

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ
СОСТАВА ТЕЛА ЧЕЛОВЕКАГ.Н. Хафизова¹, Н.В. Рылова^{1,3}, А.С. Самойлов²¹ФГБОУ ВПО «Поволжская академия физической культуры, спорта и туризма», Казань, Россия²Центр спортивной медицины ФМБА России, Москва, Россия³ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет», Казань, Россия

Для связи с авторами: e-mail: gulshat3005@mail.ru, rilovanv@mail.ru, samilove@mail.ru

Аннотация:

Исследование композиционного состава тела человека *in vivo* приобретает все возрастающее значение в медицинской практике и спорте. В клинической медицине определение состава тела актуально в диагностике и прогнозировании заболеваний, различные методики успешно используются во многих областях медицины – в реаниматологии и интенсивной терапии, кардиологии, хирургии. Изучение состава тела играет ключевую роль в диагностике ожирения и остеопороза, позволяет осуществлять мониторинг и планирование лекарственной терапии. В спорте определение состава тела спортсменов является методом контроля физической работоспособности атлетов, позволяет эффективно управлять их тренировочным процессом. Доказана взаимосвязь состава тела с показателями физической работоспособности человека, с его адаптацией к условиям внешней среды, а также с профессиональной и спортивной деятельностью. Выявлена изменчивость компонентов массы тела в зависимости от видовой специфики атлетов, возрастных и квалификационных различий спортсменов.

В данной статье представлен обзор современной литературы по методологии исследования композиционного состава тела человека. Кратко описано большинство существующих техник и методов оценки состава тела на разных уровнях организации тела человека, а также указаны их основные преимущества и недостатки, сфера применения и возможности каждого из них. При существовании достаточно широкого перечня методов определения состава тела нами обозначена значимость правильного выбора конкретной техники в зависимости от намеченной цели исследования, а также доступности и практичности ее в использовании.

Ключевые слова: определение состава тела человека, спортсмены.

CONTEMPORARY ISSUES OF THE STUDY THE HUMAN BODY COMPOSITION

G.N.Khafizova¹, N.V.Rylova^{1,3}, A.S. Samoilov²¹Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia²Center of Sports Medicine FMBA of Russia, Moscow, Russia³Kazan State Medical University, Kazan, Russia**Abstract:**

Assessment of human body composition *in vivo* becomes increasingly important in medicine and sport. The study of body composition actually important for diagnose and prognosis of diseases. Several techniques successfully used in medicine - in resuscitation and intensive care, cardiology, surgery. The study of body composition plays a key role on diagnosis of obesity and osteoporosis, allows to plan and monitor of drug therapy. In sport, analysis of athlete's body composition is the effective method to control physical performance, and it allows efficiently organizing sportsmen's training process. There are known relationships of body composition with physical performance, with person adaptation to environmental conditions, professional and sports activities. There are variation of body mass components from sport specifics, age and skill differences of athletes.

This article provides list of techniques of body composition assessment. Here described the scopes and capabilities, advantages and disadvantages of the methods. If there are different investigation methods of body composition, the choice of assessment technique depends from purpose of the research and availability of technology.

Key words: study of human body composition, athletes.

Учение о составе тела на современном этапе является одним из активно развивающихся и относительно новых направлений морфологии, которое приобретает все большее зна-

чение в спорте, а также во врачебной практике. Непосредственное представление о характере соотношения отдельных тканевых компонентов очень важно, так как изменение

общего веса тела, которое обычно служит основным мерилем состояния, представляет собой слишком обобщенный показатель, не дифференцирующий специфичность изменений [1].

В первую очередь, знание о составе тела дает возможность оценить физическое развитие человека, что особенно может быть полезным в педиатрии. В диетологии определение жирового компонента тела человека используется при лечении пациентов с ожирением [2]. Определение водных секторов тела в реаниматологии и интенсивной терапии используется для мониторинга и планирования инфузионной терапии, в терапевтической практике - для подбора лекарственных препаратов, оценки развития метаболического синдрома, в кардиологии и хирургии - для определения степени гидратации, в урологии - для определения уродинамики [3]. Большое значение имеет изучение состава тела – костной массы – для профилактики, диагностики и оценки эффективности лечения остеопороза [2].

В спорте изучение состава тела позволяет осуществлять мониторинг состояния здоровья спортсменов, является методом контроля физической работоспособности, позволяет эффективно управлять тренировочным процессом, а также контролировать диетические вмешательства [4]. Однако постановка вышеизложенных задач в спорте требует учета возрастных и квалификационных различий, видовой специфики, модельных характеристик, взаимосвязей с физическими качествами и функциональными показателями [4, 6, 7].

Динамические исследования компонентов массы тела проводились в самых различных аспектах многими учеными. Известно, что состав тела изменяется под влиянием различного содержания белков, жиров и углеводов в пищевом рационе [8]. Повышение уровня жировой массы наблюдается в случае увеличения доли углеводно-жирового комплекса в диете, при ограничении количества жирной и углеводсодержащей пищи регистрируются обратные изменения состава тела [2]. Применение различных фармпрепаратов также оказывает влияние на компонентный состав тела:

использование анаболизующих препаратов увеличивает мышечную массу, повышает работоспособность, выносливость [9].

Исследования состава тела в возрастном аспекте выявили особенности изменения лабильных компонентов массы тела юных спортсменов в различные возрастные периоды. Динамика изменений компонентов массы тела, в первую очередь, отражает возрастной уровень становления гормональной сферы и процессы роста и развития под воздействием занятий спортом. Так, дети обоего пола, занимающиеся спортом 1-4 года на возрастном интервале 5-9 лет отличаются низкой мышечной массой (43-45%) и средней жировой массой (10-13%). В препубертатный период наблюдается постепенный и небольшой рост мышечной массы и вариации жировотложения вокруг исходного уровня. Пубертатный период характеризуется более выраженным (особенно у мальчиков) ростом мышечной массы при снижении жировой массы у мальчиков и повышении у девочек. Постпубертатный период в большей мере уже отражает спортивное совершенствование с повышением мышечного и снижением жирового компонентов [1].

Установлены непосредственные связи показателей состава тела с уровнем физической активности [9]. Интенсивная физическая деятельность вызывает уменьшение жирового компонента и увеличение активной массы тела [1, 11]. Обнаружено значительное улучшение композиционного состава тела, особенно безжировых показателей при 9 и более часовых тренировках в неделю, что является важным для здорового роста и спортивной производительности спортсменов [12].

В исследованиях подтверждена связь величин компонентов массы тела с проявлением различных физических качеств и развитием функциональных систем организма: с показателями силы, быстроты и гибкости - отдельными сторонами подготовленности, так и с интегральным показателем - специальной физической работоспособностью, и, прямо или косвенно, со спортивным результатом. Показана взаимосвязь развития мышечной массы с уровнем мощности разных систем энергоо-

беспечения мышечной деятельности: аэробной и анаэробной производительностью [6]. В ряде работ указывается на определяющую роль величины мышечной массы в формировании реакции сердечно-сосудистой системы на физические нагрузки.

Специфику величин компонентов массы тела определяет также видовая и квалификационная принадлежность спортсменов. Спортсмены высших разрядов обладают более высокими величинами мышечной и низкими величинами жировой массы, чем менее квалифицированные спортсмены. Спортсмены, занимающиеся силовыми видами спорта, отличаются максимальными величинами мышечной массы, видами спорта на выносливость - менее высоким содержанием мышечной массы; и минимальным содержанием жировой; спортсмены игровых видов спорта характеризуются внутривидовой дифференциацией величин мышечной и жировой масс в соответствии с игровым амплуа. Таким образом, в каждом виде спорта складывается специфическая морфологическая модель спортсменов, соответствие которой является базовым преимуществом для успешности и долголетия в спорте. Несоответствие модели при высокой мотивации спортсмена требует высокой активности дополнительных компенсаторных механизмов, что в итоге снижает вероятность высоких результатов, долголетия в спорте, более того, является фактором риска для состояния здоровья и требует осуществлять наиболее жесткий текущий контроль за процессами адаптации организма спортсмена к тренировочному воздействию [1].

На сегодняшний день требования к спортсменам неуклонно растут, спортсменам необходимо соответствовать все более усложняющимся критериям морфологической модели, изменять свои физические данные от общих морфологических норм для обеспечения оптимальной реализации биомеханического стереотипа вида спорта и прибегать к более специализированным методам тренировок.

Одной из актуальных проблем для спортсменов является поддержание оптимального веса тела, что натакивает атлетов, особенно в весовых видах спорта, использовать экстремаль-

ные методы снижения веса или поддержания низкой массы тела. Преднамеренное поддержание низкой массы тела или краткосрочное снижение веса могут привести к серьезным медицинским проблемам. Все это становится общим вопросом во многих видах спорта [13, 14]. Важным шагом на пути поддержания здоровья и работоспособности спортсменов стало изменение правил и возможностей определения композиционного состава тела спортсменов, которые на сегодняшний день стали более точными и достоверными [4].

Первостепенное значение в спорте имеет вычисление жировой массы, которая выполняет функции метаболически активного органа, достаточный ее уровень играет огромную роль в поддержании общего здоровья [10]. Знание о количестве и распределении тощей массы (костной и мышечной) может быть столь же важным в определении спортивной работоспособности. Снижение доли жировой массы до 5-6%, а скелетно-мышечной массы в соревновательном периоде – до 46% нежелательно и чаще свидетельствует о переутомлении атлетов [2]. Помимо этого, изменения мышечного и жирового компонентов под воздействием тренировочных нагрузок отражают направленность и выраженность адаптивных сдвигов структурного уровня в организме спортсмена и преимущественный характер энергообеспечения, таким образом, лабильные морфологические показатели человека могут служить маркерами адаптации к напряженной мышечной деятельности [1].

Не менее важное значение в спорте имеет контроль водного баланса спортсменов, так как дегидратация даже легкой степени тяжело переносится организмом. Активные физические нагрузки сопровождаются потерей, за счет потоотделения, микроэлементов, в первую очередь, натрия и калия, что пагубно влияет на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и нервно-мышечной регуляции. Исследованиями доказана необходимость отслеживания показателей общей воды организма, объема внутриклеточной жидкости у элитных спортсменов при коррекции веса тела перед началом соревнований во избежание снижения силы [12, 16].

В течение прошлого века было предложено множество методов определения состава тела человека, и на сегодняшний день современные подходы дают возможность изучения состава тела на всех уровнях организации биологической системы – элементарном, молекулярном, клеточном, органно-тканевом и на уровне целостного организма [2]. Однако все они имеют свойственные им недостатки, и в настоящее время не существует универсальных подходящих критериев или «золотого стандарта» методологии определения композиционного состава тела [18].

Все используемые техники разделяются на следующие категории: эталонные методы, лабораторные и полевые.

К эталонным методам относятся многокомпонентные модели, компьютерная томография, магнито-резонансное исследование. Лабораторные методы – это двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, денситометрия, гидрометрия, ультразвуковое исследование, 3-мерное сканирование. Полевые методы – антропометрия, биоимпедансметрия, индексы массы тела [4].

Традиционно используются двух-, трех, четырехкомпонентные и пятиуровневая многокомпонентная модели. Однако для выполнения измерений параметров, на которых основаны компонентные модели оценки состава тела (плотности тела, содержания воды в организме, минеральной массы тела, общей массы белка в организме, клеточной массы), требуется много времени и использование дорогих и специализированных технологий. Примером метода изучения состава тела на основе оценки плотности тела является гидростатическая денситометрия. Для этого проводится измерение веса тела в воде и в обычных условиях. Необходимость полного погружения тела для измерения веса тела снижает возможность применения метода у детей, а также у пожилых и больных людей. Альтернативным методом исследования плотности тела является воздушная плетизмография. В целом, методы гидростатической денситометрии и воздушной плетизмографии имеют технические трудности реализации, являются стационарными. Кроме того, имеется

проблема ограничения их применения на индивидуальном уровне ввиду значительных индивидуальных различий плотности безжировой массы тела. Следовательно, при отсутствии данных о композиции безжировой массы тела эти методы могут служить лишь для характеристики значительных изменений жировой массы [3].

Другая возможность определения состава тела с использованием моделей тела связана с оценкой содержания общей воды в организме. Эталонным методом измерения воды в организме считается метод изотопного разведения с использованием трития, дейтерия. В отличие от методов гидростатической денситометрии и воздушной плетизмографии этот метод можно использовать в полевых условиях, однако анализ отправляется в лабораторию и исследуется в течение нескольких дней. Кроме того, другой его недостаток связан с воздействием на организм небольшой дозы радиации (в случае трития) и высокой стоимостью обследования (в случае с использованием $H_2^{18}O$). Основным источником погрешности при данном исследовании является предположение о постоянстве относительного содержания воды в безжировой массе тела. Поэтому у индивидуумов с предполагаемыми нарушениями гидратации использовать метод не рекомендуется. Для оценки содержания воды также применяются биоэлектрические методы, один из таких методов имеет название биоимпедансметрия, который является оперативным и широко используется в полевых условиях, а также в клинической и амбулаторной практике.

Определение общей массы белка организма возможно лишь определением содержания азота методом нейтронного активационного анализа, который доступен лишь в нескольких лабораториях мира, поэтому при использовании четырехкомпонентной модели предполагается постоянство соотношения белок организма/минеральная масса тела, но даже при мониторинге краткосрочных изменений жировой массы под действием физической нагрузки или изменения режима питания клеточная и белковая масса тела могут испытывать колебания.

Различные модели имеют свою специфику применения. Например, двухкомпонентная модель определения состава тела ввиду значительной вариации состава и плотности безжировой массы тела мало пригодна для мониторинга изменения состава тела на индивидуальном уровне за исключением предварительной диагностики и оценки эффективности лечения выраженной степени истощения или ожирения. Данную модель можно использовать для характеристики групповых средних значений. Использование трехкомпонентной модели возможно для характеристики популяций здоровых взрослых людей и подростков, что позволяет несколько улучшить точность оценки % жировой массы тела (ЖМТ). Тогда как у пациентов с нарушенным балансом жидкости в организме или измененной минеральной массой тела трехкомпонентные модели могут приводить к значительным погрешностям определения % ЖМТ [2].

Эталонными методами определения состава тела на тканевом уровне являются магнитно-резонансная и компьютерная томография. Рентгеновская компьютерная томография дает возможность раздельного мониторинга количества подкожного и внутреннего жира, а также массы скелетных мышц и внутренних органов. Магнитно-резонансную томографию наряду с компьютерной томографией можно использовать в качестве эталонного метода определения массы скелетной мускулатуры. Преимущество методов заключается в их высокой разрешающей способности и точности. Недостаток связан с высокой стоимостью обследования, использованием радиоактивного источника излучения, отсутствием нормативных критериев, необходимостью стационарного проведения исследования [4]. Наиболее распространенным методом диагностики состава тела является двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА). Первоначально данный метод успешно применялся в медицинской практике для диагностики остеопении и остеопороза. В настоящее время, помимо оценки минеральной плотности, минеральной массы костей, ДРА используется для определения жировой

и безжировой массы тела. Метод ДРА дает возможность исследовать как периферические, так и осевые участки скелета. Встроенное программное обеспечение автоматически корректирует результаты измерений с учетом плотности мягких тканей, является малоинвазивным методом и не требует активного участия пациентов, а также относительно доступно. Сравнение результатов применения ДРА с нейтронным активационным анализом, гидростатической денситометрией показало возможность достаточно точной оценки ЖМТ и безжировой массы тела (БМТ). На этом основании метод ДРА иногда используется в качестве эталона для проверки прогнозирующих формул на основе индексов массы тела (ИМТ), а также калиперометрии и биоимпедансметрии [2, 3].

Биоимпедансный анализ основан на существенных различиях удельной электропроводности жировой ткани и тощей массы тела. Для этого метода свойственны приемлемая точность, портативность, сравнительно невысокая стоимость оборудования и обследования, комфортность процедуры исследования, удобство автоматической обработки данных [19]. К недостаткам метода относятся отсутствие единой стандартизации оборудования и способов измерений, что затрудняет сопоставление и анализ получаемых результатов. Преимущество отдельных моделей данного метода заключается в возможности одновременной оценки таких клинически значимых параметров, как активная клеточная масса и основной обмен, а также изучение не только интегральных, но и локальных параметров состава тела [3, 20, 21].

Одним из высокоточных методов определения жировой, мышечной и других тканей на сегодняшний день считается ультразвуковой метод исследования состава тела. Портативные ультразвуковые установки создают возможность проведения исследований в полевых условиях [4, 22].

Безусловно, внедрение новых технологий и методов исследования позволяет повысить надежность и оперативность оценки состава

ва тела. Однако, как было отмечено, новые методы дорогостоящи, актуальна необходимость стандартизации их методик для практического применения, а также разработка нормативных показателей.

В спортивной и медицинской практике хорошо зарекомендовали себя антропометрический, калиперометрический методы определения композиционного состава тела. Это наиболее доступные, простые и портативные полевые методы определения состава тела. Однако проведение антропометрического исследования требует высокой квалификации исследователя и точного соблюдения протокола обследования [2, 4].

Среди полевых методов исследования состава тела определенное место занимают индексы массы тела. К сожалению, использование росто-весовых индексов не дает надежной информации о составе тела на индивидуаль-

ном уровне. Выявлена низкая информативность этого метода для определения жировой массы у людей атлетического телосложения, деятельность которых связана с физическим трудом или активными физическими тренировками, результатом которых является увеличение мышечной массы [23, 24].

Таким образом, во многом выбор техники определения композиционного состава тела зависит от намеченной цели исследования и от доступности технологии. Очевидно, что при проведении популяционных исследований и в амбулаторной практике спортивной медицины предпочтение отдается сравнительно простым, портативным и недорогим методам – антропометрии, калиперометрии, биоимпедансному анализу. В научных и клинических исследованиях первостепенное значение приобретает требование высокой разрешающей способности метода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морфологические критерии – показатели пригодности, общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам : метод. рекомендации / Сост.: Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина, Н.И. Кочеткова. – М. : ФГУ ЦСП, ФГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт физической культуры и спорта», 2010. – 81 с.
2. Мартиросов, Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев.–М. : Наука, 2006. – 248 с.
3. 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.
4. Current status of body composition assessment in sport. Review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. medical commission / T.R. Ackland, T.G. Lohman, J. Sundgot-Borgen et. al. // Sport med. – 2012. – № 42(3) – P. 227-249.
5. Giampietro M. Anthropometric features and body composition of young athletes practicing karate at a high and medium competitive level / M. Giampietro, A. Pujja, I. Bertini I. // ActaDiabetol.-2003.-40 Suppl.1:S-P.145-148.
6. Relationship between body composition, leg strength, anaerobic power, and on-ice skating performance in division I men’s hockey athletes / Potteiger J.A., Smith D.L., Maier M.L., Foster T.S. / J Strength Cond Res.-2010.-№24(7).-P.1755-1762.
7. Sport and training influence bone and body composition in women collegiate athletes / Carbuhn A.F., Fernandez T.E., Bragg A.F. etal. // J Strength Cond Res.-2010.-№24(7).-P.1710-1717.
8. Josse A.R. Impact of milk consumption and resistance training on body composition of female athletes / A.R. Josse, S.M. Phillips // Med Sport Sci.-2012.-№59.-P.94-103.
9. Н.В. Рылова, Актуальные проблемы питания юных спортсменов / Н.В. Рылова, Г.Н. Хафизова // Практическая медицина. – 2012. – № 7(62). – С. 71-74.
10. No dehydration in mountain bike ultra-marathons / B. Knechtle, P. Knechtle, T. Rosemann // SennClin J Sports Med. – 2009. – № 19(5). – P. 415-420.
11. Long-term effect of exercise on bone mineral density and body composition in post-menopausal ex-elite athletes: a retrospective study / A. Andreoli, M. Celi, S.L. Volpe et. al. // Eur J Clin Nutr.-2012.-№66(1).-P.69-74.
12. Weekly training hours are associated with molecular and cellular body composition levels in adolescent athletes / A.L. Quiterio, E.A. Carnero, A.M. Silva et. al. // J Sports Med.–2009.-№49(1).-P.54-63.
13. Effect of two different weight-loss rates on body composition and strength and power-related performance in elite athletes / I. Garthe, T. Raastad, P.E. Refsnes et. al. // Int J Sport Nutr Exers Metab.-2011.-№21(2).-P.97-104.
14. Sundgot-Borgen J. Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions / J. Sundgot-Borgen, I. Garthe // J Sports Sci.-2011.-29Suppl 1:s.-P.101-114.
15. Body composition and power changes in elite judo athletes / A.M. Silva, D.A. Fields, S.B. Heymsfield, L.B. Sardinha // Int J Sports Med.-2010.-№31(10).-P.737-741.
16. Logan-Sprenger H.M. Estimated fluid and sodium balance and drink preferences in elite male junior players during an ice hockey game / H.M. Logan-

- Sprenger // *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*.-2011.-V.36.-№01.-P.145-152.
17. Palmer M.S. Sweat rate, salt loss, and fluid intake during an intense on-ice practice in elite Canadian male junior hockey players / M.S. Palmer, L.L. Spriet // *ApplPhysiolNutrMetab*. - 2008. - № 33 (2). - P. 263-271.
 18. Total body water measurements in adolescent athletes: a comparison of six field methods with deuterium dilution / A.L. Quiterio, A.M. Silva, C.S. Minderico, E.A. et. al. // *J Strength Cond Res*. - 2009. - № 23 (4). - P. 1225-1237.
 19. Ward L.C. Segmental bioelectrical impedance analysis: an update / L.C. Ward // *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. - 2012. - № 15 (5). - P. 424-429.
 20. Ostojic S.M. Estimation of body fat in athletes: skinfolds vs bioelectrical impedance / S.M. Ostojic // *J Sports Med Phys Fitness*. - 2006. - № 46 (3). - P. 442-446.
 21. The accuracy of hand-to-hand bioelectrical impedance analysis in predicting body composition in college-age female athletes / M.R. Esco, M.S. Olson, H.N. Williford et. al. // *J Strength Cond Res*. - 2011. - № 25 (4). - P. 1040-1045.
 22. Pineau J.C. Ultrasound techniques applied to body fat measurement in male and female athletes / J.C. Pineau, J.R. Filliard, M. Bocquest // *J Athl Train*. - 2009. - № 44 (2). - P. 142-147.
 23. Are skinfold-based models accurate and suitable for assessing changes in body composition in highly trained athletes? / A.M. Silva, D.A. Fields, A.L. Quiterio, L.B. Sardinha // *J Strength Cond Res*. - 2009. - № 23 (6). - P. 1688-1696.
 24. Correlation between body mass index and body composition in elite athletes / RP Garrido-Chamorro, JE Sirvent-Belando, M Gonzales-Lorenzo et. al. // *J Sports Med Phys Fitness*. - 2009. - № 49 (3). - P. 278-284.

BIBLIOGRAPHY

1. Abramova T.F., Nikitina T.M., Kochetkova N.I. (2010) Morfologicheskie kriterii – pokazateli prigodnosti, obvej fizicheskoy podgotovlennosti i kontrolja tekuwey i dolgo-vremennoj adaptacii k trenirovochnym nagruzkam: metod, rekomendacii. FGU CSP, FGU «Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut fizicheskoy kul'tury i sporta», Moskva. (in Russian)
2. Martirosov Je.G., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. (2006) Tehnologii i metody opredelenija sostava tela cheloveka. Nauka, Moskva. (in Russian)
3. Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaja I.G., Rudnev S.G. (2009) Bioimpedansnyj analiz sostava tela cheloveka Nauka, Moskva. (in Russian)
4. Ackland T.R., Lohman T.G., Sundgot-Borgen J. et. al. (2012) Current status of body composition assessment in sport. Review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. medical commission 42 (3) : 227-249.
5. Giampietro M., Pujia A., Bertini I. (2003) Anthropometric features and body composition of young athletes practicing karate at a high and medium competitive level 40 Suppl. 1S : 145-148.
6. Potteiger J.A., Smith D.L., Maier M.L., Foster T.S. (2010) Relationship between body composition, leg strength, anaerobic power, and on-ice skating performance in division I men's hockey athletes 24 (7) : 1755-1762.
7. Carbuhn A.F., Fernandez T.E., Bragg A.F. et al. (2010) Sport and training influence bone and body composition in women collegiate athletes 24 (7) : 1710-1717.
8. Josse A.R., Phillips S.M. (2012) Impact of milk consumption and resistance training on body composition of female athletes 59 : 94-103.
9. Rylova N.V., Hafizova G.N. (2012) Aktual'nye problemy pitanija junyh sportsmenov. Prakticheskaja medicina. 7 (62) : 71-74. (in Russian)
10. Knechtle B., Knechtle P., Rosemann T. (2009) No dehydration in mountain bike ultra-marathons 19 (5) : 415-420.
11. Andreoli A., Celi, M., Volpe S.L. et. al. (2012) Long-term effect of exercise on bone mineral density and body composition in post-menopausal ex-elite athletes: a retrospective. *Eur J Clin Nutr*. 66 (1) : 69-74.
12. Quiterio A.L., Carnero E.A., Silva A.M. et. al. (2009) Weekly training hours are associated with molecular and cellular body composition levels in adolescent athletes. *J Sports Med*. 49 (1) : 54 - 63.
13. Garthe I., Raastad T., Refsnes P.E. et. al. (2011) Effect of two different weight-loss rates on body composition and strength and power-related performance in elite athletes. *Int J Sport Nutr Exers Metab*. 21 (2) : 97-104.
14. Sundgot-Borgen J., Garthe I. (2011) Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions. *J Sports Sci*. 29 Suppl 1s : 101-114.
15. Silva A.M., Fields D.A., Heymsfield S.B., Sardinha L.B. (2010) Body composition and power changes in elite judo athletes. *Int J Sports Med*. 31 (10) : 737-741.
16. Logan-Sprenger H.M. (2011) Estimated fluid and sodium balance and drink preferences in elite male junior players during an ice hockey game. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. 36 (01) : 145-152.
17. Palmer M.S., Spriet L.L. (2008) Sweat rate, salt loss, and fluid intake during an intense on-ice practice in elite Canadian male junior hockey players. *ApplPhysiolNutrMetab*. 33 (2) : 263-271.
18. Quiterio A.L., Silva A.M., Minderico C.S. et. al. (2009) Total body water measurements in adolescent athletes: a comparison of six field methods with deuterium dilution. 23 (4) : 1225-1237.
19. Ward L.C. (2012) Segmental bioelectrical impedance analysis: an update. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 15 (5) : 424-429.
20. Ostojic S.M. (2006) Estimation of body fat in athletes: skinfolds vs bioelectrical impedance. *J Sports Med Phys Fitness*. 46 (3) : 442-446.
21. Esco M.R., Olson M.S., Williford H.N. et. al. (2011) The accuracy of hand-to-hand bioelectrical impedance analysis in predicting body composition in college-age female athletes. *J Strength Cond Res*. 25 (4) : 1040-1045.
22. Pineau J.C., Filliard J.R., Bocquest M. (2009) Ultrasound techniques applied to body fat measurement in male and female athletes. *J Athl Train*. 44 (2) : 142-147.
23. Silva A.M., Fields D.A., Quiterio A.L., Sardinha L.B. (2009) Are skinfold-based models accurate and suitable for assessing changes in body composition in

highly trained athletes? J Strength Cond Res. 23 (6) : 1688-1696.
24. Garrido-Chamorro RP, Sirvent-Belando JE, Gonzales-

Lorenzo M et.al. (2009) Correlation between body mass index and body composition in elite athletes. J Sports Med Phys Fitness.49 (3) : 278-284.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Хафизова Гульшат Наилевна – научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории спортивной морфологии и диетологии

Рылова Наталья Викторовна – доктор медицинских наук, заведующая научно-исследовательской лабораторией спортивной морфологии и диетологии.

Самойлов Александр Сергеевич – кандидат медицинских наук, директор центра спортивной медицины ФМБА России