3,4 (3,2; 3,7)
MESO	4,5 (4,3; 5,1)	4,8 (4,3; 5,2)*
ECTO	3,1 (2,3; 3,5)	2,8 (2,3; 3,3)
MESO*Phi50	36,0 (31,4; 39,1)	37,2 (32,6; 41,7)*
ИЖМ (кг/м ²)	4,1 (3,4; 4,8)	4,0 (3,4; 4,2)
ИТМ (кг/м ²)	19,5 (18,9; 20,7)	20,4 (19,2; 21,3)*
ИАКМ (кг/м ²)	12,2 (11,4; 12,7)	12,7 (11,8; 13,2)*
ИСММ (кг/м ²)	10,7 (10,3; 11,4)	11,3 (10,6; 11,7)*

Примечание:

– данные представлены в виде Медиана (Нижний квартиль; Верхний квартиль);

* показаны достоверно изменившиеся показатели у игроков за год ($p < 0,05$).

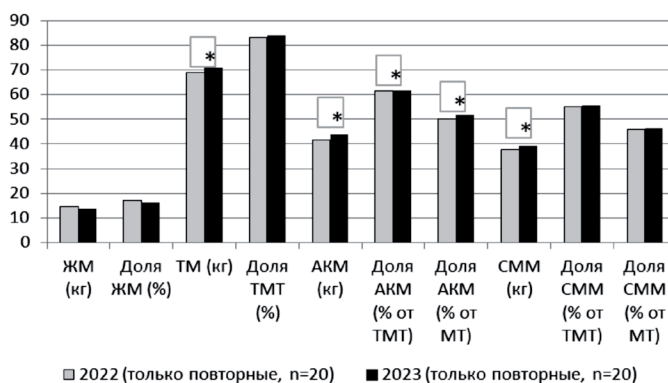


Рис. 5. Изменение некоторых показателей состава тела баскетболистов при первом и втором обследовании (только для членов команды, проходивших измерение двукратно)

Выводы

Было показано, что изменения, произошедшие в составе команды в течение года, значительно не повлияли на общий уровень физического развития команды, однако были отмечены тенденции к увеличению одних и уменьшению других показателей, говорящие об улучшении общего морфологического профиля команды.

При оценке динамики уровня физического развития только тех игроков команды, которые были задействованы в командном составе в течение года, было показано, что их физическое состояние улучшилось, что является закономерным процессом в спортивной практике.

Произошедшие изменения в компонентном составе тела игроков команды отразились на соматотипологическом профиле увеличением балла MESO, что говорит об изменении в сторону увеличения мышечной компоненты, и уменьшением балла ENDO, что говорит об уменьшении жировой компоненты.

4.2. Динамика состава тела баскетболистов с учетом особенностей физической нагрузки и рациона питания

В 2022–2023 годах было проведено трехкратное комплексное обследование студентов-баскетболистов. Оценивали морфологический статус (габаритные размеры и компонентный состав тела (Выборная К.В., 2023–3), тип телосложения (Выборная К.В., 2023–4)), фактическое питание (Коростелева М.М., 2023), уровень основного обмена и суточные энерготраты (Раджабкадиев Р.М., 2023), гематологический (Мустафина О.К., 2023) и иммунологический статус (Ригер Н.А., 2023), определяли наследственную предрасположенность к алиментарно-зависимым заболеваниям методом генотипирования (Сорокина Е.Ю., 2023), а также изучали особенности кишечной микробиоты (Маркова Ю.М., 2022).

При изучении кишечной микробиоты было получено представление о таксономических характеристиках и количествах строго анаэробных представителей микробиоты с потенциальными защитными свойствами, лактобацилл, бифидобактерий и метаболически высокоактивной группы *B. fragilis*, свидетельствующее о проявлении определенных дисбиотических отклонений в кишечнике (Маркова Ю.М., 2022).

Оценка питания в 2022 году выявила выраженный дефицит пищевых волокон на фоне низкого содержания общих углеводов в структуре суточной энергетической ценности рациона. Установлено, что рацион питания был несбалансирован и отличался высокой долей общего жира от энергетической ценности (Сорокина Е.Ю., 2023). Рекомендации, данные спортсменам в 2022 г., по увеличению потребления традиционных пищевых продуктов, являющихся источниками пищевых волокон, не привели к положительному результату, и при обследовании в 2023 г. нарушения рациона остались такими же (Коростелева М.М., 2023).

Данные о составе кишечной микробиоты (2022 г.) и несбалансированности пищевого рациона (2022, 2023 гг.) продиктовали необходимость выбора подходов к нутритивной коррекции выявленных нарушений (Коростелева М.М., 2023; Маркова Ю.М. 2022; Сорокина Е.Ю., 2023).

Спортсменам было рекомендовано принимать специализированные пищевые продукты, содержащие пищевые волокна, а также лакто- и бифидобактерии с целью нормализации микробиоты и содержания пищевых волокон в рационе на уровне, нормируемом в рекомендательных нормативных документах (Коростелева М.М., 2023).

Было проведено рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое исследование (Коростелева М.М., 2023) с введением в рацион комбинации пребиотиков, пробиотиков и пищевых волокон. Было показано, что после их введения достоверно увеличилось содержание пищевых волокон в рационе основной группы (Коростелева М.М., 2023).

При изучении влияния сочетанного действия пребиотиков, пробиотиков и пищевых волокон на гематологические показатели баскетболистов было показано, что в основной группе по завершению исследования наблюдалось достоверное увеличение количества тромбоцитов; по другим гематологическим показателям статистически значимых различий между основной группой и группой сравнения выявлено не было. Однако в обеих группах по завершении исследования (по сравнению с данными показателями у спортсменов до начала исследования) было обнаружено достоверное снижение средней концентрации гемоглобина в эритроците, что стало следствием интенсивной физической нагрузки (ФН) к концу периода исследования, а также достоверное увели-

чение относительного содержания базофильных лейкоцитов, что свидетельствует о возможной аллергизации организма (Мустафина О.К., 2023).

При изучении влияния про- и пребиотиков и пищевых волокон на цитокиновый профиль спортсменов было показано, что пробиотики и пребиотические компоненты снизили интенсивность воспаления мышц после физических нагрузок, оказав влияние на механизмы цитокиновой регуляции репаративных процессов. Полученные изменения цитокинового профиля у спортсменов основной группы отражали различные этапы восстановления структуры и функции мышечной ткани при активных физических нагрузках (Ригер Н.А., 2023).

Также при выполнении данной работы была изучена динамика морфологического статуса (оценка изменений габаритных размеров тела, компонентного состава тела, водных секторов организма и соматотипологического статуса) спортсменов-баскетболистов на фоне изменения уровня физической нагрузки с параллельным введением в рацион питания пробиотиков, пребиотиков и пищевых волокон.

Характеристика обследованной группы спортсменов. Баскетбольная мужская студенческая команда МГАФК является ежегодным участником турниров студенческой лиги ВТБ и лиги Белова, организуемых АСБ (ассоциация студенческого баскетбола) – национальной студенческой спортивной ассоциацией, которая проводит официальный студенческий чемпионат России по баскетболу. Эта команда является четырехкратным победителем (сезоны 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020) студенческой лиги ВТБ (спонсор лиги с 2016 по 2019 года – банк ВТБ, ранее Внешторгбанк), трехкратным победителем (сезоны 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023) студенческой лиги РЖД (спонсор лиги с 2020 по н.в. – Холдинг Российские железные дороги), шестикратным золотым призером (сезоны 2011/12, 2012/13, 2013/14, 2016/17, 2018/19, 2020/21), четырехкратным серебряным призером (сезоны 2008/09, 2009/10, 2014/15, 2017/18) и двукратным бронзовым призером (сезоны 2010/11, 2015/16) суперфинала чемпионата АСБ.

Результаты исследования. В табл. 14–16 представлены данные двух обследований с интервалом между обследованиями 1 месяц на фоне приема синбиотика Максифлор® и кукурузных

отрубей в основной группе и привычного пищевого рациона с добавлением плацебо и пшеничных сухарей в группе сравнения. Представлены динамические изменения состава тела, как в общем в команде (табл. 14, рис. 6), так и при разделении на основную группу (табл. 15, рис. 7) и группу сравнения (табл. 16, рис. 8).

Таблица 14. Динамические данные оценки показателей, измеренных методами антропометрии и биоимпедансометрии, у баскетболистов на фоне изменения уровня физической нагрузки и проведения исследования (в целом для всей команды)

Измеряемый показатель	Команда 2023 года (апрель), n = 28	Команда 2023 года (май), n = 28	Изме- нение
ДТ (см)	188,0 (184,3; 192,0)	188,0 (184,3; 192,0)	
МТ (кг)	83,8 (78,6; 89,3)	84,7 (80,3; 89,7)*	↑
ОТ (см)	82,0 (78,3; 83,0)	84,0 (81,5; 87,0)*	↑
ОБ (см)	100,0 (97,0; 101,5)	102,5 (99,0; 105,0)*	↑
ИТБ	0,82 (0,80; 0,83)	0,82 (0,81; 0,86)*	↑
R50 (Ом)	436,3 (427,1; 462,9)	456,9 (430,9; 490,6)*	↑
Xc50 (Ом)	60,3 (57,7; 61,8)	63,9 (59,5; 68,9)*	↑
Phi50 (град.)	7,7 (7,4; 8,0)	7,9 (7,5; 8,3)	↑
R5 (Ом)	522,4 (508,8; 541,8)	541,5 (518,2; 588,5)*	↑
Xc5 (Ом)	29,7 (28,4; 32,1)	34,3 (31,1; 37,4)*	↑
Phi5 (град.)	3,3 (3,1; 3,5)	3,6 (3,3; 3,9)*	↑
Фаз.угол 50 кГц (град.)	7,7 (7,4; 8,0)	7,9 (7,5; 8,3)	↑
ИМТ (кг/м ²)	24,3 (22,5; 25,0)	24,4 (22,7; 25,2)*	↑
ЖМ (кг)	13,6 (11,3; 14,8)	14,8 (12,8; 17,6)*	↑
Доля ЖМ (%)	15,7 (13,9; 17,3)	18,0 (16,0; 19,9)*	↑
ТМ (кг)	71,0 (67,4; 74,8)	70,2 (66,1; 73,9)*	↓
Доля ТМТ (%)	84,3 (82,8; 86,1)	82,0 (80,1; 84,0)	↓
АКМ (кг)	43,5 (41,5; 46,2)	42,8 (40,6; 46,2)	↓
Доля АКМ (% от ТМТ)	61,4 (59,9; 62,4)	62,2 (60,6; 63,3)*	↑
Доля АКМ (% от МТ)	51,9 (50,5; 53,5)	50,8 (48,2; 52,7)*	↓
СММ (кг)	39,4 (37,3; 41,6)	38,3 (36,1; 40,6)*	↓
Доля СММ (% от ТМТ)	55,4 (55,1; 55,7)	54,8 (54,6; 55,3)*	↓
Доля СММ (% от МТ)	46,6 (45,4; 47,9)	45,0 (43,6; 46,5)	↓
Осн.Обм. (ккал/сут)	1989,0 (1925,0; 2073,5)	1969,0 (1897,5; 2075,5)*	↓
Уд.Обм. (ккал/сут/м ²)	948,5 (914,0; 961,5)	936,5 (903,0; 958,0)*	↓
Вода (кг)	52,0 (49,4; 54,8)	51,4 (48,4; 54,1)*	↓
% ОВО от МТ	61,7 (60,6; 63,0)	60,1 (58,6; 61,5)*	↓

Измеряемый показатель	Команда 2023 года (апрель), n = 28	Команда 2023 года (май), n = 28	Изме- нение
Внекл.Вода (кг)	20,5 (19,5; 21,6)	20,3 (19,0; 21,2)*	↓
% ВнекВ от МТ	24,2 (23,9; 24,8)	23,5 (23,2; 24,1)*	↓
Внутрикл.Вода (кг)	31,4 (30,0; 33,1)	31,0 (29,4; 32,9)*	↓
% ВнукВ от МТ	37,5 (36,8; 38,4)	36,6 (35,4; 37,4)*	↓
Внек/Внук	0,648 (0,646; 0,659)	0,644 (0,639; 0,652)	↓
Внек/OBO	0,393 (0,392; 0,397)	0,392 (0,390; 0,395)*	↓
ENDO	3,4 (3,1; 3,7)	3,7 (3,4; 4,0)	↑
MESO	4,8 (4,3; 5,2)	4,6 (4,4; 5,1)*	↓
ЕСТО	2,9 (2,3; 3,4)	2,8 (2,2; 3,3)	↓
MESO*Phi50	36,6 (32,3; 41,0)	36,8 (34,2; 41,5)*	↑
ИЖМ (кг/м ²)	3,8 (3,3; 4,2)	4,4 (3,8; 4,9)*	↑
ИТМ (кг/м ²)	20,2 (19,2; 21,1)	19,9 (18,7; 20,6)	↓
ИАКМ (кг/м ²)	12,4 (11,7; 12,9)	12,3 (11,8; 12,9)*	↓
ИСММ (кг/м ²)	11,3 (10,6; 11,7)	10,9 (10,3; 11,4)	↓

Примечание:

– данные представлены в виде Медиана (Нижний квартиль; Верхний квартиль);

* достоверно значимые различия показателей в динамике за месяц в целом для всей команды (при $p < 0,05$) для попарно связанных показателей по критерию Вилкоксона.

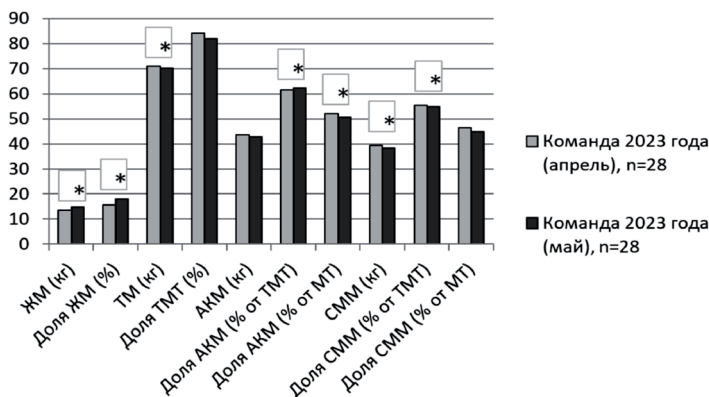


Рис. 6. Изменение некоторых показателей состава тела всех игроков баскетбольной команды (n = 28) на фоне изменения уровня физической нагрузки и проведения исследования

Таблица 15. Динамические данные оценки показателей, измеренных методами антропометрии и биоимпедансометрии, у баскетболистов основной группы на фоне изменения уровня физической нагрузки и проведения исследования

Измеряемый показатель	Команда 2023 года (апрель), опытная группа, n = 14	Команда 2023 года (май), опытная группа, n = 14	Изменение
ДТ (см)	190,3 (184,6; 195,0)	191,3 (184,6; 195,0)	
МТ (кг)	87,8 (79,1; 89,7)	87,5 (80,4; 90,6)	↓
ОТ (см)	81,5 (78,5; 83,0)	84,0 (82,0; 87,0)*	↑
ОБ (см)	100,3 (98,0; 102,0)	102,5 (99,0; 105,0)	↑
ИТБ	0,81 (0,80; 0,83)	0,83 (0,79; 0,86)*	↑
R50 (Ом)	434,3 (421,6; 460,5)	455,1 (433,1; 488,5)*	↑
Хс50 (Ом)	60,0 (57,4; 62,9)	64,3 (60,3; 70,5)	↑
Phi50 (град.)	7,7 (7,2; 8,0)	8,1 (7,5; 8,4)	↑
R5 (Ом)	518,1 (507,1; 541,0)	539,5 (523,6; 588,8)*	↑
Хс5 (Ом)	30,3 (26,9; 31,8)	33,9 (31,4; 39,4)*	↑
Phi5 (град.)	3,2 (3,0; 3,4)	3,6 (3,4; 3,9)*	↑
Фаз.угол 50 кГц (град.)	7,7 (7,2; 8,1)	8,1 (7,5; 8,4)	↑
ИМТ (кг/м ²)	24,4 (22,6; 25,0)	24,4 (22,3; 25,2)	–
ЖМ (кг)	12,9 (10,5; 16,1)	14,8 (12,6; 17,5)*	↑
Доля ЖМ (%)	15,5 (13,2; 17,1)	17,7 (16,2; 20,0)*	↑
ТМ (кг)	73,6 (66,9; 75,6)	71,2 (65,6; 73,9)*	↓
Доля ТМТ (%)	84,5 (82,9; 86,8)	82,3 (80,0; 83,8)*	↓
АКМ (кг)	44,3 (41,6; 46,5)	43,7 (41,1; 46,7)	↓
Доля АКМ (% от ТМТ)	61,4 (59,1; 62,6)	62,7 (60,4; 63,8)*	↑
Доля АКМ (% от МТ)	51,9 (50,5; 54,7)	51,7 (48,1; 52,7)	↓
СММ (кг)	40,6 (37,9; 41,9)	38,6 (36,0; 40,7)*	↓
Доля СММ (% от ТМТ)	55,3 (55,1; 55,7)	54,8 (54,5; 55,1)*	↓
Доля СММ (% от МТ)	46,8 (45,6; 48,4)	45,1 (43,4; 46,2)*	↓
Осн.Обм. (ккал/сут)	2014,5 (1930,0; 2086,0)	1995,5 (1914,0; 2090,0)	↓
Уд.Обм. (ккал/сут/м ²)	944,0 (881,0; 965,0)	947,5 (886,0; 960,0)	↑
Вода (кг)	53,9 (49,0; 55,4)	52,1 (48,0; 54,1)*	↓
% ОВО от МТ	61,9 (60,7; 63,6)	60,3 (58,6; 61,3)*	↓
Внекл.Вода (кг)	21,2 (19,4; 21,9)	20,5 (18,8; 21,2)*	↓
% ВнекВ от МТ	24,4 (23,9; 25,0)	23,5 (23,1; 24,0)*	↓
Внутрикл.Вода (кг)	32,7 (29,7; 33,5)	31,6 (29,3; 32,9)*	↓
% ВнуткВ от МТ	37,6 (36,9; 38,5)	36,7 (35,3; 37,3)*	↓
Внек/Внутк	0,652 (0,647; 0,664)	0,643 (0,638; 0,651)*	↓
Внек/ОВО	0,395 (0,392; 0,399)	0,392 (0,390; 0,394)*	↓
ENDO	3,4 (2,7; 3,7)	3,7 (3,0; 4,1)*	↑

Измеряемый показатель	Команда 2023 года (апрель), опытная группа, n = 14	Команда 2023 года (май), опытная группа, n = 14	Изменение
MESO	4,8 (4,0; 5,0)	4,7 (3,9; 5,0)	↓
ЕСТО	2,8 (2,4; 3,4)	2,9 (2,3; 3,4)	↑
MESO*Phi50	35,6 (30,9; 40,0)	36,6 (33,5; 41,1)	↑
ИЖМ (кг/м ²)	3,8 (2,8; 4,2)	4,4 (3,3; 4,9)*	↑
ИТМ (кг/м ²)	20,2 (19,4; 20,9)	20,0 (18,7; 20,5)*	↓
ИАКМ (кг/м ²)	12,6 (11,6; 12,8)	12,5 (11,8; 12,9)	↓
ИСММ (кг/м ²)	11,3 (10,5; 11,7)	11,0 (10,0; 11,3)*	↓

Примечание:

– данные представлены в виде Медиана (Нижний квартиль; Верхний квартиль);

* достоверно значимые различия показателей в динамике за месяц для спортсменов основной группы (при $p < 0,05$) для попарно связанных показателей по критерию Вилкоксона.

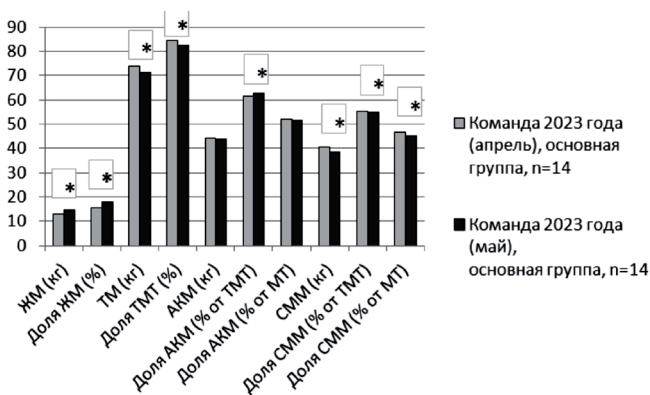


Рис. 7. Изменение некоторых показателей состава тела баскетболистов основной группы (n = 14) на фоне изменения уровня физической нагрузки и проведения исследования

Было показано, что в целом за месяц в команде произошли некоторые значимые изменения в измеряемых показателях. Достоверно увеличились габаритные размеры тела: МТ, ОТ, ОБ, а также значения ИФР: ИТБ и ИМТ; достоверно увеличились первичные показатели импеданса: R50, Xc50, R5, Xc5 и Phi5; достоверно увеличились показатели компонентного состава тела: ЖМ, доля ЖМ, доля АКМ от ТМТ.

Таблица 16. Динамические данные оценки показателей, измеренных методами антропометрии и биоимпедансометрии, у баскетболистов группы сравнения на фоне изменения уровня физической нагрузки и проведения исследования

Измеряемый показатель	Команда 2023 года (апрель), контрольная группа, n = 14	Команда 2023 года (май), контрольная группа, n = 14	Изменение
ДТ (см)	186,9 (184,0; 188,0)	186,9 (184,0; 188,0)	
МТ (кг)	83,1 (78,0; 85,0)	83,7 (80,1; 88,2)*	↑
ОТ (см)	82,0 (78,0; 83,0)	83,5 (81,0; 86,0) *	↑
ОБ (см)	100,0 (95,0; 101,0)	102,5 (97,0; 105,0)*	↑
ИТБ	0,82 (0,81; 0,83)	0,82 (0,81; 0,85)*	↑
R50 (Ом)	439,1 (428,3; 476,6)	470,1 (426,1; 492,7)	↑
Xc50 (Ом)	60,3 (59,6; 61,1)	62,5 (58,7; 68,5)	↑
Phi50 (град.)	7,7 (7,7; 7,9)	7,8 (7,6; 8,2)	↑
R5 (Ом)	525,1 (510,5; 551,5)	552,0 (498,2; 588,3)	↑
Xc5 (Ом)	29,5 (28,7; 33,5)	34,7 (28,2; 37,0)	↑
Phi5 (град.)	3,3 (3,1; 3,5)	3,5 (3,2; 3,7)*	↑
Фаз.угол 50 кГц (град.)	7,7 (7,7; 7,9)	7,8 (7,6; 8,3)	↑
ИМТ (кг/м ²)	23,7 (22,4; 25,5)	23,8 (22,8; 25,4)*	↑
ЖМ (кг)	13,7 (11,6; 14,5)	15,0 (13,0; 17,6)*	↑
Доля ЖМ (%)	16,4 (14,7; 17,4)	18,3 (15,8; 19,8)	↑
ТМ (кг)	69,9 (67,8; 71,6)	69,1 (66,5; 71,0)	↓
Доля ТМТ (%)	83,6 (82,6; 85,2)	81,8 (80,1; 84,2)	↓
АКМ (кг)	43,1 (41,3; 44,3)	42,5 (40,3; 44,5)	↑
Доля АКМ (% от ТМТ)	61,4 (61,1; 62,0)	61,6 (60,7; 63,3)	↑
Доля АКМ (% от МТ)	51,7 (50,5; 52,8)	50,3 (48,3; 52,7)*	↓
СММ (кг)	38,9 (37,1; 39,9)	38,1 (36,1; 40,1)	↓
Доля СММ (% от ТМТ)	55,4 (54,9; 55,7)	54,9 (54,6; 55,3)*	↓
Доля СММ (% от МТ)	46,3 (45,2; 47,5)	44,9 (43,7; 46,8)	↓
Осн.Обм. (ккал/сут)	1977,5 (1920,0; 2015,0)	1958,0 (1890,0; 2021,0)	↓
Уд.Обм. (ккал/сут/м ²)	951,0 (924,0; 958,0)	923,5 (908,0; 939,0)	↓
Вода (кг)	51,2 (49,7; 52,4)	50,6 (48,7; 52,0)	↓
% ОВО от МТ	61,3 (60,5; 62,4)	59,8 (58,6; 61,6)	↓
Внекл.Вода (кг)	20,2 (19,5; 20,6)	19,9 (19,1; 20,6)	↓
% ВнекВ от МТ	24,0 (23,8; 24,8)	23,6 (23,2; 24,2)	↓
Внутрикл.Вода (кг)	31,3 (30,2; 31,8)	30,6 (29,5; 31,7)	↓
% ВнуткВ от МТ	37,1 (36,8; 37,9)	36,3 (35,4; 37,4)*	↓
Внек/Внутк	0,647 (0,644; 0,656)	0,644 (0,639; 0,663)	↓
Внек/ОВО	0,393 (0,392; 0,397)	0,392 (0,390; 0,399)	↓
ENDO	3,4 (3,1; 3,6)	3,6 (3,4; 4,0)*	↑

Измеряемый показатель	Команда 2023 года (апрель), контрольная группа, n = 14	Команда 2023 года (май), контрольная группа, n = 14	Изменение
MESO	4,7 (4,4; 5,4)	4,6 (4,5; 5,4)	↓
ЕСТО	2,9 (2,1; 3,4)	2,8 (2,1; 3,2)*	↓
MESO*Phi50	37,1 (34,2; 43,1)	36,9 (34,4; 42,8)	↓
ИЖМ (кг/м ²)	4,0 (3,4; 4,2)	4,3 (3,8; 4,9)	↑
ИТМ (кг/м ²)	20,2 (19,0; 21,2)	19,6 (18,7; 21,4)*	↓
ИАКМ (кг/м ²)	12,4 (11,9; 12,9)	12,2 (11,4; 12,9)	↓
ИСММ (кг/м ²)	11,3 (10,7; 11,7)	10,7 (10,3; 11,7)	↓

Примечание:

– данные представлены в виде Медиана (Нижний квартиль; Верхний квартиль);

* достоверно значимые различия показателей в динамике за месяц для спортсменов группы сравнения (при $p < 0,05$) для попарно связанных показателей по критерию Вилкоксона.

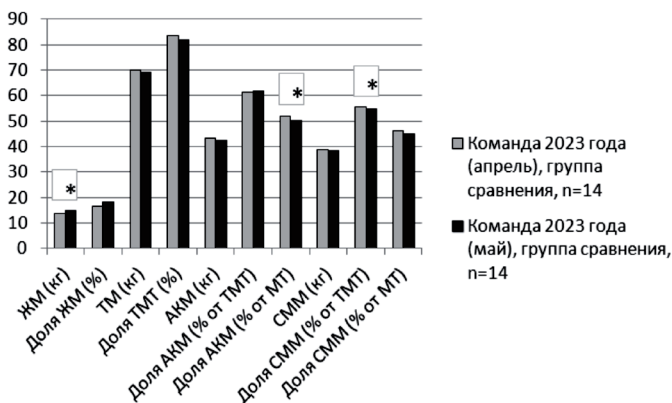


Рис. 8. Изменение некоторых показателей состава тела баскетболистов группы сравнения (n = 14) на фоне изменения уровня физической нагрузки и проведения исследования

Достоверно уменьшились такие показатели компонентного состава тела как ТМ, доля АКМ от ТМ, СММ и доля СММ от ТМТ; достоверно уменьшились абсолютные и относительные показатели основного обмена; достоверно уменьшились показатели водных секторов организма: Вода, % ОВО от ТМ, Внекл.Вода, % ВнекВ от ТМ, Внутрикл.Вода, % ВнуткВ от ТМ, а также индек-

са гидратации организма: Внек/ОВО. Достоверно уменьшился балл компонента соматотипа MESO, балл компонента ENDO повысился, но недостоверно, балл компонента ECTO недостоверно понизился. Достоверно увеличились значения индекса жировой массы и индекса MESO*Phi50; достоверно снизилось значение индекса активной клеточной массы.

Показано, что изменения в габаритных размерах, компонентном составе тела и в показателях водных секторов и гидратации организма произошли как в основной группе, так и в группе сравнения, однако, как сами изменения были разнонаправленные, так и достоверность изменений была различная.

В основной группе достоверно увеличились показатели ОТ и ИТБ, а также показатели импеданса: R50, R5, Xc5, Phi5, и показатели состава тела: ЖМ, доля ЖМ и доля АКМ от ТМТ.

Достоверно снизились следующие показатели состава тела: ТМТ, доля ТМТ, и доля СММ от ТМТ и от МТ, достоверно уменьшились абсолютные и относительные показатели водных секторов организма, а также оба индекса гидратации организма. Недостоверно уменьшился показатель доли АКМ от МТ, недостоверно уменьшился показатель ВОО и увеличился показатель удельной ВОО. Достоверно увеличился балл компонента ENDO, недостоверно уменьшился балл компонента MESO и увеличился балл компонента ECTO. Достоверно увеличилось значение индекса ЖМ, уменьшилось значение индексов ТМ и СММ, недостоверно снизилось значение индекса АКМ.

В группе сравнения достоверно увеличились показатели МТ, ОТ, ОБ, ИТБ, ИМТ; достоверно увеличился показатель ЖМ, недостоверно увеличился показатель доли ЖМТ; Достоверно уменьшились показатели доли АКМ от МТ и доли СММ от ТМ; недостоверно уменьшились показатели ТМ, доли ТМ, АКМ, доли АКМ от ТМ, СММ и доли СММ от МТ, недостоверно уменьшились абсолютные показатели водных секторов организма.

Общая динамика и направленность изменений компонентного состава тела измеренных спортсменов как в команде в целом, так и при разделении на основную группу и группу сравнения, показана в табл. 17 и на рис. 9. Показано, что показатели МТ, ИМТ, ЖМТ, доля ЖМТ, доля ТМТ от МТ, доля АКМ от ТМТ, доля АКМ от МТ, доля СММ от ТМТ и доля СММ от МТ имеют однонаправленные тенденции изменения; а показатели ТМ, АКМ и СММ – разнонаправленные тенденции.

Таблица 17. Динамика массы тела и компонентного состава тела баскетболистов на фоне изменения физической активности и проведения исследования

Показатель	Вся команда (n = 28)			Контрольная группа (n = 14)			Опытная группа (n = 14)		
	Me	min	max	Me	min	max	Me	min	max
ΔMT (кг)	0,9	-1,3	3,3	1,4	-0,7	3,2	0,3	-1,3	3,3
ΔИМТ (кг/м ²)	0,2	-0,7	1,0	0,4	-0,7	1,0	0,1	-0,6	0,9
ΔЖМ (кг)	2,2	-2,4	5,4	1,8	-2,4	5,4	2,4	0,3	4,2
ΔДоля ЖМ (%)	2,3	-2,8	6,2	1,9	-2,8	6,2	2,5	0,3	4,2
ΔТМ (кг)	-1,1	-4,6	2,6	0,6	-4,4	2,6	-1,6	-4,6	0,3
ΔДоля ТМТ (%)	-2,2	-6,3	2,8	-1,8	-6,3	2,8	-2,6	-4,2	-0,4
ΔАКМ (кг)	0	-2,5	2,7	-0,3	-2,1	2,7	0,2	-2,5	2,5
ΔДоля АКМ (% от ТМТ)	0,6	-2,7	4,3	0,0	-2,7	3,0	1,2	-2,0	4,3
ΔДоля АКМ (% от МТ)	-1,0	-3,3	2,8	-1,2	-3,2	2,8	-0,3	-3,3	1,8
ΔСММ (кг)	-1,3	-3,4	1,8	0,1	-3,4	1,8	-1,5	-3,3	0,1
ΔДоля СММ (% от ТМТ)	-0,6	-3,5	0,6	-0,4	-1,5	0,6	-0,7	-3,5	-0,1
ΔДоля СММ (% от МТ)	-1,9	-4,6	2,1	-1,3	-4,6	2,1	-2,1	-3,4	-0,4

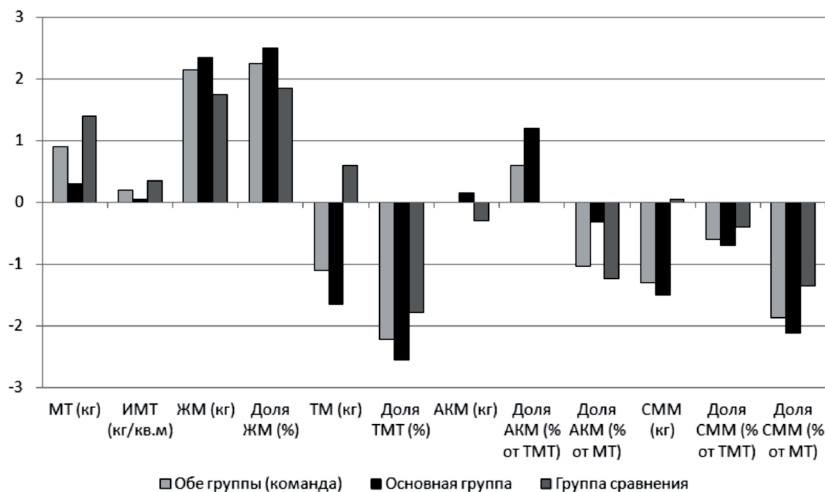


Рис. 9. Динамика массы тела и компонентного состава тела баскетболистов на фоне изменения уровня физической нагрузки и проведения исследования (как в команде в целом, так и при разделении на основную группу и группу сравнения)

Из рис. 10, отображающего индивидуальные изменения показателей общей массы тела, жировой, тощей, активной клеточной и скелетно-мышечной массы, видно, что у всех 14 спортсменов основной группы жировая масса увеличилась. При этом у 8 спортсменов увеличилась общая масса тела, у 5 – уменьшилась, у одного осталась такая же. Количество тощей массы снизилось у 13 спортсменов, у одного незначительно возросла. Активная клеточная масса возросла у 5 спортсменов, у остальных 9 – уменьшилась. Скелетно-мышечная масса снизилась у 13 спортсменов, у одного незначительно возросла.

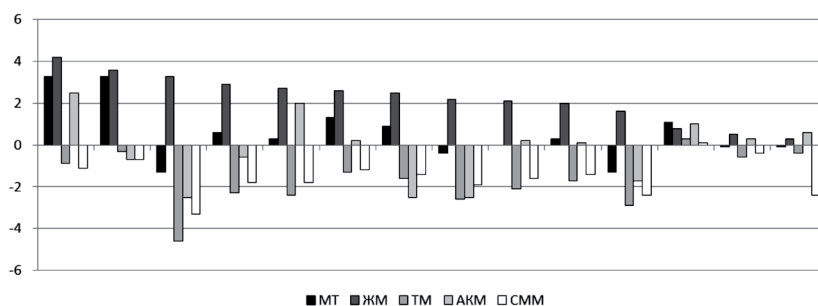


Рис. 10. Индивидуальные изменения показателей общей массы тела, жировой, тощей, активной клеточной и скелетно-мышечной массы спортсменов основной группы

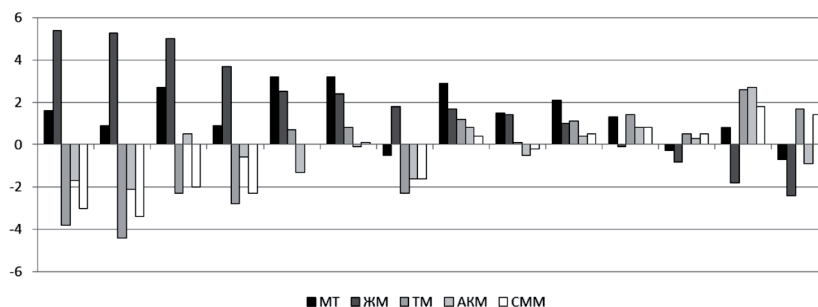


Рис. 11. Индивидуальные изменения показателей общей массы тела, жировой, тощей, активной клеточной и скелетно-мышечной массы спортсменов группы сравнения

Из рис. 11, отображающего индивидуальные изменения показателей общей массы тела, жировой, тощей, активной клеточной и скелетно-мышечной массы, видно, что у 10 спортсменов группы сравнения жировая масса повысилась и у 4 – снизилась. При этом у 11 спортсменов увеличилась общая масса тела, а у 3 – незначительно уменьшилась. Количество тощей массы снизилось у 7 спортсменов, у 9 – возросло. Активная клеточная масса возросла у 6 спортсменов, у остальных 8 – уменьшилась. Скелетно-мышечная масса снизилась у 6 спортсменов, у 7 – повысилась, у одного осталась прежней.

Выводы

На фоне изменения уровня ФН морфологический статус студентов-баскетболистов претерпел изменения как в основной группе, так и в группе сравнения. Изменения имели как достоверные различия, так и просто выражались тенденцией.

При оценке изменений было показано, что ТМ, АКМ и СММ имели разнонаправленные тенденции – в основной группе ТМТ и СММ снизились, в группе сравнения – увеличились; АКМ в основной группе увеличилась, а в группе сравнения – снизилась.

Предположительно прием синбиотика в сочетании с отрубями в основной группе не повлиял на массу тела и соотношение ее компонентов, т.к. было показано, что изменения, произошедшие у спортсменов обеих групп были схожими, несмотря на разнонаправленную тенденцию и степень достоверности различий, и являлись следствием изменения уровня ФН баскетболистов (до двух тренировок в неделю у игроков второго состава и до участия в играх баскетбольной студенческой лиги у игроков первого состава).

Для более детальной оценки влияния комбинаций пробиотиков, пребиотиков и пищевых волокон на морфологические показатели требуется проведение более длительного (не менее двух месяцев) исследования при соблюдении спортсменами рекомендаций по питанию. Кроме того, желательно проводить подобного рода исследования в тренировочный (а не соревновательный) период спортивной подготовки на фоне стабильной физической нагрузки.

ГЛАВА 5. ОЦЕНКА СОСТАВА ТЕЛА МЕТОДАМИ АНТРОПОМЕТРИИ И БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ – СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТНОЙ И ДВУХ АППАРАТНЫХ МЕТОДИК (НА ПРИМЕРЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ БАСКЕТБОЛЬНОЙ КОМАНДЫ)

Зная, что жировая ткань и воспалительные цитокины, которые она продуцирует, напрямую связаны с развитием большинства алиментарно-зависимых неинфекционных заболеваний (Nishida C., 2010), 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. F.S. Lira et al. (2010) 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. Спортсмены с большим количеством мышечной и меньшим количеством жировой массы могут преодолевать большие расстояния за матч, показывать более высокие результаты в прыжках, тестах на ускорение или сопротивление, а также могут легче выполнять высокоинтенсивные интервальные тренировки в течение длительного времени (Tornero-Aguilera J.F., 2022). В связи с тем, что повышенное количество тощей массы тела способствует увеличению силы и мощности спортсмена (Tornero-Aguilera J.F., 2022), следует проводить оцен-

ку компонентного состава тела с целью дальнейшей его коррекции в сторону увеличения мышечного и уменьшения жирового компонента.

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 (Matiegka J., 1921) и химический (Martin A.D., 1985) анализ 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 (Николаев Д.В., 2009).

Методы *in vivo* для оценки состава тела можно разделить на эталонные, результаты измерения которых более точные и достоверные, и не эталонные (Николаев Д.В., 2009). К эталонным методам относят подводное взвешивание, воздушную бодиплетизмографию, двухэнергетическую рентгеновскую денситометрию (Dual-Energy X-ray Absorptiometry, DEXA), 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 применяется для разных целей у различного контингента (условно здоровые люди, пожилые люди, дети, люди с различными нозологиями, 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 DEXA. Для амбулаторных и полевых исследований обычно используют калиперометрию, метод инфракрасного отражения (ИК-отра-

жения), одночастотные и многочастотные биоимпедансные анализаторы (БИ анализаторы) (Николаев Д.В., 2009; Montgomery M., 2017; Yang S.W., 2018). 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 (Николаев Д.В., 2009). Некоторые авторы разрабатывают регрессионные уравнения для оценки жировой массы тела на основе антропометрических измерений (Sloan A., 1970; Durnin J.V. and Womersley J., 1974; Lean M., 1996; Gallagher D., 2004; Pongchaiyakul C., 2005; Ross W.D., 1991; Faulkner J., 1968; Carter J.E.L., 1982). 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 (Willem's A., 2015; Vaquero-Cristóbal R., 2020). При этом, считая метод рентгеновской денситометрии эталонным для определения ЖМТ (консультация экспертов ВОЗ рекомендует его в качестве эталона для исследования состава тела), некоторые исследователи создают уравнения, позволяющие результаты антропометрии и биоимпедансометрии конвертировать в результат денситометрии (Tornero-Aguilera J.F., 2022).

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 (X_C) сопротивление. Материальным субстратом активного сопротивления R в биоло-

гическом 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 (Николаев Д.В., 2009). Следует помнить, что результаты измерения состава тела зависят от пола, возраста, этнической принадлежности, количества ЖМТ, уровня гидратации и времени измерения индивида.

Сравнительный анализ состава тела при оценке с помощью расчетной и двух аппаратных методик. Было проведено сравнение результатов оценки состава тела баскетболистов, полученных с помощью расчетной и двух аппаратных методик. Параметры, получаемые при определении состава тела вышеуказанными методами, представлены в табл. 18.

Таблица 18. 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	+	+	+
Доля жировой массы, %	+	+	+
Тощая масса тела, кг	+	+	+
Доля тощей массы тела, % от МТ	+		
Активная клеточная масса, кг		+	
Доля активной клеточной массы, % от ТМТ		+	
Скелетно-мышечная масса, кг	+	+	+

Измеряемый показатель	Методика, применяемая для определения состава тела		
	Расчетный метод	Метод биоимпедансометрии	
		АНТРА	МЕДАСС
Доля скелетно-мышечной массы от массы тела, % от МТ	+		
Доля скелетно-мышечной массы от 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 вода, кг		+	+
Внутриклеточная вода, кг		+	+

В табл. 19 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 Н.Ю. Лутовиновой, М.И. Уткиной и В.П. Чтецова (Анисимова А.В., 2021; Тутельян В.А., 2022).

Таблица 19. 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±1,0
Бедро	60,1±2,4
Голень	38,9±1,5

В табл. 20 представлены данные, полученные при оценке состава тела баскетболистов тремя методами: с помощью расчетной и двух аппаратных методик.

Таблица 20. Оценка состава тела баскетболистов тремя методами

Измеряемый показатель	Методика, применяемая для определения состава тела		
	Расчетный метод	Метод биоимпедансометрии	
	АНТРА	МЕДАСС	ACCUNIQ
ЖМТ, кг	14,8±4,24	14,5±3,32	14,2±2,79
Доля ЖМТ, % от МТ	17,5±4,48	17,2±3,28	16,8±3,16
ТМТ, кг	69,6±6,41	69,9±5,42	70,2±6,40
Доля ТМТ, % от МТ	82,5±4,48	82,9±3,27*	83,2±3,17*
АКМ, кг		42,8±3,29	
Доля АКМ, % от ТМТ		61,2±1,69	
СММ, кг	41,5±3,86 ^{2,3}	38,5±3,22 ^{1,3}	39,6±3,66 ^{1,2}
Доля СММ, % от МТ	49,2±2,64 ^{2,3}	45,7±2,53 ^{1,3*}	46,9±1,91 ^{1,2*}
Доля СММ, % от ТМТ	59,7±2,36 ^{2,3}	55,1±0,89 ^{1,3*}	56,3±0,16 ^{1,2*}
ВОО, ккал/сут	1924,3±100,47 ^{2,3}	1967,3±104,10 ^{1,3}	1887,0±138,44 ^{1,2}
Удельная ВОО, ккал/сут/м ²	904,1±8,58 ^{2,3}	924,9±37,83 ^{1,3}	885,7±22,94 ^{1,2*}
ОВО, кг	50,9±4,70	51,1±3,97	51,2±4,68
ВнекВ, кг		20,1±1,69	20,3±2,02
ВнуткВ, кг		31,0±2,34	30,9±2,67

Примечание:

– данные представлены в виде средней и стандартного отклонения (M±σ);

– достоверные различия

¹ – от результатов, полученных методом антропометрии (АНТРА);

² – от результатов, полученных методом биоимпедансометрии на приборе АВС-01 Медасс (МЕДАСС);

³ – от результатов, полученных методом биоимпедансометрии на приборе ACCUNIQ BC310 (ACCUNIQ);

* – показатели, которые были рассчитаны по формулам, т.к. их определение не заложено в программное обеспечение биоимпедансометров.

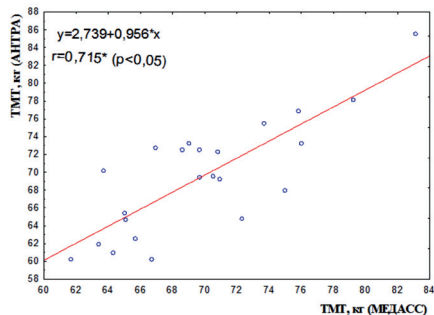
Как видно из табл. 20, достоверные различия были выявлены по абсолютному и относительному (к массе тела и тощей массе тела) показателям содержания скелетно-мышечной массы тела. Расчет по формуле дает большие значения СММ по сравнению с измеренными результатами на основе биоимпедансного анализа.

По остальным показателям состава тела (жировая масса тела и вода) при измерении студентов-баскетболистов достоверных различий обнаружено не было.

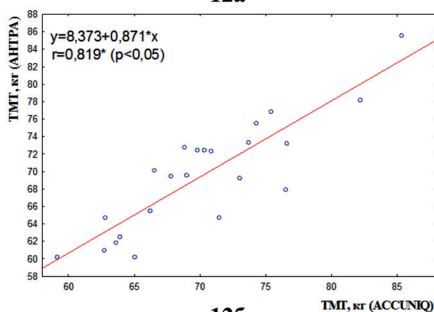
Нами также был проведен анализ, показывающий корреляционные связи между методами определения состава тела. На рис. 12 изображены коэффициенты корреляции и кривые регрессии для тощей массы тела спортсменов-баскетболистов, определенной методами антропометрии и биоимпедансометрии. На рис. 13 изображены 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. 12). 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 методом АНТРА и МЕДАСС ($r = 0,361$, $p < 0,05$), причем корреляция недостоверна (рис. 13).

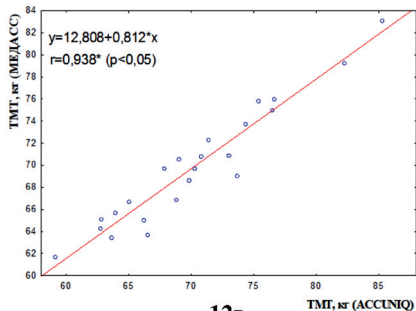
Обсуждение результатов исследования. Целью исследования являлась сравнительная оценка результатов исследования спортсменов-баскетболистов – студентов МГАФК, полученных с помощью одного расчетного и двух аппаратных методов для измерения состава тела. В данном исследовании не были применены эталонные методы 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).



12а



12б



12в

Рис. 12. Коэффициенты корреляции и кривые регрессии для тощей массы тела спортсменов-баскетболистов, определенной:

12а – расчетным методом на основе антропометрии (АНТРА) и с помощью биоимпедансометрии на приборе ABC-01 Медасс (МЕДАСС);
 12б – расчетным методом на основе антропометрии (АНТРА) и с помощью биоимпедансометрии на приборе ACCUNIQ BC310 (ACCUNIQ);
 12в – с помощью биоимпедансометрии двумя приборами – ABC-01 Медасс (МЕДАСС) и ACCUNIQ BC310 (ACCUNIQ)

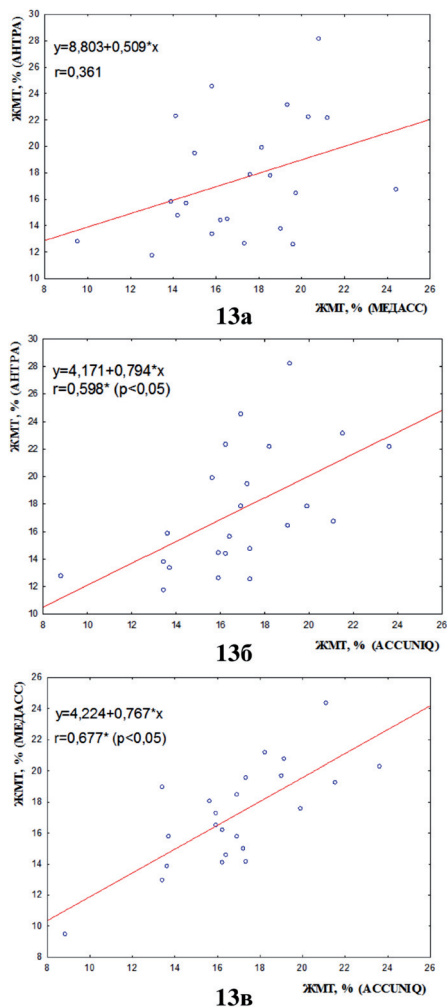


Рис. 13. Коэффициенты корреляции и кривые регрессии для относительного содержания жировой ткани в организме спортсменов-баскетболистов, определенной:

13а – расчетным методом на основе антропометрии (АНТРА) и с помощью биоимпедансометрии на приборе ABC-01 Медасс (МЕДАСС);
13б – расчетным методом на основе антропометрии (АНТРА) и с помощью биоимпедансометрии на приборе ACCUNIQ BC310 (ACCUNIQ);
13в – с помощью биоимпедансометрии двумя приборами – ABC-01 Медасс (МЕДАСС) и ACCUNIQ BC310 (ACCUNIQ)

При патентном поиске литературы мы обратили внимание на две публикации (Montgomery M., 2017; Yang S.W., 2018), в которых проводилось сопоставление результатов определения компонентного состава тела с помощью БИ анализаторов ACCUNIQ различных моделей с результатами эталонных методов. Результаты, полученные в данных работах, интересны, т.к. одним из анализаторов состава тела, который был использован для обследования, является портативный анализатор ACCUNIQ BC310.

Так как результаты измерения компонентного состава тела (Yang S.W., 2018), полученные на анализаторах ACCUNIQ моделей BC360, BC380 и BC720, сопоставимы между собой и имеют сильные положительные корреляционные связи, как между собой, так и с результатами эталонного метода DEXA, можно предполагать, что результаты измерений используемого нами анализатора ACCUNIQ BC310 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) (Yang S.W., 2018), что говорит о том, что анализаторы состава тела ACCUNIQ различных моделей, в том числе модель BC310, являются надежными в использовании, в том числе и в спортивной практике.

Следует также отметить, что для программного обеспечения анализаторов ACCUNIQ BC720, ACCUNIQ BC360 и ACCUNIQ BC380 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 (Yang S.W., 2018). Было показано, что воспроизводимость повторных измерений тощей и жировой массы 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 (Yang S.W., 2018).

Для обеспечения здоровья и безопасности спортсменов во время соревнований необходимо использовать точные и доступные методы определения состава тела (Montgomery M., 2017).

Из-за того, что среди борцов, например, существует практика небезопасной для здоровья стгонки веса непосредственно перед

соревнованиями (Montgomery M., 2017), существуют программы, в которых обязательной является оценка композиционного состава тела в начале сезона с целью определить низшую весовую категорию, в которой борцу можно соревноваться (NWCA, <https://www.nwcaonline.com/>). 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 (NFHS Wrestling Rules Book.). Однако существующие на данный момент времени методы для определения ЖМТ в организме не всегда дают сопоставимые результаты измерений. Так, результаты мета-анализа (Sansone P., 2022) 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. (2017) 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 BC310, 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 Национальная федерация ассоциаций государственных средних школ США 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 (Sloan A., 1970; Durnin J.V. and Womersley J., 1974; Lean M., 1996; Gallagher D., 2004; Pongchaiyakul C., 2005; Ross W.D., 1991; Faulkner J., 1968; Carter J.E.L., 1982), 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 отдельных специфических 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 ($n = 14$) (Willems A., 2015), 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), Durnin and Womersley (1974), Leanetal (1996), Gallagher и соавт. (2000) и Pongchaiyakul и соавт. (2005). 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 (Willems A., 2015).

Если рассматривать здоровое и физически активное население, то на 2458 добровольцах-испанцах (Vaquero-CristÁbal R., 2020) проанализировали различия результатов, получаемых при оценке жировой массы тела следующими формулами: Kerr

(Ross W.D., Kerr D.A., 1991), Durnin-Womersley (1974), Faulkner (1968) и Carter (1982). Были обнаружены достоверные различия между всеми формулами: для доли 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 кожно-жировых складок и результатами, получаемыми с помощью различных уравнений, были положительными, высокими и значимыми во всех случаях (r от $0,705$ до $0,926$, $p < 0,001$). Корреляции между показателем ИМТ и результатами, получаемыми с помощью различных уравнений, были более низкими, причем как положительными, так и отрицательными (r от $-0,271$ до $+0,719$, $p < 0,001$) (Vaquero-Cristóbal R., 2020). По результатам исследований (Willems A., 2015; Vaquero-Cristóbal R., 2020) 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 Munguía-Izquierdo (Munguía-Izquierdo D., 2019), разработанного специально для мужчин, занимающихся футболом) (Tornero-Aguilera J.F., 2022). 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 БИА 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 (Munguía-Izquierdo D., 2019). 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 на основе антропометрии; 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 ссылки на формулы см. в Munguía-Izquierdo D., 2019). 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 Sargia 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.

Данные свидетельствуют о том, что применение в исследованиях регрессионных уравнений, основанных на антропометрических измерениях, и специфичных для пола, расы и вида спорта, может быть приемлемым методом оценки ЖМТ и ТМТ у высококвалифицированных и тренированных спортсменов.

Выводы

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.

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.

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 ($r = 0,715$, $p < 0,05$).

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 методом АНТРА и МЕДАСС ($r = 0,361$, $p < 0,05$), причем корреляция недостоверна.

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.

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.

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.

ГЛАВА 6. ОЦЕНКА ТИПА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ ПО СХЕМЕ ХИТ-КАРТЕРА

6.1. Тип телосложения мужчин-спортсменов игровых видов спорта, определенный по схеме Хит-Картера аппаратным методом

Результативность в командных видах спорта зависит от многих факторов, таких как морфологические показатели (компонентный состав тела и соматотип), функциональные показатели (аэробная и анаэробная работоспособность), уровень специальной подготовки (технические, тактические, координационные и моторные характеристики) (Gryko K., 2018; Vila H., 2010). Необходимо также поддерживать уровень здоровья спортсменов на определенном уровне: следить за рационом питания, остротой зрения, психоэмоциональным статусом, не допускать спортсмена к соревнованиям и тренировкам в период кратковременных недомоганий, контролировать режим сна и бодрствования, предупреждать состояние перетренированности (Gryko K., 2018; Vila H., 2010). Как морфологический, так и функциональный статус, зависят от уровня тренированности спортсмена, целеустремленности и желания прийти к своей цели (победа в соревнованиях и т.п.) на пике спортивной формы. В связи с тем, что все спортсмены совершенно разные, к ним нужен персонифицированный подход, как в оценке морфологического, так и функционального статуса (Тутельян В.А., 2018, Фицджеральд М., 2011). Как правило, соблюдение режима сна и бодрствования, режима питания, а также индивидуальных рекомендаций тренера по физической

нагрузке в период развития общей и специальной физической подготовленности, приводят спортсмена к пику спортивной формы. При этом известно, что спортсмены, схожие по морфотипу, могут иметь различный уровень функционального состояния, как и схожие по функциональному состоянию спортсмены могут иметь различный морфологический статус, оставаясь при этом перспективными (Gryko K., 2018; Vila H., 2010).

В 2010 году Н. Vila с соавт. (2010) показали, что в дополнение к техническим и тактическим навыкам в командных видах спорта важны такие качества, как высокий уровень силы, мощности и скорости броска или удара по мячу, а также определенные антропометрические характеристики, являющиеся определяющими факторами успеха и конкурентоспособности. В 2013 году R.M. Malina с соавт. отметили (2013), что индивидуальный подход к определению морфологических характеристик и оценке морфологического статуса является важным элементом спортивного отбора с целью способствования долгосрочной спортивной карьере.

Морфологические характеристики являются биологическими параметрами, связанными со спортивными достижениями, а такие методы, как антропометрия и соматотипирование, могут дать объективную информацию о морфологическом статусе спортсменов в данный момент времени, а также в динамике контролировать изменения, происходящие в течение всего тренировочного цикла (Malina R.M., 2013; Vila H., 2010). При определении морфологического статуса обязательно следует учитывать, что антропометрические параметры и тип телосложения могут быть различны у представителей одного вида спорта из разных географических регионов (расовая принадлежность) особенно во время роста и созревания (Malina R.M., 2013).

В настоящее время есть много исследований, посвященных оценке морфологических параметров ватерполистов, баскетболистов и футболистов (Carter J.E.L., 1994; Casajús J.A., 2001; Ferragut C., 2011; Gryko K., 2018; Hazir T., 2010; Jeličić M., 2002; Martinez P.Y.O., 2014; Mathur D.N., 1985; Platanou T., 2003; Rahmawati N.T., 2007; Rienzi E., 2000; Torras R., 1995; Vila H., 2010), но нет работ, где бы был проведен сравнительный анализ соматотипологического профиля спортсменов вышеуказанных видов спорта между собой.

Сравнительная оценка соматотипологических профилей спортсменов командных игровых видов спорта, определенных по схеме Хит-Картера аппаратным методом. Было показано,

что в группе баскетболистов преобладающими по встречаемости являются сбалансированный мезоморфный, экто-мезоморфный и мезо-экто соматотипы; эндо-мезоморфный соматотип был определен в 4,3% случаев. В среднем по группе баскетболисты имеют сбалансированный мезоморфный соматотип с цифровым выражением 2,5–4,6–2,9. В группе футболистов преобладающими по встречаемости являются сбалансированный мезоморфный, экто-мезоморфный и эндо-мезоморфный соматотипы; мезо-экто соматотип был определен в 4,3% случаев. В среднем по группе футболисты имеют сбалансированный мезоморфный соматотип с цифровым выражением 2,5–5,0–2,7. В группе ватерполистов преобладающими по встречаемости являются эндо-мезоморфный и сбалансированный мезоморфный соматотипы; экто-мезоморфный соматотип был определен в 5% случаев. В среднем по группе ватерполисты имеют эндо-мезоморфный соматотип с цифровым выражением 3,2–4,6–2,3.

Частота встречаемости представителей различных типов телосложения в обследованных группах спортсменов командных игровых видов спорта представлена в табл. 21.

Таблица 21. Частота встречаемости представителей различных типов телосложения в обследованных группах спортсменов

Обозначение соматотипа		Распределение различных соматотипов в группах обследованных мужчин, %		
Цифровое	Словесное	Баскетбол	Футбол	Водное поло
1	Центральный	–	–	–
2	Сбалансированный мезоморфный	34,8	34,8	30
3	Эктомезоморфный	30,4	34,8	5
4	Мезо-экто	21,7	4,3	–
5	Мезоэктоморфный	–	–	–
6	Сбалансированный эктоморфный	–	–	–
7	Эндоэктоморфный	–	–	–
8	Эндо-экто	–	–	–
9	Эктоэндоморфный	–	–	–
10	Сбалансированный эндоморфный	–	–	–
11	Мезоэндоморфный	–	–	–
12	Мезо-эндо	–	–	15
13	Эндомезоморфный	13,1	26,1	50

В табл. 22 представлены данные оценки соматотипологического профиля спортсменов аппаратным методом.

Таблица 22. Данные оценки соматотипологического профиля методом биоимпедансометрии спортсменов, принадлежащих к игровым видам спорта

Компонент соматотипа	Группы обследованных спортсменов		
	Баскетбол	Футбол	Водное поло
ЭНДО	2,5±0,7 ³	2,5±0,5 ³	3,2±0,7 ^{1,2}
	1,1÷4,2	1,6÷3,6	2,2÷5
МЕЗО	4,6±0,7 ²	5±0,6 ^{1,3}	4,6±0,6 ²
	3,2÷6,5	4÷6,7	3,9÷6,6
ЭКТО	2,9±0,6 ³	2,7±0,6	2,3±0,6 ¹
	1,1÷3,8	1,4÷3,7	0,8÷3,5

Примечание:

– данные представлены в виде средней и ошибки среднего ($M \pm m$); минимума и максимума значений ($\min \div \max$)

– достоверные различия

¹ – от группы баскетбола;

² – от группы футбола;

³ – от группы водного поло.

Показано (табл. 22), что футболисты достоверно отличались от ватерполистов по балльным значениям компонентов соматотипа ЭНДО и МЕЗО. Баскетболисты достоверно отличались от ватерполистов по показателям компонентов соматотипа ЭНДО и ЭКТО. Баскетболисты и футболисты отличались между собой менее всего из всех обследованных групп мужчин – достоверные различия были показаны по компоненту МЕЗО.

Все обследованные спортсмены имели хорошо развитый компонент МЕЗО, указывающий на хорошую степень развития мышечного компонента тела; больше всего он развит у футболистов. Самое высокое развития компонента ЭНДО, указывающее на развитие жирового компонента, выявлено у ватерполистов. Связано это, скорее всего, с тем, что спортсмены, осуществляющие свою тренировочную и соревновательную деятельность в воде, имеют более развитый слой подкожного жира, т.к. он выступает, во-первых, как терморегулятор для организма спортсмена и, во-вторых, придает форме тела каплеобразную форму, способствующую лучшему передвижению в водной среде (Булгакова Н.Ж.,

2002; Выборная К.В., 2018; Фицджеральд М., 2011). Компонент ЭКТО, отвечающий за вытянутость и грацильность, более всего из обследованных спортсменов развит у баскетболистов.

Соматооблака для групп баскетболистов, футболистов и ватерполистов со средним по группе значением соматотипа, представлены на рис. 14а, 15а и 16а соответственно. На рис. 14б, 15б и 16б графически показано процентное распределение соматотипов, встречающихся среди обследованных баскетболистов, футболистов и ватерполистов.

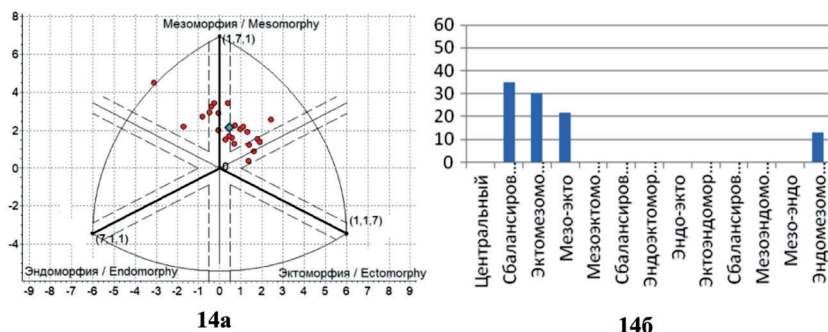


Рис. 14. Соматооблако со средним по группе значением соматотипа (14а) и процентное распределение вариантов встречающихся соматотипов среди обследованных баскетболистов (14б)

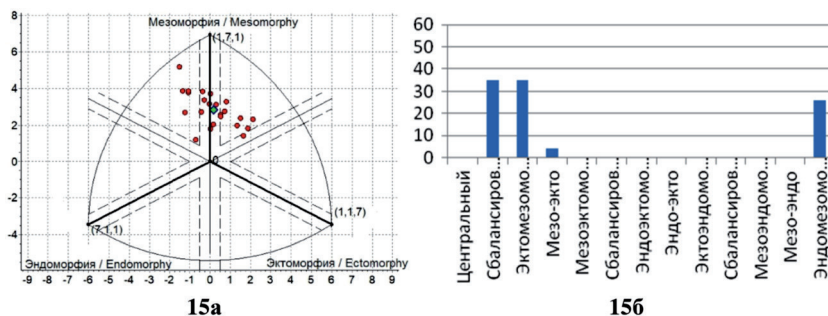


Рис. 15. Соматооблако со средним по группе значением соматотипа (15а) и процентное распределение вариантов встречающихся соматотипов среди обследованных футболистов (15б)

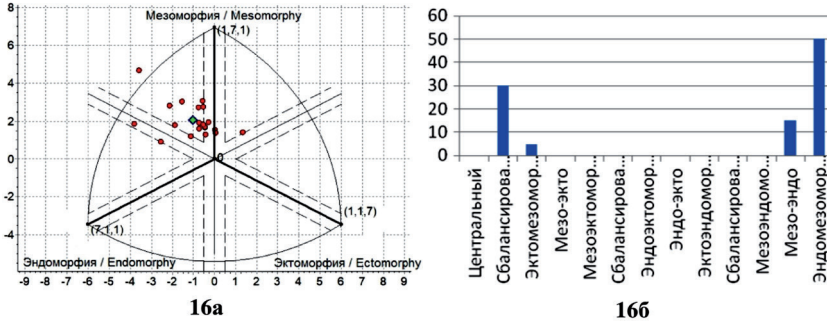


Рис. 16. Соматооблако со средним по группе значением соматотипа (16а) и процентное распределение вариантов встречающихся соматотипов среди обследованных ватерполистов (16б)

Показано, что спортсмены различаются между собой по расположению соматооблаков на соматотреугольниках Хит-Картера (рис. 14а, 15а, 16а) и по процентному распределению вариантов встречающихся соматотипов (рис. 14б, 15б, 16б). Соматооблако ватерполистов расположено более эндомезоморфно по сравнению с баскетболистами и футболистами. Баскетболисты имеют более эктоморфный соматопрофиль, среди них больше представителей мезо-экто соматотипа, чем в группе футболистов.

Обсуждение результатов исследования. Соматотип – это морфологическая единица, изменяющаяся как в процессе взросления индивида (от рождения до зрелого возраста), и в процессе всей жизни вплоть до его старения (пожилой, старческий возраст), так и под действием факторов внешней среды, таких как питание, физическая нагрузка, среда обитания, условия климата и пр. (Carter J.E.L., 1994). Изменения в соматотипологическом профиле спортсменов имеют свои закономерности, зависящие как от вышеперечисленных факторов, так и от того, в каком конкретном виде спорта специализируется спортсмен (Мартиросов Э.Г., 2006; Тутельян В.А., 2018). Известно, что в аналогичных видах спорта в результате адаптации к физическим нагрузкам в процессе тренировок и спортивного отбора происходит снижение разнообразия соматотипов среди спортсменов (Выборная К.В., 2022). В нашем исследовании было показано, что взрослые спортсмены мужского пола, специализирующиеся в баскетболе, футболе и

водном поло, имеют схожие между собой соматопрофили, однако, особенностью ватерполистов является более эндоморфный, а баскетболистов – более эктоморфный соматопрофиль, по сравнению с футболистами.

С целью выявления изменения соматотипологического профиля в процессе становления спортивной формы от юношеского к взрослому возрасту, мы провели сопоставление полученных нами результатов с результатами соматотипирования спортсменов того же квалификационного уровня, а также со спортсменами более низких и более высоких квалификационных уровней.

При обследовании польских баскетболистов (Gryko K., 2018) была показана динамика соматотипологического профиля спортсменов от юношеского возраста к зрелому: у юных баскетболистов ($n = 35$, возраст – 14,1 года) соматотипологический профиль был более эктоморфный (2,1–3,8–4,2, эктомезоморфный соматотип) по сравнению с взрослыми баскетболистами высокой квалификации ($n = 35$, возраст – 24,4 года), чей соматофиль был более мезоморфным и выражался формулой 2,3–4,6–3,0. При этом обследованные нами баскетболисты, как и взрослые баскетболисты из Польши (Gryko K., 2018) (возраст – 24,4 года), имеют сбалансированный мезоморфный соматотип с цифровым выражением 2,5–4,6–2,9 и аналогичным словесным обозначением. Хорватские баскетболисты-юниоры ($n = 132$, возраст – 17,7 лет) (Jeličić M., 2002), которые были младше и ниже по спортивной квалификации, имели более эктоморфный и менее мезоморфный соматофиль (2,7–3,9–3,6), чем обследованные нами баскетболисты и взрослые Польские баскетболисты (Gryko K., 2018), однако они были более мезоморфны и менее эктоморфны, чем 14-летние баскетболисты из Польши (Gryko K., 2018). Что касается представителей сборных команд, выступающих на международном уровне, соматофиль мексиканских спортсменов международного класса (представителей сборной команды Мексики) (Martinez P.Y.O., 2014), был выражен формулой 3,0–6,4–2,1 с самым высоким развитием мезоморфного компонента из всех описанных выше спортсменов.

В исследовании на турецких футболистах различного квалификационного уровня (суперлига ($n = 161$) и первая лига ($n = 144$)) (Nazir T., 2010) было показано, что игроки суперлиги были значительно старше и массивнее, чем игроки первой лиги, при одинако-

вых показателях длины тела, что отразилось на соматотипе: соматотип в группе игроков суперлиги выражался формулой 2,4–4,8–2,3, а в первой лиге – 3,0–4,5–2,6. Следовательно, игроки суперлиги были достоверно более мезоморфными, менее эндоморфными и менее эктоморфными, чем игроки первой лиги. Соматотип других элитных профессиональных футболистов был представлен соматоформулами 2,2–5,4–2,2 (сбалансированный мезоморфный тип телосложения) для футболистов из Южной Америки (Rienzi E., 2000), 2,4–4,8–2,3 (сбалансированный мезоморфный тип телосложения) для футболистов из Европы (Casajús J.A. 2001), 2,7–4,9–2,9 (сбалансированный мезоморфный тип телосложения) для футболистов Азиатско-Тихоокеанского региона (Rahmawati N.T., 2007), 2,2–5,4–2,9 (экто-мезоморфный тип телосложения) для футболистов из Африки (Mathur D.N., 1985). Соматотип обследованных нами футболистов (2,5–5,0–2,7) сопоставим с данными, полученными на турецких (Nazir T., 2010), европейских (Casajús J.A., 2001) и других описанных выше (Mathur D.N., 1985; Rahmawati N.T., 2007; Rienzi E., 2000) футболистах и является сбалансированным мезоморфным.

В исследовании на испанских ватерполистах (Vila H., 2010) сравнивали соматотип лучших игроков юниорской ($n = 7$) и взрослой ($n = 13$) сборных команд Испании. Основные различия между группами спортсменов были выявлены по тем признакам, которые косвенно связаны с уровнем силы и опытом (стажем). Была показана динамика соматотипологического профиля спортсменов от юниорской категории (сбалансированный мезоморфный соматотип; 2,6–4,7–2,7) к игрокам взрослой сборной команды (эндо-мезоморфного соматотипа; 3,0–5,6–1,8). Соматотип взрослых спортсменов стал достоверно менее эктоморфный, более эндоморфный и мезоморфный. Соматотип представителей юниорской категории Испанских ватерполистов в аналогичном исследовании (Torras R., 1995) также является мезоморфным сбалансированным (2,5–5,5–2,7). С. Ferragut et al. (2011) в своем исследовании оценили морфологический статус девятнадцати игроков в водное поло – членов национальной сборной команды Испании. Групповой соматотип ватерполистов был квалифицирован как сбалансированный мезоморфный (Ferragut C., 2011). Преобладание мезоморфии и эндоморфии в соматопрофиле ватерполистов было описано ранее также в исследованиях Carter et al.

(1994) и Platanou et al. (2003). Измеренные нами спортсмены, являющиеся членами сборной команды России по водному поло, аналогично исследованию на спортсменах высокой квалификации – членах взрослой сборной команды Испании по водному поло (Vila H., 2010), обладают эндо-мезоморфным соматотипом, однако, с более развитым компонентом ЭНДО и менее выраженным компонентом МЕЗО, что указывает на более развитый жировой компонент у обследуемых нами ватерполистов. Также соматопрофиль обследованных нами ватерполистов более эндоморфный, чем соматопрофиль испанских юниоров (Vila H., 2010).

Выводы

Показано, что более всего по соматотипологическому профилю между собой схожи баскетболисты и футболисты, их соматопрофиль был сбалансированным мезоморфным. Ватерполисты были более эндоморфны, и их соматопрофиль был эндо-мезоморфным.

При сопоставлении полученных нами результатов с результатами соматотипирования спортсменов того же квалификационного уровня, а также со спортсменами более низких и более высоких квалификационных уровней было показано, что в процессе становления спортивной формы от юношеского к взрослому возрасту соматотипологический профиль спортсменов игровых видов спорта изменяется в следующем порядке: экто-мезоморфный – сбалансированный мезоморфный – эндо-мезоморфный.

Соматотипологическая диагностика спортсменов по схеме Хит-Картера аппаратным методом с помощью биоимпедансного анализатора ABC-01_0362 (Медасс, Россия) – это быстрый, легко воспроизводимый и доступный прикладной метод, который не требует специальных навыков антропометрического обследования, поэтому он может быть рекомендован спортивным врачам и тренерам в качестве метода оценки морфологического статуса спортсменов.

В связи с тем, что результативность и долгосрочная спортивная карьера в командных видах спорта зависят от многих факторов, одним из которых является морфологический профиль, тренеры взрослых команд могут ориентироваться на результаты данного исследования при отборе игроков в первый командный состав, а спортивные врачи могут использовать эти результаты при составлении планов по коррекции морфологического статуса спортсменов.

6.2. Различия оценки соматотипологического профиля спортсменов игровых видов спорта, связанные с использованием аппаратной и расчетной методик

В одной из работ, касающихся оценки соматотипологического профиля по схеме Хит-Картера аппаратным методом спортсменов-футболистов взрослой и юниорской команд, было подробно разобрано, по каким показателям есть различия при сравнении результатов антропометрического (расчетного) и биоимпедансометрического (аппаратного) методов оценки (Выборная К.В., 2023–2). Было показано, что компонент эктоморфии (ЭКТО) не изменяется, т.к. рассчитывается по одной и той же формуле и определяется ростом-весовым соотношением. Компоненты же, показывающие развитие жировой (ЭНДО) и мышечной (МЕЗО) ткани организма, имеют различия в балльных значениях при определении аппаратным и расчетным методами. На группе футболистов было показано, что как в группе юниоров, так и в группе взрослых профессиональных спортсменов балл компонента МЕЗО был выше, а балл компонента ЭНДО – ниже при определении аппаратным методом. Аппаратный метод определял соматотипологический профиль спортсменов-футболистов обеих групп более мезоморфно, чем метод антропометрии.

В связи с тем, что в 2022 году производители биоимпедансного анализатора состава тела и водных секторов организма АВС-01 Медасс (БИ анализатора АВС-01) (НТЦ «Медасс», Россия) выпустили обновленную версию программного обеспечения (ПО) – ПО 2022, мы решили сравнить результаты соматотипирования по схеме Хит-Картера, полученные с помощью двух версий ПО – 2019 и 2022 года.

Целью одного из наших исследований было провести сравнительный анализ результатов соматотипирования по схеме Хит-Картера спортсменов игровых командных видов спорта расчетным и аппаратным методами, используя две версии программного обеспечения биоимпедансного анализатора АВС-01 Медасс – 2019 и 2022 года.

В задачи исследования входило:

1. Описать различия в оценке соматотипологического профиля спортсменов игровых командных видов спорта с помощью метода антропометрии и метода биоимпедансометрии, используя

БИ анализатор АВС-01 с двумя версиями программного обеспечения – ПО 2019 и ПО 2022 года.

2. Оценить различия в соматотипологическом профиле игроков студенческой баскетбольной команды, используя 116 измерений, полученных в результате четырехкратного обследования всех игроков команды в течение одного года (с апреля 2023 года по май 2024 года), с помощью БА анализатор АВС-01 с двумя версиями программного обеспечения – ПО 2019 и ПО 2022 года.

3. Оценить изменения, произошедшие в общем соматотипологическом профиле команды студентов-баскетболистов за 1 года, используя для анализа результаты четырехкратного обследования всех игроков команды (2022–2023 гг.).

4. Определить, существуют ли различия в соматотипологическом профиле игроков студенческой баскетбольной команды в зависимости от принадлежности к разным возрастным группам.

Результаты исследования. Была проведена оценка соматотипологического профиля спортсменов игровых видов спорта (взрослый контингент старше 18 лет, специализирующийся в баскетболе, футболе и водном поло) как с помощью расчетного метода антропометрии, так и с помощью метода биоимпедансометрии БИ анализатором АВС-01 с ПО 2019 и ПО 2022 года. На рис. 17–19 изображены результаты оценки баскетбольной, футбольной и ватерпольной команд в виде точек-маркеров, отображающих средние значения по каждой группе на соматотреугольниках при определении соматопрофилей, применяя метод антропометрии (зеленый маркер) и метод биоимпедансометрии с помощью БИ анализатора АВС-01 Медасс с двумя версиями программного обеспечения – ПО 2019 (красный маркер) и ПО 2022 (синий маркер) года.

Было выяснено, что программа АВС-01 ПО 2019 года показывает достоверно меньшие балльные значения компонента ЭНДО и достоверно большие балльные значения компонента МЕЗО для видов спорта «Баскетбол» (рис. 17) и «Футбол» (рис. 18), а также достоверно меньшие балльные значения компонентов ЭНДО и МЕЗО для вида спорта «Водное поло» (рис. 19) по сравнению с программой АВС-01 ПО 2022, что нужно иметь ввиду при обсуждении результатов исследований, полученных при определении соматотипологического профиля спортсменов по схеме Хит-Картера оборудованием с различным ПО. Результаты соматотипирования

по программе ABC-01 ПО 2022 года более близки к результатам расчетного метода антропометрии.

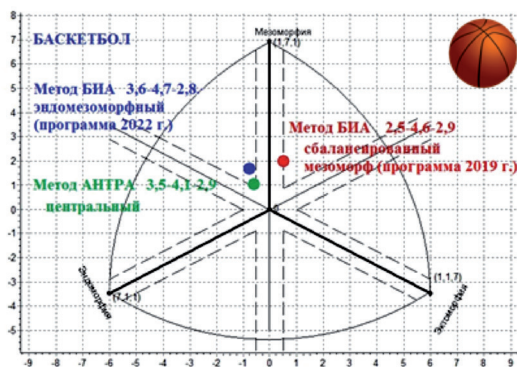


Рис. 17. Результаты оценки соматопрофиля баскетбольной команды тремя методами – методом антропометрии (зеленый маркер), а также методом биоимпедансометрии с помощью БИ анализатора ABC-01 с двумя версиями ПО – ПО 2019 (красный маркер) и ПО 2022 (синий маркер) года

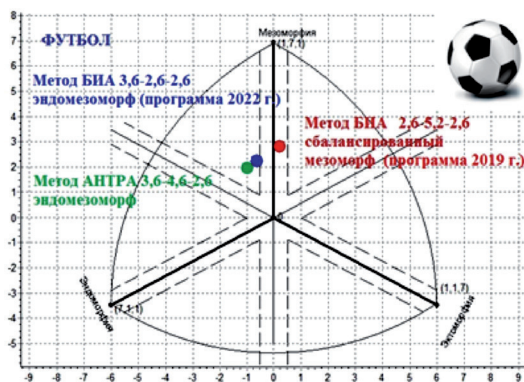


Рис. 18. Результаты оценки соматопрофиля футбольной команды тремя методами – методом антропометрии (зеленый маркер), а также методом биоимпедансометрии с помощью БИ анализатора ABC-01 с двумя версиями ПО – ПО 2019 (красный маркер) и ПО 2022 (синий маркер) года

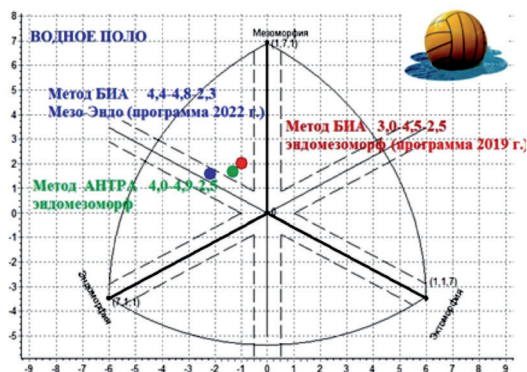


Рис. 19. Результаты оценки соматопрофиля ватерпольной команды тремя методами – методом антропометрии (зеленый маркер), а также методом биоимпедансометрии с помощью БИ анализатора АВС-01 с двумя версиями ПО – ПО 2019 (красный маркер) и ПО 2022 (синий маркер) года

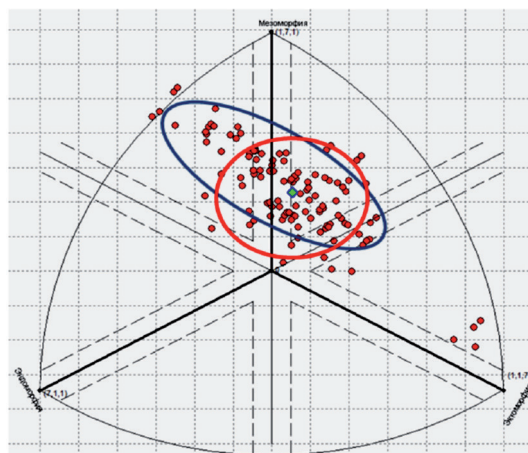


Рис. 20. Результаты оценки соматопрофиля всех игроков баскетбольной команды (спортсмены 1999–2004 г.р. – 19–25 лет; $n = 116$), прошедших четырехкратное обследование в течение года. Соматограмма из программы АВС-01 ПО 2019 года. Среднегрупповой соматотип – *эктомезоморфный* (2,4–4,6–2,9)

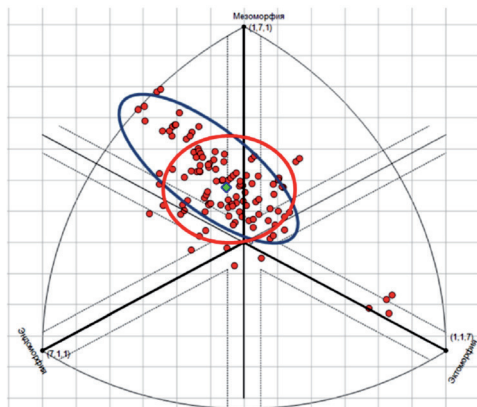


Рис. 21. Результаты оценки соматопрофиля всех игроков баскетбольной команды (спортсмены 1999–2004 г.р. – 19–25 лет; $n = 116$), прошедших четырехкратное обследование в течение года. Соматограмма из программы ABC-01 ПО 2022 года. Среднегрупповой соматотип – *эндомезоморфный (3,4–4,7–2,9)*

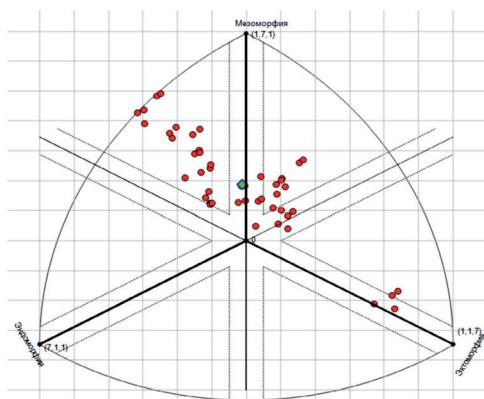


Рис. 22. Результаты оценки соматопрофиля игроков баскетбольной команды 2003–2004 г.р. (19–20 лет; $n = 48$). Среднегрупповой соматотип – *сбалансированный мезоморфный (3,2–4,7–3,1)*

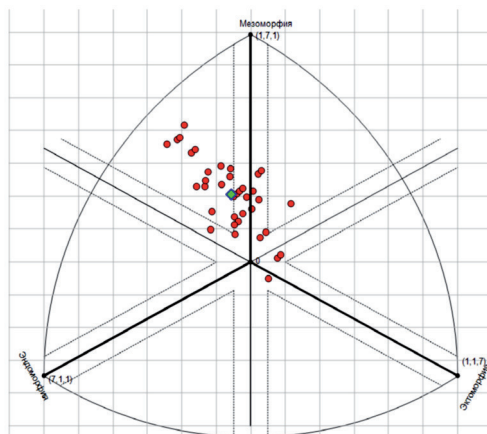


Рис. 23. Результаты оценки соматопрофиля игроков баскетбольной команды 2000–2002 г.р. (21–23 года; $n = 36$). Среднегрупповой соматотип – *эндомезоморфный (3,4–4,8–2,8)*

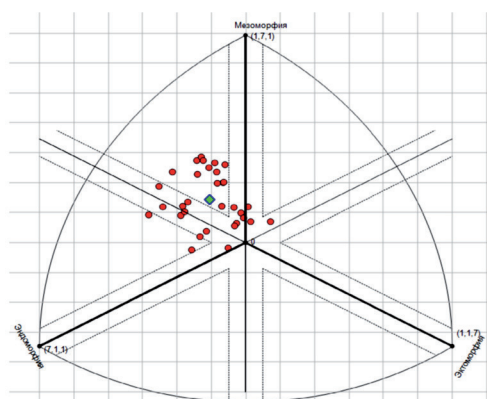


Рис. 24. Результаты оценки соматопрофиля игроков баскетбольной команды 1998–1999 г.р. (24–25 лет; $n = 32$). Среднегрупповой соматотип – *эндомезоморфный (3,8–4,5–2,8)*

В связи с тем, что программа ABC-01 ПО 2022 года при измерении баскетболистов дала более схожие с расчетным антропометрическим методом результаты соматотипирования, было принято решение провести оценку соматотипологического про-

фия игроков баскетбольной студенческой команды, используя результаты четырех измерений, проведенных в течение года, как с целью оценки годовой динамики соматотипологического профиля команды (рис. 20 и 21), так и для оценки соматотипологического профиля игроков команды в зависимости от их принадлежности к нескольким возрастным группам (рис. 22–24).

Была проведена оценка изменений общего соматотипологического профиля команды, произошедших за 1 год по результатам четырехкратного измерения. В следующем подразделе (6.3) будет показано (Выборная К.В., 2023–1), как изменился соматотип отдельно взятых игроков команды; у всех игроков команды за год цифровое обозначение соматотипа менялось незначительно, что либо отражалось на словесном его определении, если индивидуальная точка-маркер «мигрировала» в пределах соседних типов, либо не отражалось на словесном определении, если индивидуальная точка-маркер «мигрировала» в пределах одного соматотипа.

Для оценки наличия или отсутствия годичной динамики группового соматотипа было проведено сравнение показателей первого измерения (2022 год, рис. 17) и всех четырех измерений, проведенных в течение года, и составивших 116 протоколов исследований (рис. 20, 21). Было показано, что среднее значение соматотипологического профиля команды практически не изменилось, т.к. точки-маркеры средних обозначений соматотипа практически совпали. При первом измерении в апреле 2022 года БИ анализатором АВС-01 с ПО 2019 года соматопрофиль команды был сбалансированным мезоморфным (2,5–4,6–2,9), при оценке по всем измерениям за год (2022–2023 гг.) – эктомезоморфным (2,4–4,6–2,9). Произошло незначительное снижение (на 0,13 балла) балльного значения компонента ЭНДО, что говорит о положительной динамике в сторону снижения жирового компонента массы тела и движения точки-маркера в сторону оси эктоморфии. При первом измерении в апреле 2022 года БИ анализатором АВС-01 с ПО 2022 года соматопрофиль команды был сбалансированным эндомезоморфным (3,6–4,7–2,8), при оценке по всем измерениям за год (2022–2023 гг.) – также остался эндомезоморфным (3,4–4,7–2,9). Произошло незначительное снижение (на 0,17 балла) балльного значения компонента ЭНДО, что говорит о положительной динамике в сторону снижения жирового компонента массы тела и движения точки-маркера в сторону оси

эктоморфии. Результаты динамического наблюдения говорят о разнице в определении соматопрофиля программами 2019 и 2022 годов, но также и о схожей тенденции незначительного снижения балльного значения компонента ЭНДО.

Для оценки соматотипологического профиля игроков команды в зависимости от их принадлежности к возрастным группам (рис. 22, 23, 24), всех игроков разделили на 3 группы: 19–20 лет ($n = 48$), 21–23 года ($n = 36$) и 24–25 лет ($n = 32$). Было показано, что соматофиль игроков 19–20 лет был сбалансированным мезоморфным (3,2–4,7–3,1), игроков 21–23 лет – эндомезоморфным (3,4–4,8–2,8), и игроков 24–25 лет – также эндомезоморфным (3,8–4,5–2,8). По мере увеличения возраста балльное значение компонента ЭНДО возрастает, что связано с незначительным увеличением жирового компонента и соответствует физиологическим особенностям возрастной динамики жировой массы тела у мужчин (начиная с 17 лет и до 21 года ЖМТ стабилизируется, далее начинается постепенный рост данного показателя с 12,8 кг в возрасте 21 года до 14,9 кг в 25 лет, 17,7 кг в 30 лет и 19,6 кг в 35 лет (Руднев С.Г., 2014, с. 172)). Так и по мере увеличения возраста балльное значение компонента МЕЗО сначала незначительно (на 0,1 балла) увеличивается, потом уменьшается (на 0,3 балла), что связано как с физиологическими особенностями, так и с закономерно высоким содержанием скелетно-мышечной массы у спортивного контингента. Балльное значение компонента ЭКТО сначала уменьшается на 0,27 балла, далее стабилизируется, что связано с тем, что в возрасте до 18–19 лет мужчины более эктоморфны, т.е. более вытянуты, а после 20 лет происходит процесс увеличения мышечного и жирового компонентов и в соматоформуле компоненты МЕЗО и ЭНДО берут на себя больший балльный вес.

Выводы

Описаны различия в оценке соматопрофилей спортсменов игровых командных видов спорта с помощью метода антропометрии и метода биоимпедансометрии с использованием прибора АВС-01 Медасс с двумя версиями программного обеспечения – 2019 и 2022 года. Показано, что метод БИА (программа АВС-01 ПО 2019) показывает достоверно меньшие балльные значения компонента ЭНДО и достоверно большие балльные значения компонента МЕЗО для видов спорта «Баскетбол» и «Футбол», а

также достоверно меньшие балльные значения компонентов ЭНДО и МЕЗО для вида спорта «Водное поло» по сравнению с программой АВС-01 ПО 2022, что нужно иметь ввиду при обсуждении результатов исследований, полученных при определении соматотипологического профиля спортсменов по схеме Хит-Картера оборудованием с различным ПО. Результаты соматотипирования по программе 2022 года более близки к результатам расчетного метода антропометрии.

Была проведена оценка изменений, произошедших в общем соматотипологическом профиле команды студентов-баскетболистов за 1 год. Было показано, что среднее значение соматотипологического профиля команды практически не изменилось, т.к. точки-маркеры средних обозначений соматотипа практически совпали. Произошло незначительное снижение (на 0,13 балла при оценке ПО 2019 и на 0,17 балла при оценке ПО 2022) балльного значения компонента ЭНДО, что говорит о положительной динамике в сторону снижения жирового компонента массы тела и движения точки-маркера в сторону оси эктоморфии. Результаты динамического наблюдения говорят о разнице в определении соматопрофиля программами 2019 и 2022 годов, но также и о схожей тенденции незначительного снижения балльного значения компонента ЭНДО.

При оценке соматотипологического профиля игроков студенческой баскетбольной команды в зависимости от их принадлежности к возрастным группам было показано, что соматопрофиль игроков 19–20 лет был сбалансированным мезоморфным (3,2–4,7–3,1), игроков 21–23 лет – эндомезоморфным (3,4–4,8–2,8), и игроков 24–25 лет – также эндомезоморфным (3,8–4,5–2,8). По мере увеличения возраста балльное значение компонента ЭНДО растет, что связано с незначительным увеличением жирового компонента и соответствует физиологическим особенностям возрастной динамики ЖМТ у мужчин; балльное значение компонента МЕЗО сначала незначительно (на 0,1 балла) увеличивается, потом уменьшается (на 0,3 балла), что связано как с физиологическими особенностями, так и с закономерно высоким содержанием СММ у спортивного контингента. Балльное значение компонента ЭКТО сначала уменьшается на 0,27 балла, далее стабилизируется, что связано с тем, что в возрасте до 18–19 лет мужчины более эктоморфны, т.е. более вытянуты, а после 20 лет про-

исходит процесс увеличения мышечного и жирового компонентов и в соматоформуле компоненты МЕЗО и ЭНДО берут на себя больший балльный вес.

Одним из несомненных плюсов использования отечественного БИ анализатора состава тела АВС-01 Медасс является доступность оперативного обновления программного обеспечения по мере выхода обновлений программы у производителя оборудования. В связи с тем, что в программное обеспечение 2022 года были внесены изменения, касающиеся определения соматотипологического профиля и водных секторов организма, БИ анализатор АВС-01 Медасс с ПО 2022 года может быть рекомендован к использованию для определения соматотипологического профиля по схеме Хит-Картера мужчин-спортсменов командных игровых видов спорта.

Выявлены различия в оценке соматотипологического профиля мужчин-спортсменов игровых командных видов спорта методами антропометрии и биоимпедансометрии на приборе АВС-01 Медасс с ПО 2019 и ПО 2022, что нужно иметь ввиду при обсуждении результатов исследований, полученных при определении соматотипологического профиля спортсменов по схеме Хит-Картера оборудованием с различным ПО. Несомненным плюсом использования отечественного анализатора состава тела АВС-01 Медасс для определения как компонентного состава тела, так и соматотипологического профиля, является доступность оперативного обновления программного обеспечения по мере выхода обновлений программы у производителя оборудования.

6.3. Годичная динамика соматотипологического профиля студентов-баскетболистов

Одной из важнейших задач спортивной морфологии является изучение соматотипологического профиля спортсменов в динамике годичного тренировочного цикла. Оценка соматопрофиля в динамике помогает тренеру и спортсмену понять, какие изменения происходят в компонентном составе тела спортсмена, сделать правильные выводы и грамотно проводить коррекцию соматотипологического статуса за счет нормализации рациона питания и уравнивания суточной калорийности рациона с суточными энергозатратами спортсмена в дни с различной физической нагрузкой.

кой – тренировочные, соревновательные или дни отдыха (Выборная К.В., 2023–1).

Целью одного из наших исследований было выявить динамику соматотипологического профиля спортсменов-баскетболистов с интервалом в 1 год на пике спортивной формы и через 1 месяц после второго обследования при уменьшении количества тренировок.

Таблица 23. Соматотипологические формулы и словесные обозначения индивидуальных соматотипологических профилей спортсменов-баскетболистов в динамике

Номер спортсмена	Формула соматотипа ENDO–MESO–ECTO, Тип телосложения		
	1–е обследование, апрель 2022	2–е обследование, апрель 2023	3–е обследование, май 2023
1	2,2–2,4–6,5 Сб. эктоморфный	2,1–2,6–6,3 Мезоэктоморфный	2,5–2,5–6,2 Сб. эктоморфный
2	2,8–4,2–3,8 Мезо-экто	3,1–4,4–3,4 Сб. мезоморфный	3,3–4,4–3,3 Сб. мезоморфный
3	3,4–4,1–3,6 Центральный	3,5–4,3–3,3 Центральный	3,1–4,1–3,8 Центральный
4	3,1–4,5–3,2 Сб. мезоморфный	3,3–4,8–2,8 Сб. мезоморфный	3,5–4,5–3,1 Сб. мезоморфный
5	4,7–5,0–2,1 Мезо-эндо	3,6–5,3–2,2 Эндомезоморфный	4,2–5,2–2,1 Эндомезоморфный
6	4,2–6,4–1,1 Эндомезоморфный	3,7–6,6–1,1 Эндомезоморфный	4,1–6,4–1,1 Эндомезоморфный
7	3,6–4,4–3,2 Сб. мезоморфный	3,4–4,1–3,6 Центральный	3,7–4,4–3,2 Сб. мезоморфный
8	4,0–3,6–3,5 Центральный	4,4–3,9–3,1 Центральный	4,7–3,7–3,1 Мезоэндоморфный
9	3,9–5,1–2,3 Эндомезоморфный	3,2–4,9–2,8 Сб. мезоморфный	3,7–5,1–2,4 Эндомезоморфный
10	3,4–4,3–3,1 Сб. мезоморфный	3,6–4,0–3,3 Центральный	3,7–3,9–3,3 Центральный
11	3,7–5,1–2,4 Эндомезоморфный	3,6–5,6–1,9 Эндомезоморфный	3,9–5,8–1,5 Эндомезоморфный
12	3,7–4,4–3,0 Эндомезоморфный	3,4–4,8–2,7 Эндомезоморфный	3,5–4,8–2,7 Эндомезоморфный

В табл. 23 представлены соматотипологические формулы и словесные обозначения индивидуальных соматотипологических профилей спортсменов-баскетболистов. Из данных таблицы видно, что некоторые спортсмены имеют «стабильный» соматопро-

филь в течение годовичного тренировочного цикла (табл. 23, рис. 27), в соматоформуле происходили изменения балльных значений компонентов, а вот словесное обозначение соматотипа оставалось неизменным. Напротив, другая часть спортсменов имела «лабильные» показатели соматопрофиля в течение годовичного тренировочного цикла; происходили изменения балльных значений компонентов в соматоформуле, при этом словесное обозначение соматотипа тоже изменялось (табл. 23, рис. 26).

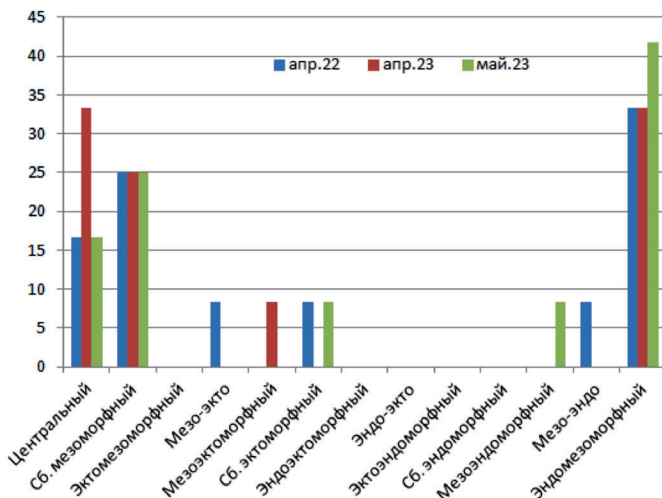


Рис. 25. Распространенность соматотипов в группе обследованных баскетболистов

Преобладающими соматотипами в группе обследованных баскетболистов были эндомезоморфный, сбалансированный мезоморфный и центральный (рис. 25).

Спортсмены 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10 являются представителями с «изменяющимся» в процессе годовичного тренировочного цикла соматотипологическим профилем (рис. 26). Спортсмены 3, 4, 6, 11, 12 являются представителями с «не изменяющимся» в процессе годовичного тренировочного цикла соматотипологическим профилем (рис. 27).

Теперь посмотрим, как индивидуальные точки соматотипа, а также их динамические перемещения по соматотреугольнику, обозначенные векторами направления, расположены на соматокarte (рис. 28).

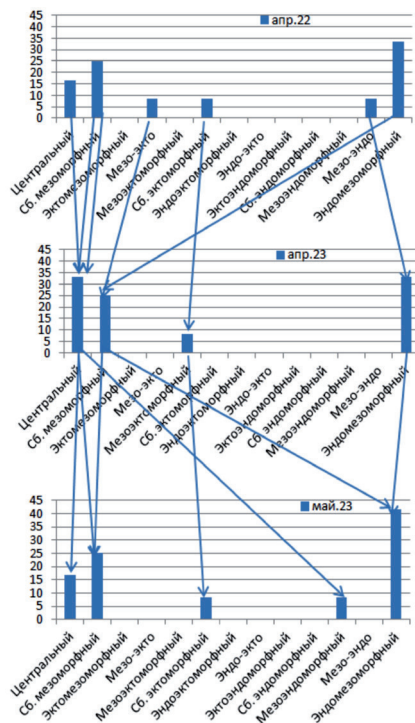


Рис. 26. Пример динамических изменений соматотипологических профилей спортсменов

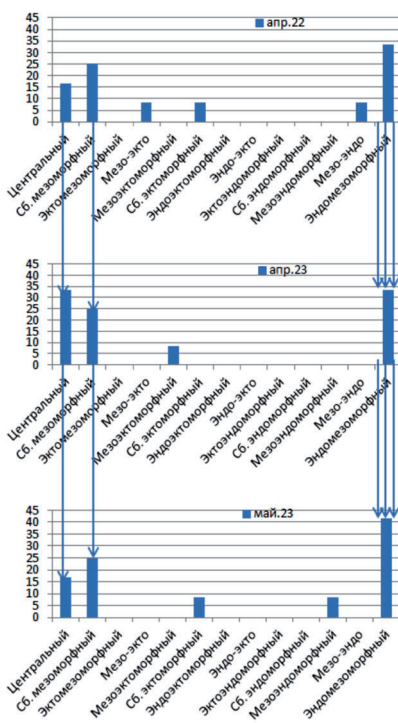


Рис. 27. Пример статических сохранений соматотипологических профилей спортсменов

На рис. 28 цифрами, обведенными в круги, обозначены 5 начальных точек для конкретных спортсменов (№№ 1, 2, 5, 6, 8). Далее показано движение точки в течение года (с 2022 по 2023 года, первая стрелка), и за 1 месяц (с апреля по май 2023 года, вторая стрелка). Как мы можем видеть, ни у одного из спортсменов точка не сохранила свое расположение, как при годичной, так и при месячной динамике. Следует обратить внимание на то, что годичная динамика у спортсменов 1, 5 и 6 была положительной, т.к. соматопрофиль менялся в сторону улучшения, т.е. увеличения балльных значений мезоморфии и уменьшения балльных значений эндоморфии. У спортсменов 2 и 8 годичная динамика показала увеличение как мезоморфного, так и эндоморфного компонентов. Месячная динамика соматотипа у всех пяти

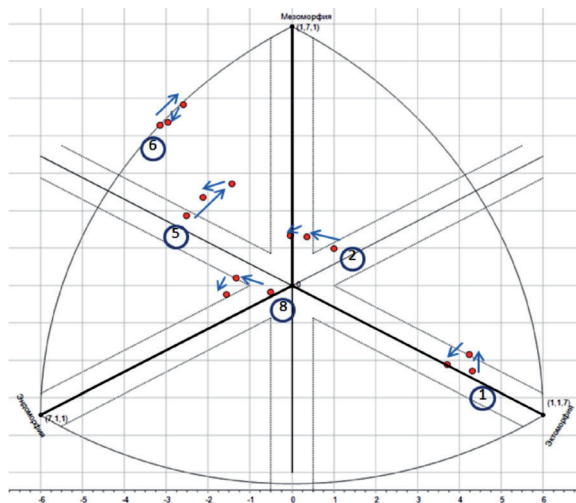


Рис. 28. Расположение индивидуальных точек соматотипа на соматотреугольнике и динамические изменения расположения точек, обозначенные векторами направления

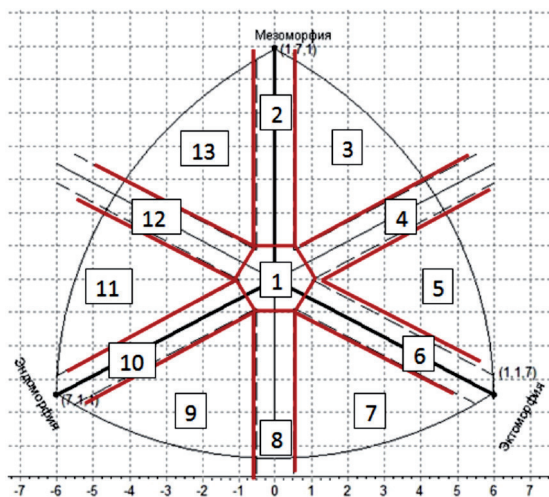


Рис. 29. Визуальное разграничение соматотреугольника Хит-Картера на 13 секторов согласно разделению на 13 соматотипов

спортсменов была отрицательная, т.к. наблюдается увеличение балльных значений эндоморфного и уменьшение балльных значений мезоморфного компонентов.

Далее рассмотрим, почему же у каких-то спортсменов соматопрофиль был «лабильным» и менял свое словесное обозначение, а у некоторых – был «стабильным» и словесное обозначение не менял. Если посмотреть на рис. 28, то можно увидеть, что каждая из пяти начальных точек имеет свой вектор движения, однако области, по которой двигаются точки, практически одинаковы у всех спортсменов.

В связи с тем, что соматотипирование по схеме Хит-Картера предлагает классифицировать всех обследованных на 13 соматотипов, обратимся к соматотреугольнику, разделенному на 13 областей (рис. 29). Визуально мы видим, что на соматотреугольнике имеются 13 четко разграниченных областей, и, следовательно, если точка соматотипа для спортсмена под номером 6 двигается только в пределах 13-го сектора, то и соматотип данного спортсмена будет всегда эндомезоморфный. Для спортсмена под номером 1 точка соматотипа сначала находится в 6-м секторе, потом переходит в 5-й, потом опять возвращается в 6-й, из-за чего мы видим динамику соматотипа от сбалансированного эктоморфного в мезоэкторморфный, и обратно. Для спортсмена под номером 2 мы видим переход точки из 4-го сектора во 2-й минуя 3-й, из-за чего мы видим динамику соматотипа от мезо-экто соматотипа до сбалансированного мезоморфного. Для спортсмена под номером 5 мы видим переход точки из 12-го в 13-й сектор, из-за чего мы видим динамику соматотипа от мезо-эндо до эндомезоморфного. У спортсмена 8 соматопрофиль изменился 3 раза; сначала мы видим переход точки от 1-го сектора в 12-й, а далее – в 11-й. Из-за этого мы видим динамику соматотипа от центрального, до мезо-эндо за год, и далее за 1 месяц до мезоэндоморфного.

В результате беседы выяснилось, что в большинстве случаев спортсмены не осведомлены об основном законе о питании, который построен на балансе потребления энергии, и ее расходовании, поэтому они не контролируют калорийность своего рациона питания в сопряжении с разным уровнем физической нагрузки, как в период интенсивных тренировочных и соревновательных дней, так и в периоды краткосрочных (выходные дни) и долго-

срочных (дни сессий, каникулярные и праздничные дни) перерывов между тренировками и играми.

По результатам проведенного нами обследования было показано, что преобладающими соматотипами в группе мужчин-баскетболистов были эндомезоморфный, сбалансированный мезоморфный и центральный. Также нами было показано, что ни у одного из спортсменов индивидуальная точка соматотипа не сохранила свое расположение на соматотреугольнике, как при годичной, так и при месячной динамике. При этом области, по которым двигаются точки, практически одинаковы у всех спортсменов и не очень велики. Причем, в случае, когда соматотип спортсмена изменял свое словесное обозначение, это значило, что первая точка (исследование 2022 года) находилась близко к границе разделения соматотреугольника на два смежных соматотипа и при динамике точка «перескакивала» эту границу и получала словесное название соседнего соматотипа. Если же соматотип спортсмена не изменял своего названия, то это значило, что первая точка находилась далеко от границы двух смежных соматотипов и при своем динамическом движении оставалась в границах одного соматотипа.

Мы не нашли в зарубежной и российской литературе исследований подобного характера, указывающих на динамику индивидуального соматотипологического профиля спортсменов на протяжении годичного цикла, поэтому результаты данного обследования можно считать уникальными.

Выводы

Изучение соматотипологического профиля спортсменов в динамике годичного тренировочного цикла является важной задачей спортивной морфологии. Важно помнить, что существует положительная и отрицательная динамика при движении индивидуальной точки соматотипа спортсмена. Положительная динамика заключается в возрастании балльных значений компонента мезоморфии и уменьшении балльных значений компонента эндоморфии, что будет указывать на прирост скелетно-мышечной и потерю жировой массы тела. Отрицательная динамика заключается в возрастании балльных значений компонента эндоморфии и уменьшении балльных значений компонента мезоморфии, что будет указывать на прирост жировой и потерю скелетно-мышечной массы тела.

ГЛАВА 7. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРОТОКОЛОВ ОЦЕНКИ СОСТАВА ТЕЛА МЕТОДОМ БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ СТУДЕНТОВ- БАСКЕТБОЛИСТОВ – ЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ В ПРАКТИКЕ СПОРТИВНОГО ОТБОРА

Для формирования отчетов научных тем, в рамках которых ведется обследование, и 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, 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 биоимпедансного анализа (БИА) на приборе ABC-01 Медасс имеет вид красочной картинки, визуально напоминающей таблицу, и, в зависимости от завышения или занижения значений измеряемого показателя, окрашенную в сигнальные и удобные для визуального восприятия цвета. Так, две верхние и одна нижняя строка указывают на увеличение показателей индекса массы тела (ИМТ), абсолютного (ЖМТкг) и относительного (ЖМТ%) количества жировой массы, и, соответственно, границы их превыше-

ния маркируются красным цветом, сигнализируя о нежелательном увеличении этих показателей выше границ популяционной нормы (Руднев С.Г., 2014). Показатели же, отвечающие за хороший уровень физического развития, такие как тощая масса тела (ТМТкг), активная клеточная масса тела в абсолютных (АКМкг) и в относительных (АКМ%) единицах и скелетно-мышечная масса тела в абсолютных (СММкг) и в относительных (СММ%) единицах, при их маркировке выше нормы обозначены в столбцах справа зеленым 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 данных, принятые за границы популяционной нормы, приведены в протоколе в среднем столбце и отображаются в нем без окрашивания каким-либо цветом. Они, как правило, входят в центильные интервалы от 25-го до 75-го (если нормы показателей являются клиническими), либо в центильные интервалы от 15-го до 85-го (если для показателей нет клинических норм). Все значения показателей, представленные в протоколе как маркеры «ниже популяционной нормы», окрашены в синий цвет и должны подлежать индивидуальной интерпретации.

В данной главе будут представлены деперсонифицированные протоколы оценки состава тела студентов-баскетболистов. После трехкратного проведенного обследования было выявлено, что спортсмены являются представителями несколько видов протоколов оценки состава (далее – протоколов). Большинство спортсменов – представители «идеального» протокола, который является типичными для баскетболистов высокой квалификации и высокой спортивной формы и служит ориентиром при осуществлении спортивного отбора. Однако были выявлены также спортсмены, чьи протоколы не являлись типичными и о которых будет подробно написано далее.

Целью одного из наших исследований было показать «идеальный» протокол состава тела, типичный для баскетболистов высокой квалификации и высокой спортивной формы и который, следовательно, может служить ориентиром при осуществлении спортивного отбора; а также рассмотреть несколько БИ протоколов, являющихся не типичными.

Ориентировочный «идеальный» протокол оценки состава тела высококвалифицированного студента-баскетболиста, полученный на приборе ABC-01 Медасс имеет форму «галочки», направленной острием вправо (рис. 30). Причем, чем острее эта «галочка», тем у спортсмена лучшая спортивная форма (рис. 31). 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. 31); верхний конец «галочки» должен иметь два маркера – ЖМТкг и ТМТкг; нижний конец «галочки» должен иметь также два маркера – индекс отношения «талия/бедро» (ИТБ) и ЖМТ%. Показатель ЖМТкг должен находиться в секторе нормальных популяционных значений в положении от центра нормы до нижней границы нормы; ЖМТ% должен находиться в секторе «фитнес-стандарт», 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 (Sansone P., 2022).

Если провести параллельный перенос на тип телосложения, то «эталонному» протоколу состава тела соответствует сбалансированный мезоморфный соматотип (рис. 32).

Чем ниже показатели ЖМТкг и ЖМТ%, тем концы «галочки» более пологие и, соответственно, тем более острый угол они формируют. Так 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. 30, 31), а также «неправильный», направленный строго вертикально (рис. 33, 34, 40, 48) или по диагонали слева направо и снизу вверх (рис. 37, 38, 41, 44, 45) верхний конец галочки.

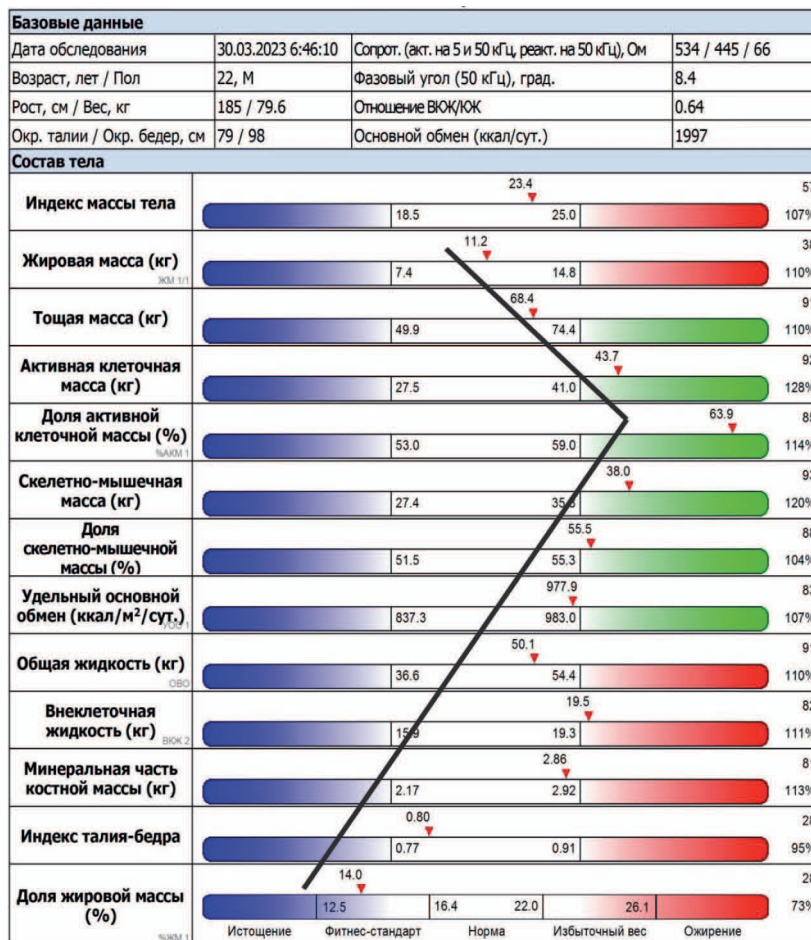


Рис. 30. Ориентировочный «эталонный» протокол состава тела высококвалифицированного студента-баскетболиста, полученный на приборе ABC-01 Медасс

Базовые данные			
Дата обследования	30.03.2023 6:46:10	Сопрот. (акт. на 5 и 50 кГц, реакт. на 50 кГц), Ом	534 / 445 / 66
Возраст, лет / Пол	22, М	Фазовый угол (50 кГц), град.	8.4
Рост, см / Вес, кг	185 / 79.6	Отношение ВЮЖ/ЮЖ	0.64
Окр. талии / Окр. бедер, см	79 / 98	Основной обмен (ккал/сут.)	1997
Состав тела			
Индекс массы тела	18.5	23.4 25.0	57 107%
Жировая масса (кг) <small>ЖМ 1/1</small>	7.4	11.2 14.8	38 110%
Тощая масса (кг)	49.9	68.4 74.4	91 110%
Активная клеточная масса (кг)	27.5	43.7 41.0	92 128%
Доля активной клеточной массы (%) <small>%АКМ 1</small>	53.0	63.9 59.0	85 114%
Скелетно-мышечная масса (кг)	27.4	38.0 35.8	93 120%
Доля скелетно-мышечной массы (%)	51.5	55.5 55.3	88 104%
Удельный основной обмен (ккал/м ² /сут.)	837.3	977.9 983.0	83 107%
Общая жидкость (кг) <small>ОЖО</small>	36.6	50.1 54.4	91 110%
Внеклеточная жидкость (кг) <small>ВЮЖ 2</small>	15.9	19.5 19.3	82 111%
Минеральная часть костной массы (кг)	2.17	2.86 2.92	81 113%
Индекс талия-бедра	0.77	0.80 0.91	28 95%
Доля жировой массы (%) <small>%ЖМ 1</small>	12.5	14.0 16.4 22.0 26.1	28 73%
	Истощение	Фитнес-стандарт	Норма
			Избыточный вес
			Ожирение

Рис. 31. Составляющие «эталонного» протокола состава тела высококвалифицированного студента-баскетболиста, полученного на приборе ABC-01 Медасс

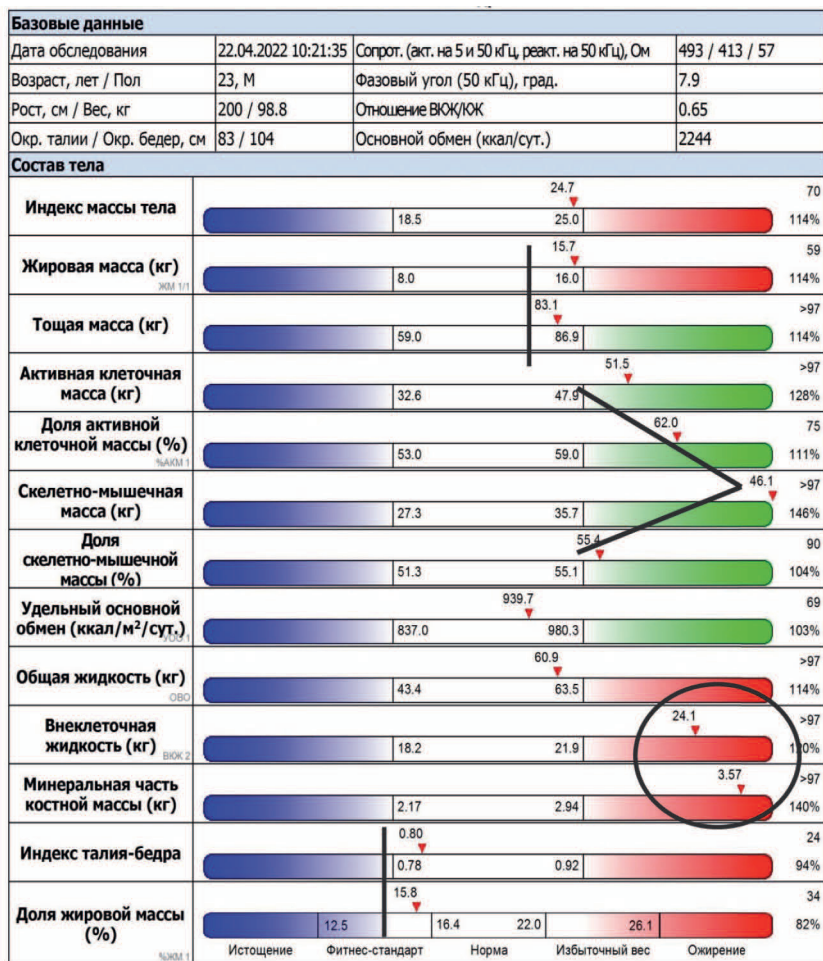


Рис. 33. Протокол состава тела, сигнализирующий о том, чтобы спортсмен начал контролировать жировую массу тела в сторону ее снижения

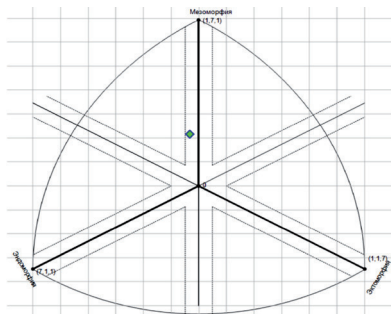


Рис. 32. Соматотип баскетболиста при ориентировочном «эталонном» протоколе состава тела, изображенном на рис. 30 и 31 (сбалансированный мезоморфный: 3,1–4,9–2,8)

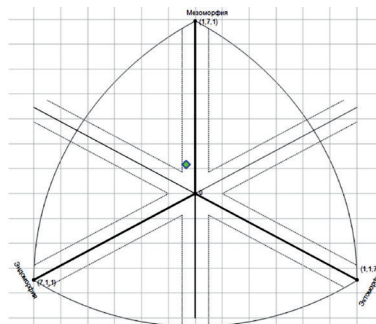


Рис. 35. Соматотип баскетболиста с протоколом состава тела, изображенном на рис. 33 (сбалансированный мезоморфный: 3,4–4,3–3,1)

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. 30, 31, 37, 38)) или жирового (удовлетворительный или плохой показатель физического развития (рис. 41, 44, 45)) компонентов массы тела у баскетболистов.

Сразу следует сделать следующее примечание: показатели ВООуд, внеклеточная вода (ВнекВ, кг) и минеральная часть костной ткани (МЧКТ, кг) в построении «галочки» участие не принимают, т.к. они отображены на протоколе в абсолютных величинах и имеют строго-зависимые закономерности расположения на протоколе. Так ВнекВ и МЧКТ 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. 33, 34, 37, 40, 45, 48, 49, 52, 53, 56, 57).

В случаях, когда верхний и нижний концы «галочки» принимают вертикальное (рис. 33) положение, или верхний конец – вертикальное, а нижний остается в своем диагональном положении, но показатель ЖМТ% находится на границе между «фитнес-

стандартом» и «нормой» (рис. 34), 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.

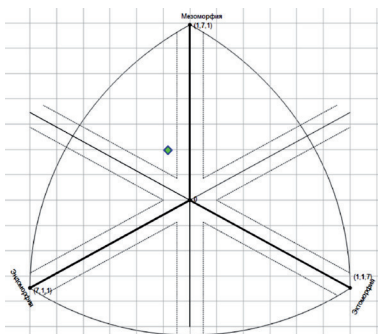


Рис. 36. Соматотип баскетболиста с протоколом состава тела, изображенном на рис. 34 (эндомезоморфный: 3,5-4,8-2,7)

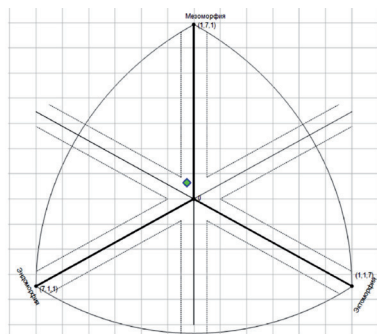


Рис. 39. Соматотип баскетболиста при форме протокола состава тела «зигзаг», изображенном на рис. 37 и 38 (центральный: 3,6-4,0-3,3)

В этом случае соматоточка перемещается по соматотреугольнику либо ниже по оси мезоморфии (рис. 35) и балл МЕЗО становится ниже, либо более эндоморфно (влево от оси мезоморфии), из-за чего изменяется словесное и цифровое обозначение соматотипа; балл ЭНДО становится выше (рис. 36).

Когда же эти концы имеют противоположно-диагональное положение (рис. 37), это говорит об избыточной жировой массе тела для данного баскетболиста; при этом индивидуальные показатели спортсмена выстраиваются в форме «зигзага» (рис. 38).

Следует 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 общей физической подготовкой (ОФП) в зале с применением упражнений на набор мышечной массы тела. Соматотип при этом становится центральным, т.е. по сравнению с «эталонным» протоколом, уменьшается балл эндоморфии (рис. 39).

Базовые данные		Прибор N 3138		$R_{сг1} = 214.3$	$R_{сг2} = 208.6 \text{ Ом}$	
Дата обследования	27.04.2023 7:31:48	Сопрот. (акт. на 5 и 50 кГц, реакт. на 50 кГц), Ом		520 / 433 / 60		
Возраст, лет / Пол	23, М	Фазовый угол (50 кГц), град.		7.9		
Рост, см / Вес, кг	190 / 88.1	Отношение ВЮЖ/ЮЖ		0.64		
Окр. талии / Окр. бедер, см	90 / 103	Основной обмен (ккал/сут.)		2058		
Состав тела						
Индекс массы тела		18.5	24.4	25.0	66	
Жировая масса (кг)	ЖМ 1/1	7.6	14.3	15.2	53	
Тощая масса (кг)		53.1	73.8	78.8	>97	
Активная клеточная масса (кг)		29.3	45.6	43.4	95	
Доля активной клеточной массы (%)	%АКМ 1	53.0	61.8	59.0	73	
Скелетно-мышечная масса (кг)		27.3	40.7	35.7	>97	
Доля скелетно-мышечной массы (%)		51.3	55.1	55.1	86	
Удельный основной обмен (ккал/м ² /сут.)		837.0	943.5	980.3	71	
Общая жидкость (кг)	ОЖО	39.0	54.0	57.6	>97	
Внеклеточная жидкость (кг)	ВЮЖ 2	16.8	21.1	20.3	94	
Минеральная часть костной массы (кг)		2.17	3.11	2.94	114%	
Индекс талия-бедра		0.78	0.87	0.92	93	
Доля жировой массы (%)	%ЖМ 1	12.6	16.2	16.5	35	
		Истощение	Фитнес-стандарт	22.1	Избыточный вес	Ожирение

Рис. 34. 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

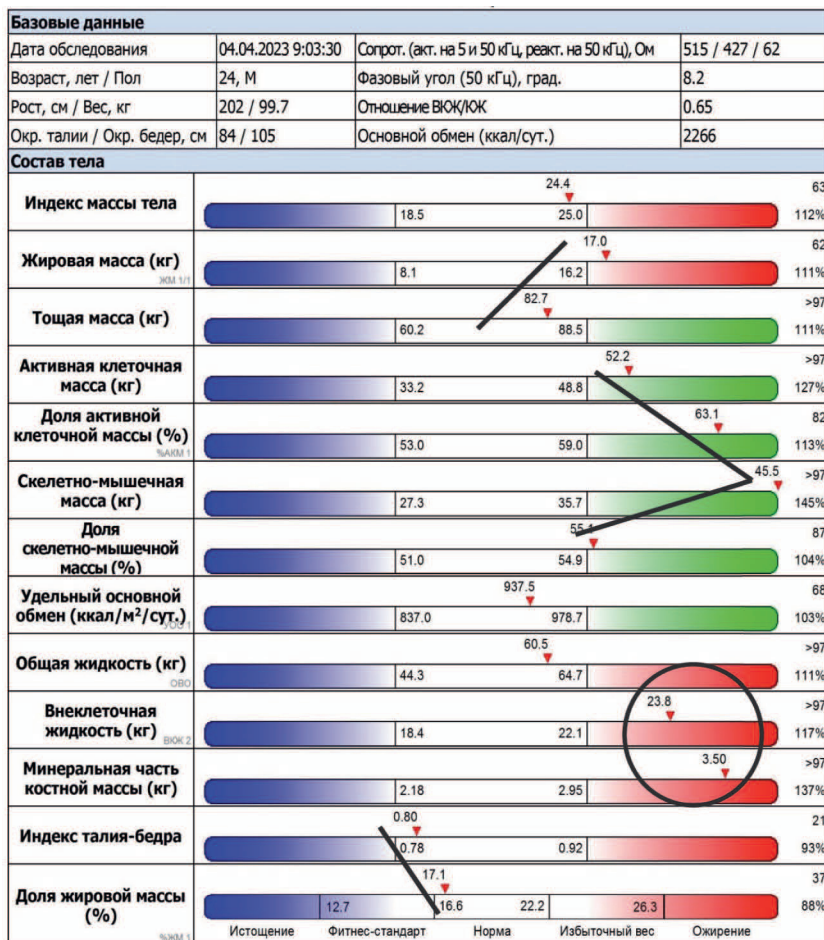


Рис. 37. Протокол состава тела с избыточной жировой массой для данного баскетболиста

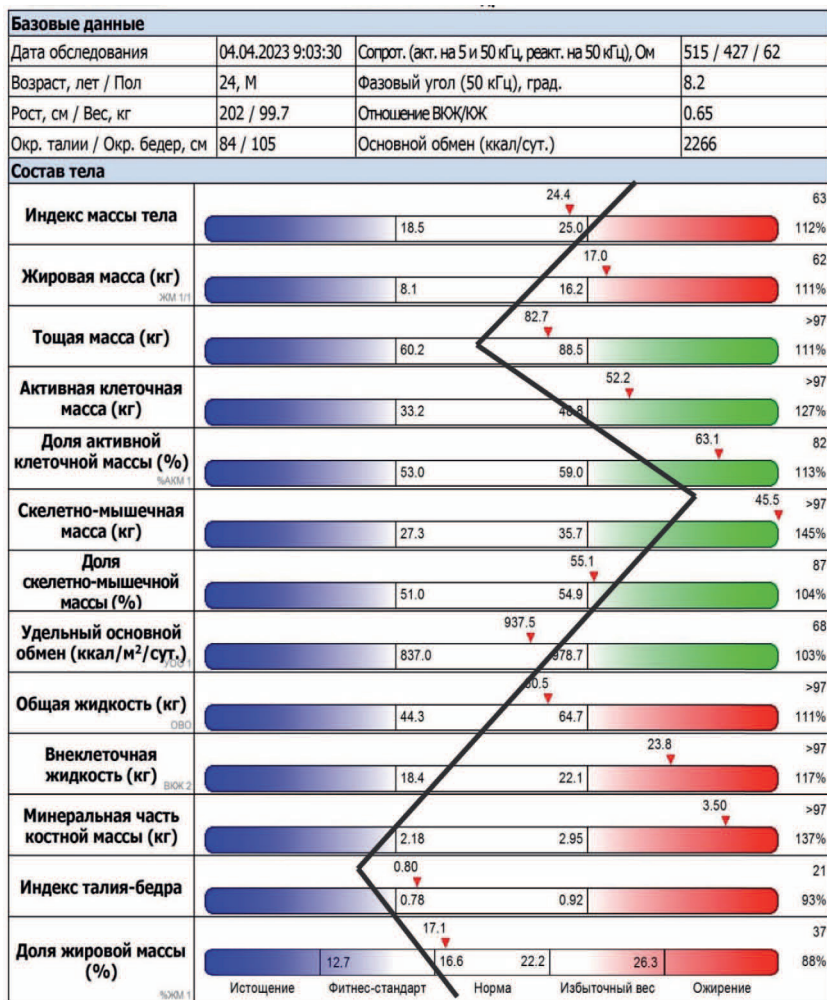


Рис. 38. Наглядное изображение выстраивания индивидуальных показателей спортсмена в форме «зигзага»

Далее рассмотрим протоколы, где острое «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 рис. 40, 41, 44 и 45.

Так на рис. 40 показатель доли СММ находится в интервале «популяционной нормы», а не в интервале «выше популяционной нормы»; произошло это из-за того, что 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 рис. 37.

На рис. 41 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.

Для таких протоколов состава тела характерны эндомезоморфные соматотипы (рис. 42, 43) с еще более выраженным баллом компонента ЭНДО, чем на рис. 36.

На рис. 44 три показателя из четырех находятся в интервале «популяционной нормы», а не в интервалах «выше популяционной нормы». При этом, также как и в случае, изображенном на рис. 41, показатель ЖМТкг находится выше допустимых значений, а показатель ЖМТ% – в интервале нормальных значений для популяции. Соматотип при этом принял центральное положение, значительно возрос балл компонента ЭКТО и снизился балл МЕЗО (рис. 46).

На рис. 45 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 границы 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 рис. 45 следует обратить внимание на то, что и показатель ИМТ находится в интервале «выше популяционной нормы» из-за избыточной жировой массы тела. На соматотреугольнике соматоточка при этом принимает эндоморфное положение, соматотип становится эндомезоморфным с большим балльным значением компонента ЭНДО (рис. 47). Кроме того на недостаточное для баскетболистов развитие СММ показывает ИМТ, находящийся в пределах нормальных значений (рис. 40, 41, 44) или повышенных значений (рис. 45) при увеличенном количестве жировой массы тела в абсолютных количествах.

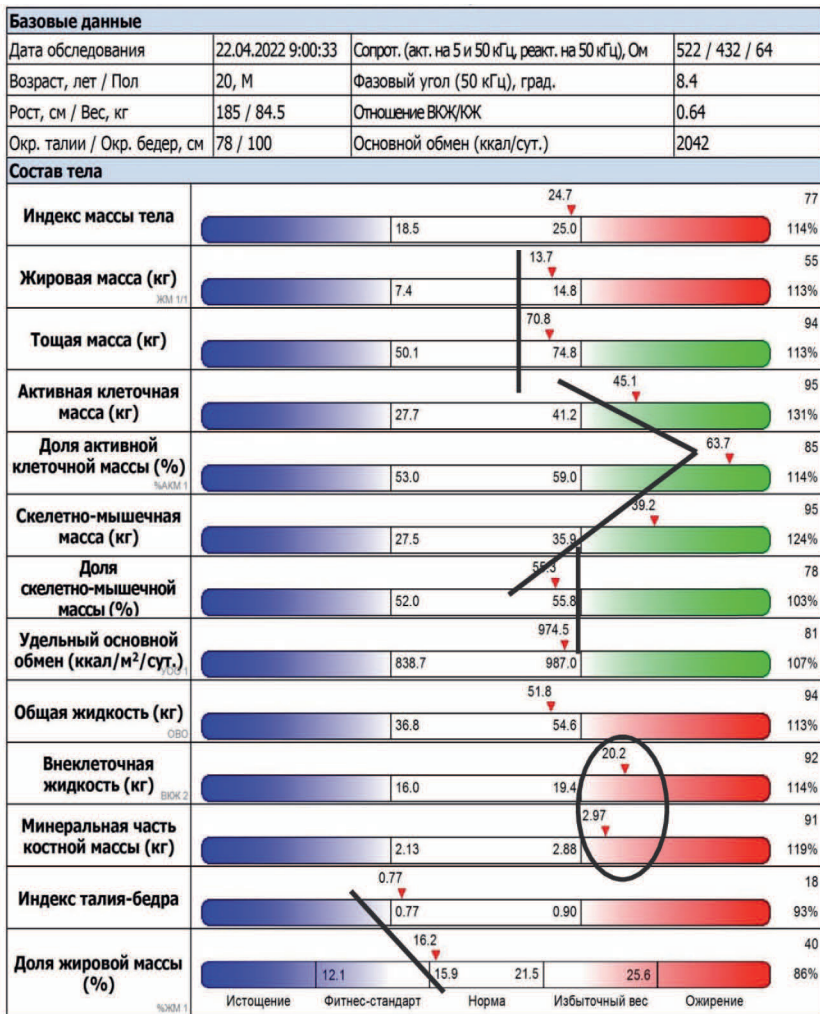


Рис. 40. Пример БИА-протокола, на котором один из четырех маркеров (а именно СММ%), формирующих острое «галочки», находится в интервале «популяционной нормы»

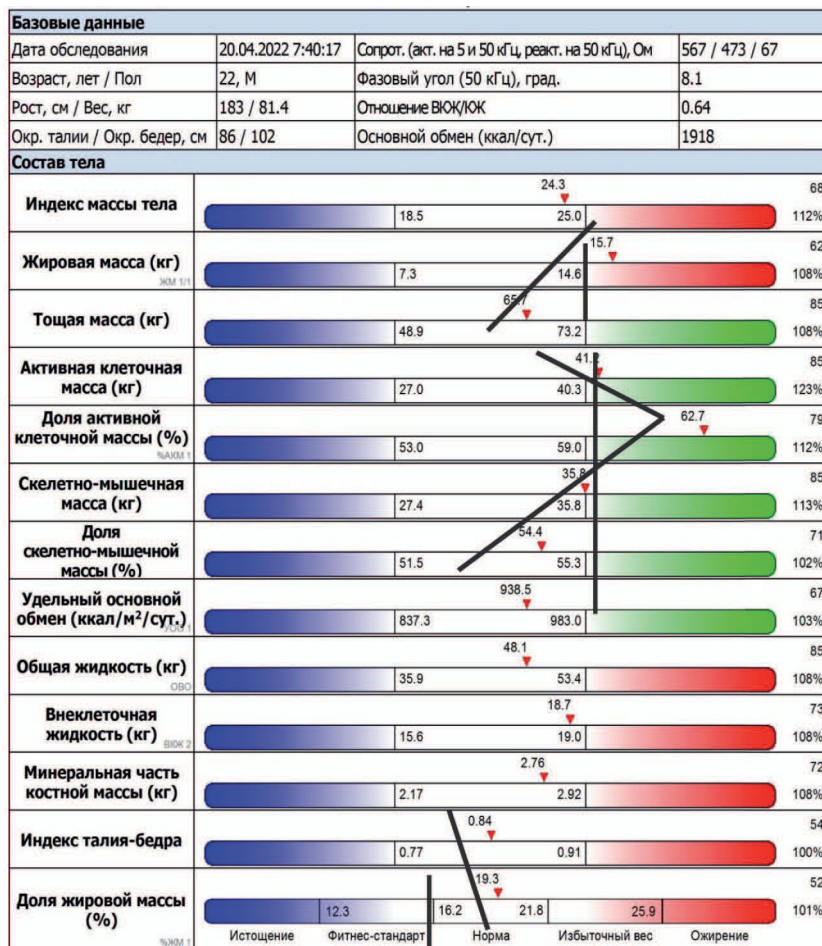


Рис. 41. Пример БИА-протокола, на котором два из четырех маркеров (а именно СММкг и СММ%), формирующих острие «галочки», находятся в интервале «популяционной нормы»

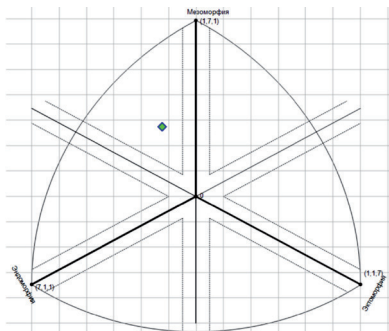


Рис. 42. Соматотип к протоколу состава тела, изображенному на рис. 40 (эндомезоморфный: 3,5–5,3–2,3)

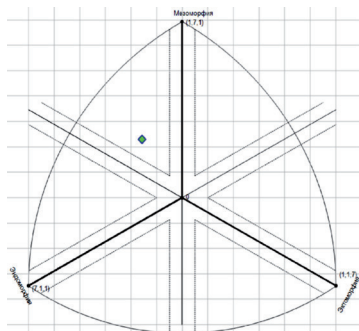


Рис. 43. Соматотип к протоколу состава тела, изображенному на рис. 41 (эндомезоморфный: 3,9–5,1–2,3)

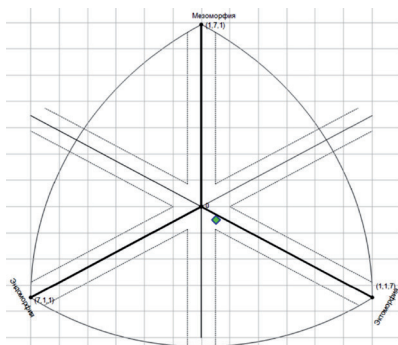


Рис. 46. Соматотип к протоколу состава тела, изображенному на рис. 44 (центральный: 3,6–3,5–4,1)

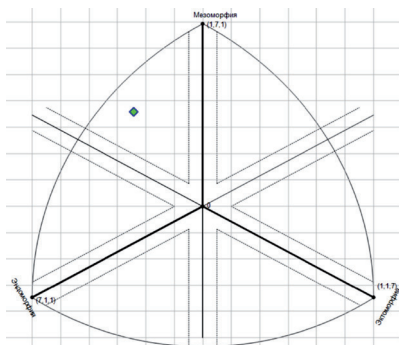


Рис. 47. Соматотип к протоколу состава тела, изображенному на рис. 45 (эндомезоморфный: 3,9–5,8–1,5)

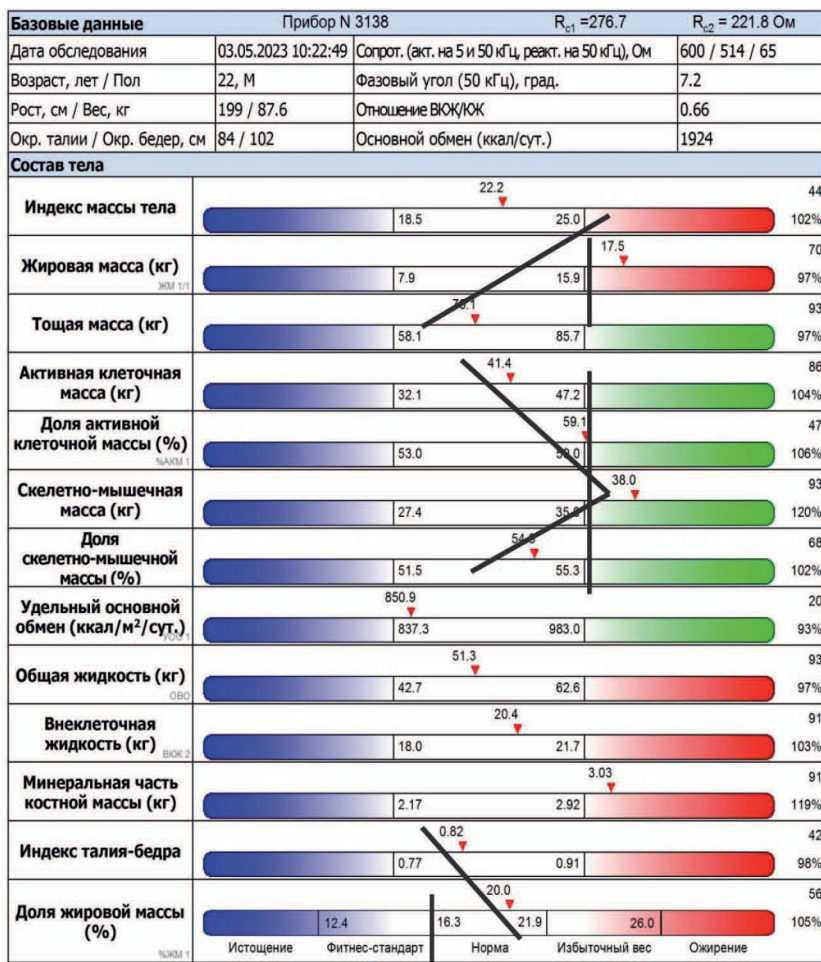


Рис. 44. Пример БИА-протокола, на котором три из четырех маркеров (а именно АКМкг, АКМ% и СММ%), формирующих острие «галочки», находятся в интервале «популяционной нормы»

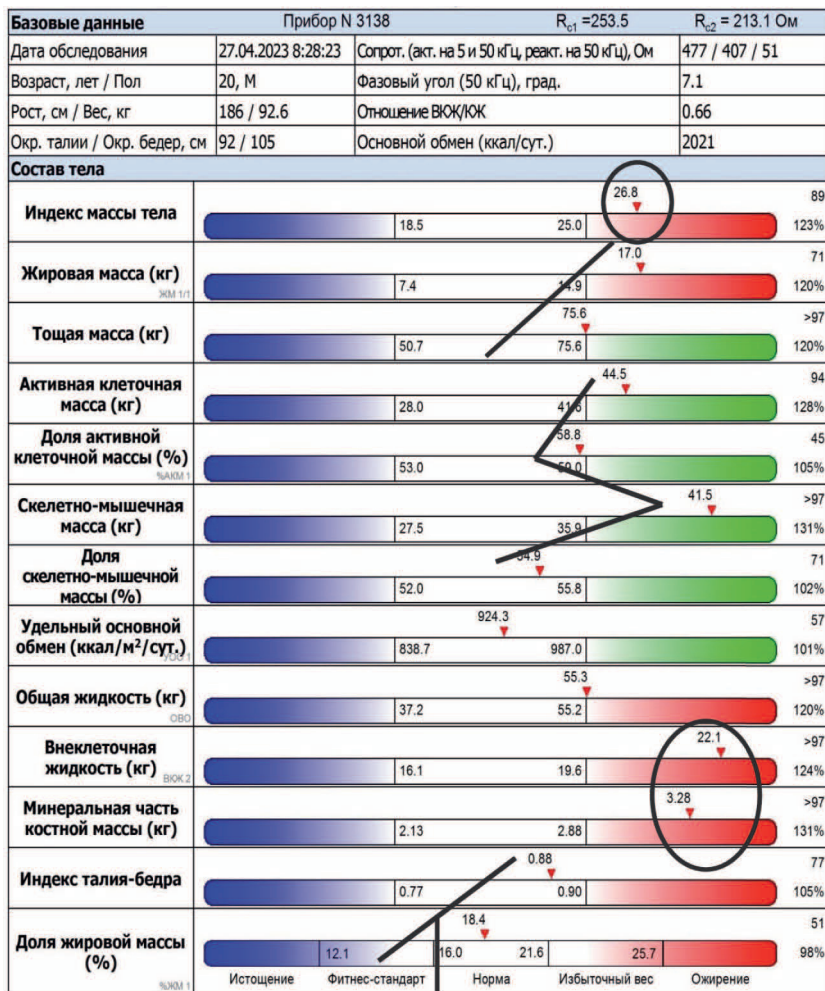


Рис. 45. Пример БИА-протокола, на котором острое «галочки», сформированное из четырех маркеров, приобрело форму «пилы»

На рис. 48 представлен интересный случай протокола в форме «пилы»: у спортсмена с ростом 195 сантиметров масса тела составляет 83,5 килограмм, что дает значение ИМТ, равное 22 кг/м^2 . Показатель ЖМТкг, также 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-Картера (Carter J.E.L., 1994) может быть центральным или мезо-экторморфным, с хорошо выраженным баллом экторморфии 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. Соматотип данного спортсмена изображен на рис. 50.

На рис. 49 представлен протокол спортсмена по типу «прямой линии», что выражается в содержании жировой массы тела ниже популяционной нормы в абсолютных величинах, по ЖМТ% – в интервале «истощение», а также в нетипичном из-за этого расположением «галочки» АКМ и СММ, когда маркер СММ% расположен выше 97 центильного интервала и галочка превращается в практически прямую линию. Из-за таких особенностей тип телосложения становится более экторморфным (рис. 51).

На рис. 52 изображен протокол обследования спортсмена, перенесшего тяжелую травму, операцию и долгий период восстановления. За это время ЖМТ спортсмена сильно увеличилась, притом, что АКМ и СММ остались хорошо развиты в абсолютных величинах, но находились в интервалах популяционной нормы на верхних границах в относительных величинах. На рис. 53 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%.

Соматотипы для протоколов состава тела, изображенных на рис. 52 и 53, представлены на рис. 54 и 55. Соматофиль изменился на мезо-эндо за счет увеличения жировой массы и возрастания большого значения компонента ЭНДО (рис. 54 и 55).

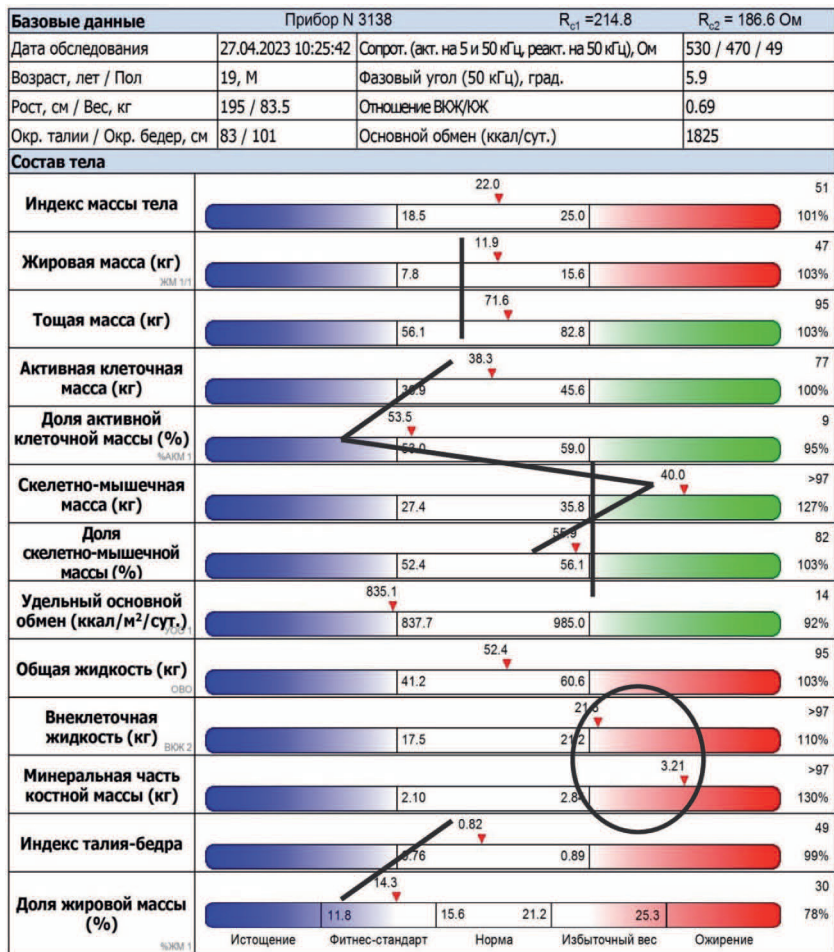


Рис. 48. Пример БИА-протокола, на котором представлен интересный случай «пилы» – такой протокол может служить показателем недостаточного развития тощей (безжировой) массы тела за счет физиологических особенностей

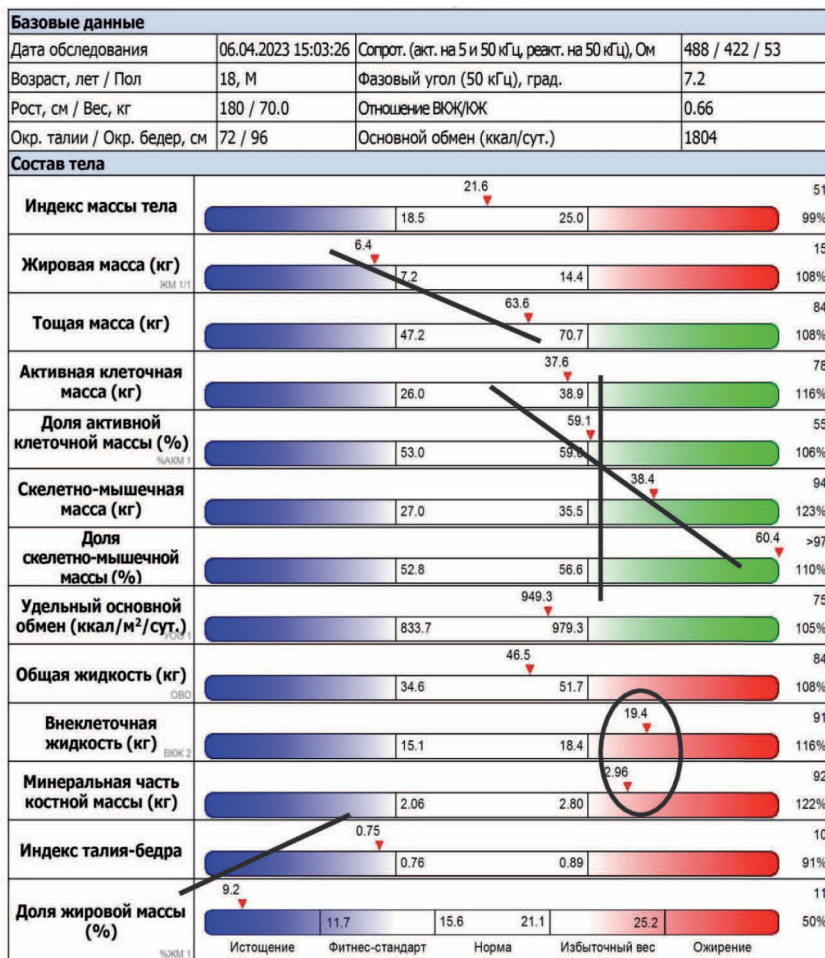


Рис. 49. Пример БИА-протокола по типу «прямой линии»

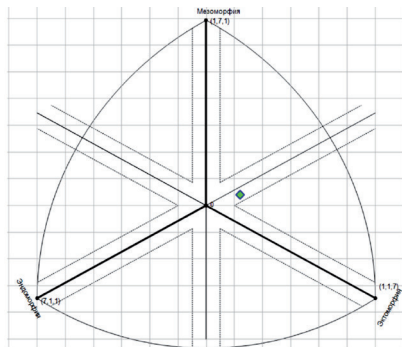


Рис. 50. Соматотип к протоколу состава тела, изображенному на рис. 48 (центральный: 2,9–3,8–4,1)

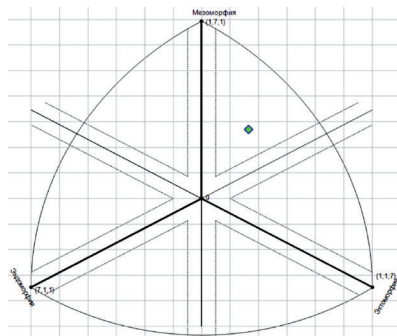


Рис. 51. Соматотип к протоколу состава тела, изображенному на рис. 49 (эктомезоморфный: 1,7–4,9–3,4)

Следует иметь в виду, что массивные и рослые спортсмены, такие как баскетболисты, ватерполисты или гребцы, имеют наподобие спортсменов, специализирующихся в видах спорта, принадлежащих к единоборствам и соревнующихся в тяжелых весовых категориях, склонность к большему содержанию жировой массы тела, которая в процентном содержании выше, чем у спортсменов менее рослых и массивных (Выборная К.В., 2023–5). 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 рис. 56 и 57 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 энергозатраты даже на фоне интенсивных нагрузок, постепенно в течение года приводит к набору жировой массы тела.

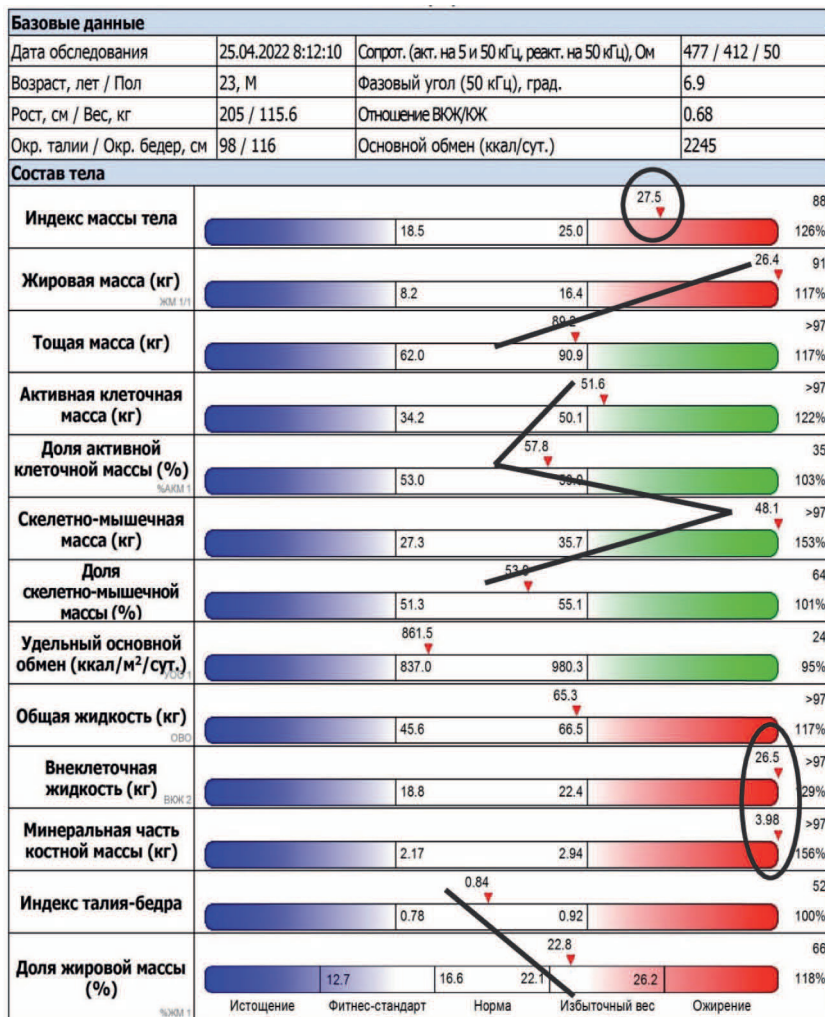


Рис. 52. БИА-протокол обследования спортсмена, перенесшего тяжелую травму, операцию и долгий период восстановления

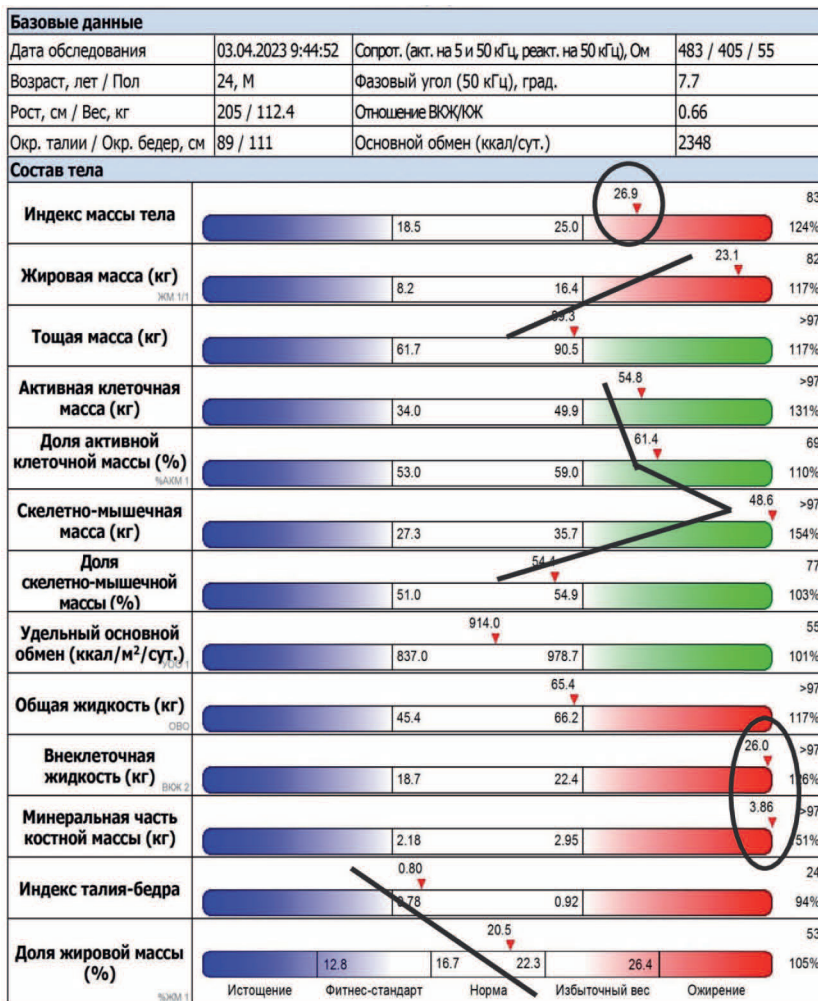


Рис. 53. БИА-протокол обследования спортсмена, приступившего к занятиям после перенесенной травмы, операции и периода восстановления

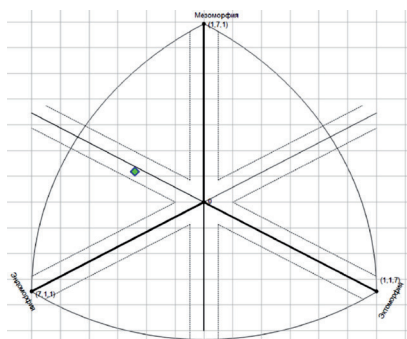


Рис. 54. Соматотип к протоколу состава тела, изображенному на рис. 52 (Мезо-Эндо: 4,6–4,5–2,2)

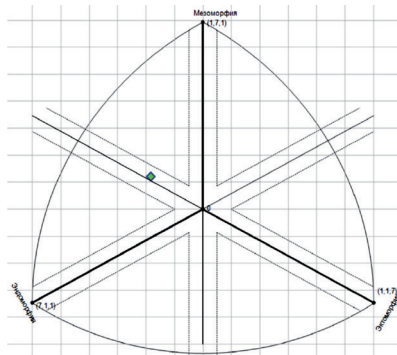


Рис. 55. Соматотип к протоколу состава тела, изображенному на рис. 53 (Мезо-Эндо: 4,3–4,4–2,4)

При этом, как можно видеть на тех же рисунках, количество АКМ и СММ в абсолютных количествах осталось у спортсмена на прежнем высоком уровне.

Соматотипы для протоколов состава тела, изображенных на рис. 56 и 57, представлены на рис. 58 и 59. Соматофиль спортсмен, склонных к набору избыточной жировой массы изменился на мезо-эндо за счет увеличения жировой массы и возрастания большого значения компонента ЭНДО (рис. 54 и 55).

Далее в табл. 24–26 представлены индивидуальные данные оценки компонентов состава тела, значимых при оценке спортивной формы – жировой, активной клеточной и скелетно-мышечной массы. На рис. 60–62 показаны индивидуальные значения измеренных показателей состава тела (из табл. 24–26) при сравнении с центильным распределением каждого показателя в российской популяции (Руднев С.Г., 2014).

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.

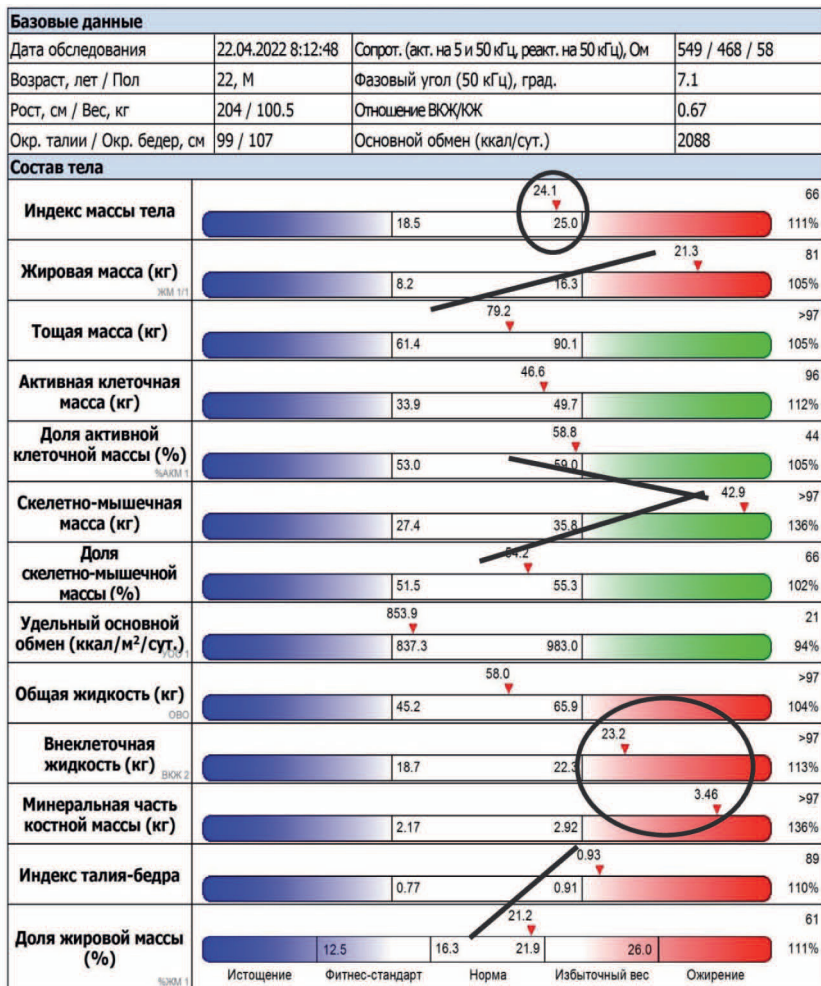


Рис. 56. БИА-протокол спортсмена, склонного к набору избыточной жировой массы тела

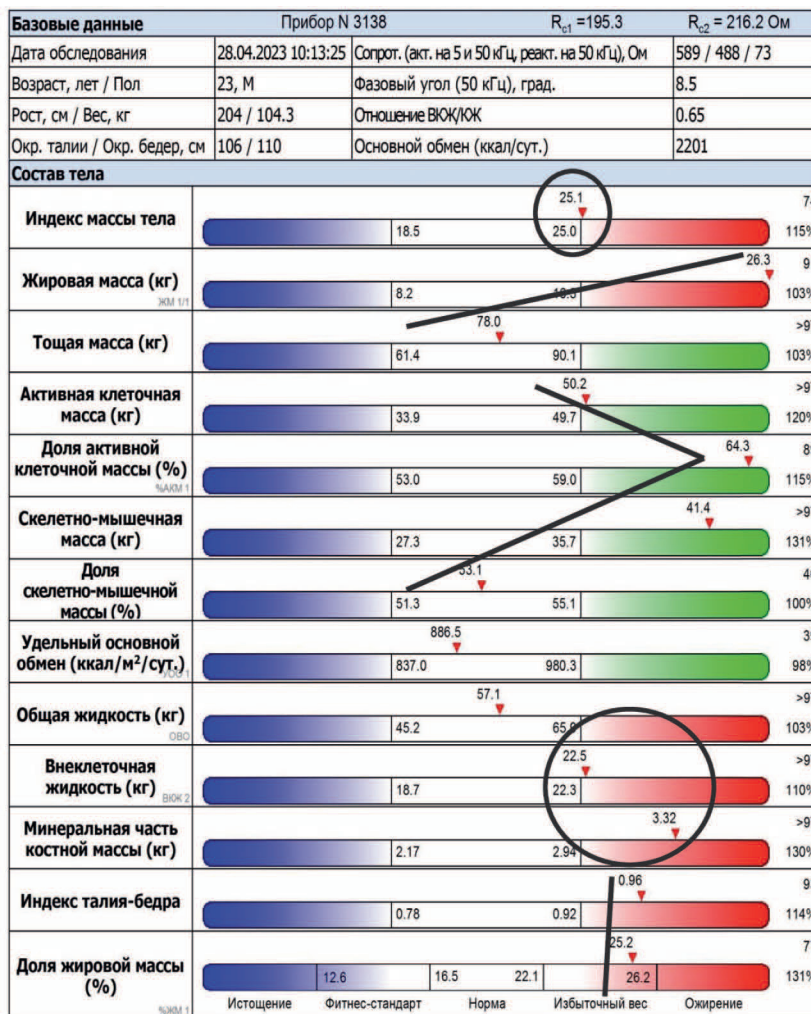


Рис. 57. БИА-протокол спортсмена, склонного к набору избыточной жировой массы тела, в динамике через год после первого обследования

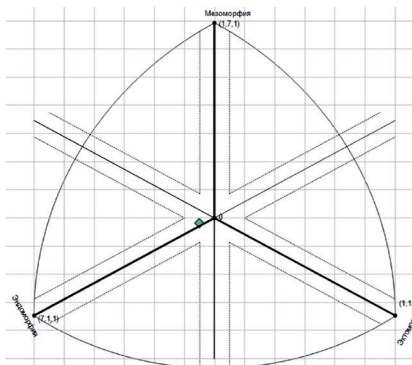


Рис. 58. Соматотип к протоколу состава тела, изображенному на рис. 56 (центральный: 4,1–3,6–3,5)

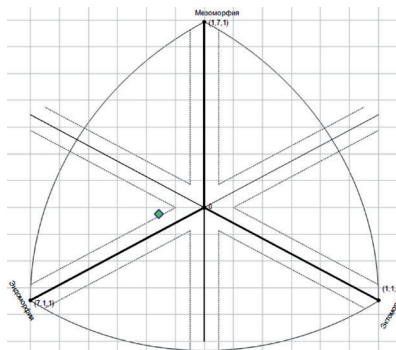


Рис. 59. Соматотип к протоколу состава тела, изображенному на рис. 57 (мезоэндоморфный: 4,7–4,5–2,2)

Спортивная форма в БИ анализаторе ABC-01 Медасс совпадает с нормами требований для баскетболистов различных игровых амплуа (Sansone P., 2022). 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.

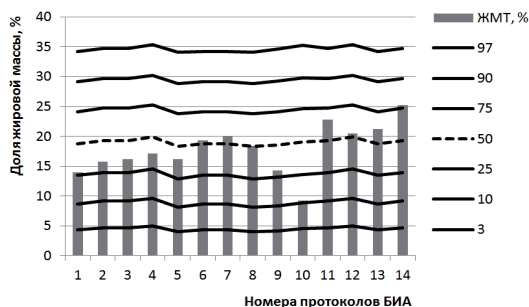


Рис. 60. Индивидуальные значения доли жировой массы тела в сравнении с центильными нормативными кривыми, представленными как распределение для общероссийской выборки (Руднев С.Г., 2014)

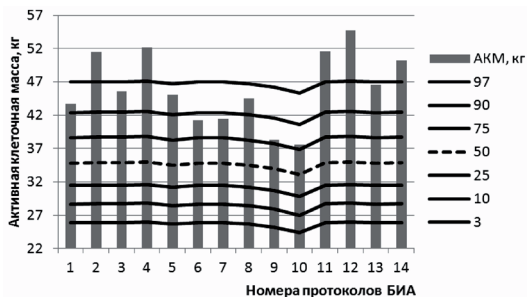
Таблица 24. Индивидуальные значения относительного количества жировой массы тела в сравнении со спортивной и популяционной нормой, отображенной на первичных протоколах

№ 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
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.			

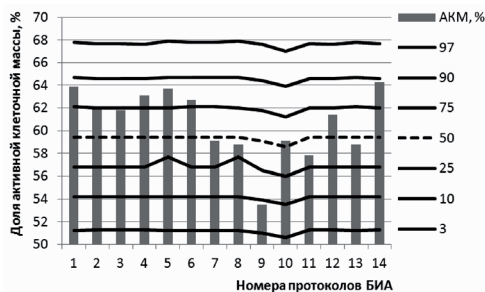
Примечание:

– данные представлены в виде индивидуальных значений измеренных показателей доли ЖМТ (%).

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. 25, рис. 61а). 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. 25, рис. 61б).



61а



61б

Рис. 61. Индивидуальные значения активной клеточной массы тела в абсолютных (рис. 61а) и относительных (рис. 61б) значениях в сравнении с центильными нормативными кривыми, представленными как распределение для общероссийской выборки (Руднев С.Г., 2014)

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. 30, 31, 33, 34, 37) 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 протокола 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.

Таблица 25. 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 табл. 1;

– данные представлены в виде индивидуальных значений измеренных показателей АКМ и доли АКМ (%);

* – значения, достоверно отличающиеся от популяционной нормы при $p \leq 0,05$.

Таблица 26. 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 табл. 1;

– данные представлены в виде индивидуальных значений измеренных показателей СММ и доли СММ;

* – значения, достоверно отличающиеся от популяционной нормы при $p \leq 0,05$.

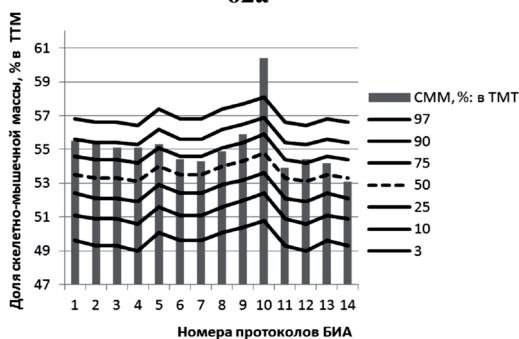
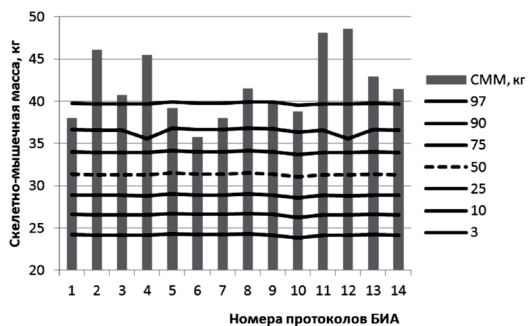


Рис. 62. Индивидуальные значения скелетно-мышечной массы тела в абсолютных (рис. 62а) и относительных (рис. 62б) значениях в сравнении с центильными нормативными кривыми, представленными как распределение для общероссийской выборки (Руднев С.Г., 2014)

Выводы

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/экторморфном) 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 энергозатраты 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, а также корректировкой тренировок, заключающейся в индивидуальном подходе к набору скелетно-мышечной массы тела.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова Т.Ф. Морфологические критерии – показатели пригодности, общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам: учебно-методическое пособие / Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина, Н.И. Кочеткова. – М.: ТВТ дивизион, 2010. – 104 с.
2. Анисимова А.В. К вопросу об использовании формул Матейки для определения жировой компоненты массы тела. Методические рекомендации (краткое сообщение) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. – 2021. – 3/2021. – С. 27–32 (Published: September 14, 2021) DOI: 10.32521/2074-8132.2021.3.027-032.
3. Булгакова Н.Ж. Познакомьтесь – плавание. – М.: ООО «Издательство АСТ», 2002. – 160 с.
4. Выборная К.В., Кобелькова И.В., Соколов А.И., Лавриненко С.В., Никитюк Д.Б. Особенности распределения подкожной жировой ткани и содержания жирового компонента тела у юных пловцов // Современные вопросы биомедицины. – 2018. – Т. 2. – № 1(2). – С. 21–30.
5. Выборная К.В., Раджабкадиев Р.М. Годичная динамика соматотипологического профиля студентов-баскетболистов // Физическая культура студентов: научно-практический журнал / под общей ред. С.И. Петрова. – СПб.: НГУ им. П.Ф. Лесгафта, 2023. – 420 с. (2023–1).
6. Выборная К.В., Раджабкадиев Р.М., Клочкова С.В., Никитюк Д.Б. Оценка физического развития футболистов методом индексов // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5. – № 4 (17) <https://elibrary.ru/item.asp?id=47225888>.
7. Выборная К.В., Семенов М.М., Раджабкадиев Р.М., Никитюк Д.Б. Возможность применения биоимпедансометрии для оценки соматотипологического профиля и состава тела спортсменов, специализирующихся в футболе // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2023. – 17(6). – С. 99–106. DOI: 10.24412/2075-4094-2023-6-3-5 (2023–2).
8. Выборная К.В., Семенов М.М., Раджабкадиев Р.М., Крикун Е.Н., Клочкова С.В., Никитюк Д.Б. Сравнительная оценка габаритных размеров и показателей состава тела мужчин-спортсменов игровых видов спорта, специализирующихся в баскетболе, футболе и водном поло // Вестник спортивной науки. – 2023. – № 6. – С. 46–54. (2023–3).

9. Выборная К.В., Семенов М.М., Раджабкадиев Р.М., Крикун Е.Н., Никитюк Д.Б. Антропометрические характеристики и оценка уровня морфофункционального развития методом индексов студентов-баскетболистов // Вестник новых медицинских технологий. – 2024. – №1. – С. 69–75. DOI: 10.24412/1609–2163–2024–1–69–75. EDN YECTEF.
10. Выборная К.В., Семенов М.М., Раджабкадиев Р.М., Крикун Е.Н., Никитюк Д.Б. Сравнительная оценка соматотипологического профиля мужчин-спортсменов игровых видов спорта, определенного по схеме Хит-Картера аппаратным методом // Вестник спортивной науки. – 2023. – № 4. – С. 44–51. (2023–4).
11. Выборная К.В., Семенов М.М., Раджабкадиев Р.М., Никитюк Д.Б. Изменение соматотипологического профиля высококвалифицированных боксеров в зависимости от принадлежности к весовой категории // Вестник спортивной науки. – 2022. – № 6. – С. 26–33.
12. Выборная К.В., Семенов М.М., Раджабкадиев Р.М., Никитюк Д.Б. Морфологические показатели боксеров высокого класса, рекомендуемые как ориентир в процессе восстановления после травм или при предсоревновательной коррекции массы тела // Вестник спортивной науки. – 2023. – 2. – С. 35–42. (2023–5).
13. Глушанко В.С., Грузневич А.П., Гараничева С.Л., Аляхович Н.С., Колбасич Л.П. Основы медицинской статистики: учеб.-метод. пособие. – Витебск: ВГМУ, 2012. – 155 с.
14. Дерябин В.Е. Краткий справочник по решению типовых задач биометрической обработки антропологических данных. – М.; 2005. Рукопись, депонированная в ВИНТИ №1187-В2005 от 29.08.2005.
15. Колесников В.А., Руднев С.Г., Николаев Д.В., Анисимова А.В., Година Е.З. О новом протоколе оценки соматотипа по схеме Хит-Картера в программном обеспечении биоимпедансного анализатора состава тела // Антропология. – 2016. – № 4. – С. 4–13.
16. Коростелева М.М., Денисова Н.Н., Солнцева Т.Н. Возможность нутритивной коррекции рациона питания за счет специализированных пищевых продуктов // Вопросы питания. 2023. Т. 92, № 5 (549) Приложение. Материалы XVIII Всероссийского конгресса с международным участием «Нутрициология и диетология для здоровьесбережения населения России», посвященного 300-летию Российской академии наук. – 2023. – С. 177–178. DOI: <https://doi.org/10.33029/0042–8833–2023–92–5s–217>.
17. Маркова Ю.М., Розофаров А.Л. Изучение особенностей кишечной микробиоты у спортсменов-баскетболистов // Материалы

- У Школы молодых ученых «Основы здорового питания и пути профилактики алиментарно-зависимых заболеваний» с международным участием. – 2022. – С. 55–58.
18. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. – М.: Наука, 2006. – 248 с.
 19. Мустафина О.К., Трушина Э.Н., Короткова Т.Н. Влияние пре- и пробиотиков, пищевых волокон на гематологические показатели спортсменов // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92. – № 5 (549) Приложение. Материалы XVIII Всероссийского конгресса с международным участием «Нутрициология и диетология для здоровьесбережения населения России», посвященного 300-летию Российской академии наук. 2023. С. 180–181. DOI: <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-5s-221>.
 20. Никитюк Б.А., Корнетов Н.А. Интегративная биомедицинская антропология. – Томск, 1998. – 182 с.
 21. 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.
 22. Перевозник В.И., Перцухов А.А. Возрастные и антропометрические показатели футболистов высокой квалификации // Слобожанський науковоспортивний вісник. – 2018. – № 6(68). – С. 65–69.
 23. Раджабканиев Р.М., Выборная К.В., Соколов А.И., Крикун Е.Н., Никитюк Д.Б. Суточные энергозатраты спортсменов-баскетболистов в зависимости от игрового амплуа // Наука и спорт: современные тенденции. – 2023. – Т. 11. – № 5. – С. 26–33. <https://doi.org/10.36028/2308-8826-2023-11-S-26-33>.
 24. Ригер Н.А., Трушина Э.Н., Тимонин А.Н., Мустафина О.К. Влияние комплекса пробиотических микроорганизмов и пищевых волокон на цитокиновый профиль спортсменов // Вопросы питания. 2023. Т. 92, № 5 (549) Приложение. Материалы XVIII Всероссийского конгресса с международным участием «Нутрициология и диетология для здоровьесбережения населения России», посвященного 300-летию Российской академии наук. 2023. – С. 182–183. DOI: <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-5s-224>.
 25. Руднев С.Г. Биоимпедансное исследование состава тела населения России / С.Г. Руднев, Н.П. Соболева, С.А. Стерликов (и др.) – Москва: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. – 493 с. ISBN 5-94116-018-6.
 26. Рыжик М.Т., Корельская И.Е. Оценка показателей физического развития профессиональных футболистов испанских клубов // Материалы X Международной студенческой научной конфе-

- ренции «Студенческий научный форум – 2018», <https://scienceforum.ru/2018/article/2018001366>.
27. Синдеева Л.В., Руднев С.Г. Характеристика половозрастной изменчивости соматотипа по Хит-Картеру у взрослых людей и возможности его биоимпедансной оценки // *Морфология*. – 2017. – Т. 151. – № 1. – С. 77–87.
 28. Солодовник Е.М. Основные позиции и амплуа игроков в баскетболе // *Вопросы педагогики*. – 2020. – 9–2. – С. 241–245.
 29. Сорокина Е.Ю., Кобелькова И.В., Коростелева М.М. Взаимосвязь некоторых показателей пищевого статуса спортсменов с наследственной предрасположенностью к развитию алиментарно-зависимых заболеваний // *Вопросы питания*. – 2023. – Т. 92. – № 5 (549) Приложение. Материалы XVIII Всероссийского конгресса с международным участием «Нутрициология и диетология для здоровьесбережения населения России», посвященного 300-летию Российской академии наук. Москва, 2023. – С. 187. DOI: <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-5s-230>.
 30. Ткачук М.Г. Спортивная морфология. Учебное пособие / М.Г. Ткачук. – СПб.: СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта, 2003. – 64 с.
 31. Тутельян В.А. Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике: методические рекомендации / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк, Е.А. Бурляева. – М.: Спорт, 2018. – 64 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=32388004>.
 32. Тутельян В.А. Анатомо-антропонутрициологические методы оценки физического и пищевого статусов детского и взрослого населения с различным уровнем физической активности: методические рекомендации / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк, К.В. Выборная. – Москва: Мультипринт, 2022. – 112 с. DOI 10.56188/978-5-6048236-0-6-2022.
 33. Файзуллин Д.Э. Сравнительный анализ физической подготовленности вратарей и полевых игроков высокой квалификации в мини-футболе (футзале) // *Выпускная квалификационная работа*, Москва, 2013 г., 96 с.
 34. Филатова О.В. Особенности распределения соматотипов в группах юношей с различной спортивной специализацией / О.В. Филатова, Э.В. Хохловкина, В.М. Клоц, Л.А. Звягинцева // *Известия алтайского государственного университета*, – 2013. – № 3–2 (79). – С. 52–56.
 35. Фицджеральд М. Соревновательный вес: как стать сухим для пика работоспособности, пер. с англ. В.Ю. Давыдов, В.Б. Авдиденко. – Мурманск: Тулома, 2011. – 312 с.

36. Халафян А.А. *Statistica 6. Статистический анализ данных. Учебник.* – М.: ООО Бином-Пресс, 2007. – 512 с.
37. Bilsborough J.C., Greenway K.G., Opar D.A., Livingstone S.G., Cordy J.T., Bird S.R., Coutts A.J. Comparison of anthropometry, upper-body strength, and lower-body power characteristics in different levels of Australian football players. *J Strength Cond Res.* 2015; 29:826–834. doi: 10.1519/JSC.0000000000000682.
38. Carter J. Body composition of Montreal Olympic athletes. In *Physical Structure of Olympic Athletes Part I: The Montreal Olympic Games Anthropological Project*; Carter J., Ed.; Karger: Basel, Switzerland, 1982.
39. Carter J.E.L. Heath B.H. *Somatotyping – Development and Applications // Cambridge Studies in Biological and Evolutionary Anthropology.* Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1990. 503 p.
40. Carter J.E.L. The Heath–Carter anthropometric somatotype: instruction manual, 2002. 26 p. <http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual.pdf>.
41. Carter J.E.L., Marfell-Jones M.J. Somatotypes. In: J.E.L. Carter and T.R. Ackland (Eds.), *Kinanthropometry in Aquatic Sports – A Study of World Class Athletes.*ampaign, IL: Human Kinetics, 1994, pp 55–82.
42. Casajús J.A. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players *J Sports Med Phys Fitness*, 2001; 41(4):463-469.
43. Dimitric G., Kotic D., Versic S., Scepanovic T., Zenic N. Validity of the swimming capacities and anthropometric indices in predicting the long-term success of male water polo players: a position-specific prospective analysis over a ten-year period. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2022 Apr; 19(8):4463., Published online 2022 Apr 7. doi: 10.3390/ijerph19084463.
44. Durnin J.V., 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>.
45. Faulkner J. *Physiology of swimming and diving.* In *Exercise Physiology*; Falls, H., Ed.; Academic Press: Baltimore, MD, USA, 1968.
46. Ferragut C., Abrales J., Vila H., Rodríguez N., Argudo F., Fernandes R. Anthropometry and throwing velocity in elite water polo by specific playing positions. *Journal of Human Kinetics.* 2011; 27:31–44. doi:10.2478/v10078-011-0003-3.

47. França C., Gouveia É., Caldeira R., Marques A., Martins J., Lopes H., Henriques R., Ihle A. Speed and agility predictors among adolescent male football players. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022; 19:2856. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052856>.
48. Gallagher D., Heymsfield S.B., Heo M., Jebb S.A., Murgatroyd P.R., 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>.
49. Gryko K., Kopiczko A., Mikołajec K., Stasny P., Musalek M. Anthropometric variables and somatotype of young and professional male basketball players. *Sports*. 2018. № 6(1). P. 9. doi:10.3390/sports6010009.
50. Hazir T. Physical characteristics and somatotype of soccer players according to playing level and position. *Journal of Human Kinetics*, Vol. 26, 2010, 83–95.
51. Jeličić M., Sekulic D., Marinovic M. Anthropometric characteristics of high level European junior basketball players. *Coll. Antropol.* 26 Suppl. 2002; 69–76.
52. Kondrič M., Uljević O., Gabrilo G., Kontić D., Sekulić D. General anthropometric and specific physical fitness profile of high-level junior water polo players. *Journal of Human Kinetics*. 2012; 32: 157–165. doi:10.2478/v10078-012-0032-6.
53. Lean M., Han T.S., 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>.
54. Lira F.S., Rosa J.C., Pimentel G.D., Tarini V.A.F., Arida R.M., Faloppa F., Alves E.S., do Nascimento C.O., Oyama L.M., Seelaender M., de Mello M.T., Santos R.V.T. 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>.
55. Mala L., Maly T., Zahalka F., Bunc V., Kaplan A., Jebavy R., Tuma M. Body composition of elite female players in five different sports games. *Journal of human kinetics*. 2015. № 45(1). P. 207–215. doi:10.1515/hukin-2015-0021.
56. Malina R.M., Kozieł S.M. Validation of maturity offset in a longitudinal sample of polish boys. *J. Sports Sci.* 2013, 32, 424–437.
57. Martin A.D., Ross W.D., Drinkwater D.T., Clarys J.P. Prediction of body fat by skinfold calipers: assumptions and cadaver evidence. *Intern. J. Obes.* 1985; 9 (1): 31–39.

58. Martínez P.Y.O., López J.A.H., Meza E.I.A., Arráyales M.E.M., Sánchez L.R. Somatotype profile and body composition of players from the mexican professional basketball league. *Int. J. Morphol.* 2014, 32, 1032–1035.
59. Mathur D.N., Toriola A.L., Igbokwe N.U. Somatotypes of Nigerian athletes of several sports. *Br J Sports Med*, 1985; 19(4): 219-220.
60. Matiegka J. The testing of physical efficiency. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 1921; 4 (3): 223–230. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330040302>.
61. Miller T.A., White E.D., Kinley K.A., Congleton J.J., Clark M.J. The effects of training history, player position, and body composition on exercise performance in collegiate football players. *J Strength Cond Res.* 2002; 16:44–49.
62. Montgomery M., Marttinen R.H., Galpin A.J. 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/aiac.ijkss.v.5n.4p.18>.
63. Munguía-Izquierdo D., Suárez-Arrones L., Di Salvo 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>.
64. NFHS: National Federation of State High School Associations. (2016). 2016–2017 NFHS Wrestling Rules Book.
65. NWCA: National Wrestling Coaches Association. 330 Hostetter Road, Manheim, PA 17545, USA. <https://www.nwcaonline.com/>
66. Nishida C., Ko G.T., Kumanyika S. Body Fat Distribution and non-communicable 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>.
67. Platanou T., Nikolopoulos G. Physiological demands of water polo games with different levels of competitiveness. In Chatard, J. C. (Eds.). *Biomechanics and medicine in swimming IX*. University of Saint Etienne, Saint-Etienne, 2003, pp 493–498.
68. Pomohaci M., Sopa S.I. The importance of anthropometry measurements in analyzing the impact of sports activities on students. *Journal land forces academy review.* 2017. № 1(85). P. 40–48.
69. Pongchaiyakul C., Kosulwat V., Rojroongwasinkul N., Charoenkiatkul S., Thepsuthammarat K., Laopaiboon M., Nguyen T.V., 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>.
70. Rahmawati N.T., Budiharjo S., Ashizawa K. Somatotypes of young male athletes and non-athlete students in Yogyakarta, Indonesia. *Anthropological Science*, 2007; 115: 1–7.
 71. Rienzi E., Drust B., Reilly T., Carter J.E., Martin A. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 2000; 40(2): 162–169.
 72. Ross W.D., Kerr D.A. Fraccionamiento de la masa corporal: Un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva. *Apunts Med. Sport.* 1991; 18: 175–187.
 73. Sansone P., Makivic B., Csapo R., Hume A., Martínez-Rodríguez P., 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>.
 74. Sloan A., Weir J.B. 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>.
 75. Strauss A., Sparks M., Pienaar C. Comparison of the morphological characteristics of south african sub-elite female football players according to playing position. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2021; 18(7):3603. doi:10.3390/ijerph18073603.
 76. Susanto N., Wiriadinata W., Rifki M.S. Analysis of anthropometric and biomotor components on the performance of FIK UNP basketball athletes. *Advances in social science, education and humanities research.* 2020. № 563. P. 292–299. doi: 10.2991/assehr.k.210618.056.
 77. Tornero-Aguilera J.F., Villegas-Mora B.E., Clemente-Suárez V.J. Differences in body composition analysis by dexta, skinfold and bio methods in young football players. *Children.* 2022; 9: 1643. <https://doi.org/10.3390/children9111643>.
 78. Torras R., Prats T., Rodas G., Riera J., Viejo A. Alfaro, V. Perfil fisiológico de los deportistas de salvamento acuático. *Apunts*, 1995, 32 (125), 157–163.
 79. Trexler E.T., Smith R., Abbie E., Mann J.B., Ivey P.A., Hirsch K.R., Mock M.G. Longitudinal body composition changes in NCAA division I college football players. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2017; 31(1):1–8. doi:10.1519/JSC.0000000000001486.
 80. Turcu I., Oancea B., Chicomban M., Simion G., Simon S., Tiuca C.I.N., Ordean M.N., Petrovici A.G., Seusan N.A.N., Haisan P.L., Hasmasan I.T., Hulpus A.I., Stoian I., Ciocan C.V., Curițianu I.M.

- Effect of 8-week β -alanine supplementation on CRP, IL-6, body composition, and bio-motor abilities in elite male basketball players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022 Oct; 19(20):13700. Published online 2022 Oct 21. doi: 10.3390/ijerph192013700.
81. Vaquero-Cristóbal R., Albaladejo-Saura M., Luna-Badachi A.E., 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>.
 82. Vila H. Ferragut C. Abrales J.A. Rodríguez N., Argudo F.M. Caracterización antropométrica en jugadores de elite de waterpolo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 2010, 10 (40), pp. 652–663.
 83. Willems A., Paulson T.A.W., Keil M., Brooke-Wavell K., Goosey-Tolfrey V.L. 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>.
 84. Wong P., Chamari K., Dellal A., Wisloff U. Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009; 23(4):1204–1210. doi:10.1519/jsc.0b013e31819f1e52.
 85. Wong P., Mujika I., Castagna C., Chamari K., Lau P.W.C., Wisloff U. Characteristics of World Cup soccer players. *Soccer J* Jan-Feb 2008; 57–62.
 86. Yang S.W., Kim T.H., Choi H.M. 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>.

Научное издание

**Морфологические показатели как предиктор успешности
в командных игровых видах спорта**

Монография

**под редакцией академиков РАН
В. А. Тутельяна, Д. Б. Никитюка**

Главный редактор *Н. И. Смирнова*
Редактор *Г. И. Елагин*
Дизайнер *Л. Б. Саламаха*
Изображение на обложке *Freerik*

Подписано в печать 15.10.24. Формат 60×90 1/16.
Бумага офсет № 1. Уч.-изд. л. 8,2. Усл.-печ. л. 10
Тираж 500 экз. (1-й завод 1–50 экз.). Заказ № .

Издательство «ГД ДеЛи». 141111, Москва, 3-й проезд Перова поля, д. 8,
бизнес-центр «Перово Поле», офис 422, тел. 8 (916) 280-38-56, www.deli.ru

Отпечатано в типографии ООО «Паблит»
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1. Тел.: 8 (495) 859-48-62