

Современные аспекты изучения состава тела человека*

¹Гульшаг Хафизова, ²Александр Самойлов, ³Наталья Рылова

АННОТАЦИЯ

Исследование композиционного состава тела человека *in vivo* приобретает все возрастающее значение в медицинской практике и спорте. 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.

Ключевые слова: определение состава тела человека, спортсмены.

ABSTRACT

Assessment of human body composition *in vivo* becomes increasingly important in medicine and sport. The study of body composition plays the key role in diagnosis of obesity and osteoporosis, make possible monitoring and prescription of drug treatment. In sport, analysis of athlete's body composition provides an effective method to control physical performance, and allows efficient management of athlete's training process. It was shown relationship among body composition, physical performance, adaptation to environmental conditions, and professional and sports activities. It was found variation in body mass components related to a sport specifics, age and qualification of an athlete. The paper also provides list of techniques for body composition assessment.

Key words: assessment of human body composition, athletes.

Учение о составе тела на современном этапе является одним из активно развивающихся и относительно новых направлений морфологии, которое приобретает большое значение в спорте и во врачебной практике. Непосредственное представление о характере соотношения отдельных тканевых компонентов очень важно, ибо изменение общего веса тела, которое обычно служит мерилем состояния, представляет собой слишком обобщенный показатель, не дифференцирующий специфичность изменений [1].

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 одной из компонент 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 разных 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 фармакологических препаратов также оказывает влияние на компонентный состав тела: использование анаболизующих средств увеличивает мышечную массу, повышает работоспособность, выносливость [9].

Исследования состава тела в возрастном аспекте выявили особенности изменения лабильных компонентов массы тела юных спортсменов в разные возрастные периоды. Динамика изменений компонентов массы тела прежде всего отражает возрастную динамику 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 жиросодержания 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 девяти- и более часовых тренировках в неделю, что является важным для здорового роста и физической подготовленности спортсменов [12].

Перепечатано из: Наука и спорт: современные тенденции. – 2013. – № 1, Т. 1. – С. 134–141.

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 энергообеспечения 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; представители 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, им необходимо соответствовать все более усложняющимся критериям морфологической модели, изменять свои физические данные от общих морфологических норм для обе-

спечения оптимальной реализации биомеханического стереотипа вида спорта и прибегать к более специализированным методам тренировок.

Одной из актуальных проблем для спортсменов является поддержание оптимальной массы тела, что наталкивает атлетов, особенно в весовых видах спорта, использовать экстремальные методы снижения массы тела или ее поддержания низкой. 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 направленной 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, прежде всего, натрия и калия, что пагубно влияет на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и нервно-мышечной регуляции. Исследованиями доказана необходимость отслеживания показателей содержания общей воды в орга-

низме, 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 этого показателя на всех уровнях организации биологической системы – элементном, молекулярном, клеточном, органно-тканевом и на уровне целостного организма [2]. Однако все они имеют свои недостатки, и в настоящее время не существует универсальных подходов 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, магнитно-резонансное исследование. Лабораторные методы – это двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, денситометрия, гидрометрия, ультразвуковое исследование, трехмерное сканирование. Полевые методы – антропометрия, биоимпедансометрия, вычисления индексов 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 плевизиометрии 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 со-

става 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 процента 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 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, исполь-

зование росто-весовых индексов не дает надежной информации о составе тела на индивидуальном уровне. Выявлена низкая информативность этого метода для определения жировой массы у людей атлетического телосложения, деятельность которых связана с физическим трудом или регулярными 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.

■ Литература

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 «Всерос. науч.-исслед. ин-т физ. 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. — N 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. Pujia, I. Bertini // *Acta Diabetol.* — 2003. — Vol. 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 / J. A. Potteiger, D. L. Smith, M. L. Maier, T. S. Foster // *J. Strength Cond Res.* — 2010. — N 24(7). — P. 1755–1762.
7. Sport and training influence bone and body composition in women collegiate athletes / A. F. Caruhn, T. E. Fernandez, A. F. Bragg et al. // *J. Strength Cond Res.* — 2010. — N 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. — N 59. — P. 94–103.
9. Рылова Н. В. Актуальные проблемы питания юных спортсменов / Н. В. Рылова, Г. Н. Хафизова // *Практ. медицина.* — 2012. — N 7 (62). — С. 71–74.
10. No dehydration in mountain bike ultra-marathoners / B. Knechtle, P. Knechtle, T. Rosemann // *SennClin J. Sports Med.* — 2009. — N 19 (5). — P. 415–420.
11. Long-term effect of exercise on bone mineral density and body composition in postmenopausal ex-elite athletes: a retrospective study / A. Andreoli, M. Celi, S. L. Volpe et al. // *Eur J. Clin Nutr.* — 2012. — N 66 (1). — P. 69–74.
12. Weekly training hours are associated with molecular and cellular body composition levels in adolescent athletes / A. L. Quitarro, E. A. Camero, A. M. Silva et al. // *J. Sports Med.* — 2009. — N 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. — N 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. — Vol. 29, Suppl. 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. — N 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. — Vol. 36, N 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 // *Appl Physiol Nutr Metab.* — 2008. — N 33 (2). — P. 263–271.

■ References

1. Morphological criteria as indices of suitability, general physical fitness and control of current and long-term adaptation to training loads: methodical recommendations / T. F. Abramova, T. M. Nikitina, N. I. Kochetkova. — Moscow: FGU CSP, FGU «Vserossiiskij nauchno-issledovatel'skij institut fizicheskoy kul'tury i sporta», 2010. — 81 p. (in Russian).
2. Martirosov Ye. G. Technologies and methods for human body composition assessment / Ye. Martirosov, D. V. Nikolaev, S. G. Rudnev. — Moscow: Nauka, 2006. — 248 p. (in Russian).
3. Nikolaev D. V. Bioimpedance analysis of human body composition / D. V. Nikolaev, A. V. Smirnov, I. G. Bobrinskaja, S. G. Rudnev. — Moscow: Nauka, 2009. — 392 p. (in Russian).
4. Ackland T. R. 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. // *Sports med.* — 2012. — Vol. 42, N3 — 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. Pujia, I. Bertini I. // *Acta Diabetol.* — 2003. — Vol. 40, Suppl. 1. — S. 145–148.
6. Potteiger J. A. Relationship between body composition, leg strength, anaerobic power, and on-ice skating performance in division I men's hockey athletes / J. A. Potteiger, D. L. Smith, M. L. Maier, T. S. Foster // *J. Strength Cond. Res.* — 2010. — Vol. 24, N7. — P. 1755–1762.
7. Sport and training influence bone and body composition in women collegiate athletes / A. F. Caruhn, T. E. Fernandez, A. F. Bragg et al. // *J. Strength Cond. Res.* — 2010. — N 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. — Vol. 59. — P. 94–103.
9. Rylova N. V. Current problems of nutrition for young athletes / N. V. Rylova, G. N. Khafizova // *Prakticheskaja medicina.* — 2012. — N 7 (62). — P. 71–74. (in Russian)
10. Knechtle B. No dehydration in mountain bike ultra-marathoners / B. Knechtle, P. Knechtle, T. Rosemann // *SennClin J. Sports Med.* — 2009. — Vol. 19, N5. — P. 415–420.
11. Andreoli A. Long-term effect of exercise on bone mineral density and body composition in postmenopausal ex-elite athletes: a retrospective study / A. Andreoli, M. Celi, S. L. Volpe et al. // *Eur J. Clin. Nutr.* — 2012. — Vol. 66, N1. — P. 69–74.
12. Quitarro A. L. Weekly training hours are associated with molecular and cellular body composition levels in adolescent athletes / A. L. Quitarro, E. A. Carnero, A. M. Silva et al. // *J. Sports Med.* — 2009. — Vol. 49, N1. — P. 54–63.
13. Garthe I. 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. Exerc. Metab.* — 2011. — Vol. 21, N2. — 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. — Vol. 29, Suppl. 1. — S. 101–114.
15. Silva A. M. 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. — Vol. 31, N10. — 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 // *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* — 2011. — Vol. 36, N1. — 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 // *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* — 2008. — Vol. 33, N2. — 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 et al. // J. Strength Cond Res. – 2009. – N 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. – N 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. – N 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. – N 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. – N 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. – N 23(6). – P. 1688–1696.
24. Correlation between body mass index and body composition in elite athletes / R. P. Garrido-Chamorro, J. E. Sirvent-Belando, M. Gonzales-Lorenzo et al. // J. Sports Med Phys Fitness. – 2009. – N 49(3). – P. 278–284.
18. Quiterio A. L. 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 et al. // J. Strength Cond. Res. – 2009. – Vol. 23, N4. – P. 1225–1237.
19. Ward L.C. Segmental bioelectrical impedance analysis: an update / L. C. Ward // Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care. – 2012. – Vol. 15, N5. – 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. – Vol. 46, N3. – 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. – Vol. 25, N4. – 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. – Vol. 44, N2. – 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. – Vol. 23, N6. – P. 1688–1696.
24. Correlation between body mass index and body composition in elite athletes / R.P. Garrido-Chamorro, J. E. Sirvent-Belando, M. Gonzales-Lorenzo et al. // J. Sports Med. Phys. Fitness. – 2009. – Vol. 49, N3. – P. 278–284.

¹ФГБОУ ВПО «Поволжская академия физической культуры, спорта и туризма», Казань, Россия
gulshat3005@mail.ru

²Центр спортивной медицины ФМБА России, Москва, Россия
samilove@mail.ru

³ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет», Казань, Россия
rilovanv@mail.ru



В 2014 г. спортивное сообщество отмечает 100-летие проведения Второй Российской Олимпиады, состоявшейся в 1914 г.

По инициативе Российского олимпийского комитета и с учетом подготовки российских атлетов к Играм VI Олимпиады 1916 г. было принято решение о проведении Второй Российской Олимпиады в городе Рига.

Видные деятели олимпийского движения Российской империи В. Срезневский, А. Анохин, В. Воейков, Л. Чаплинский и др. приложили много усилий для того, чтобы эта Олимпиада стала грандиозным спортивным событием.

По масштабам Вторая Российская Олимпиада превзошла предыдущую, состоявшуюся в г. Киеве в 1913 г.

В соревнованиях приняли участие более 1000 спортсменов из 24 городов Российской империи, которые состязались по 13 видам спорта, преимущественно олимпийским. На Олимпиаде было установлено 13 всероссийских рекордов. К сожалению начавшаяся Первая мировая война не позволила завершить проведение соревнований.

