

Сравнительный анализ компонентного состава тела пловцов различной квалификации

С.В. МЕЛЬНИКОВ, А.Г. НАРСКИН

Рассматриваются особенности показателей компонентного состава тела у пловцов различной квалификации. На основании данных биоимпедансного анализа определены конкретные параметры состава тела пловцов, имеющих разряды от кандидата в мастера спорта до мастера спорта международного класса. Полученные данные можно использовать для оценки состава тела пловцов в зависимости от этапа многолетней подготовки и уровня спортивной квалификации.

Ключевые слова: биоимпедансный анализ, многолетняя подготовка, пловцы различной квалификации, фазовый угол, жировая масса, активная клеточная масса, скелетно-мышечная масса, тощая масса.

In this paper the peculiarities of the components of body structure of the swimmers of various skills are described. The specific values of the composition of the swimmers' bodies, which have different rates from the candidate master to international sports master, are identified on the basis of bioimpedance analysis. The received data can be taken into account to assess the parameters of the composition of the swimmers' bodies depending on the stage of long-term and athletic training.

Keywords: bioimpedance analysis, long-term preparation, swimmers of various skills, phase corner, fatty weight, active cellular weight, musculoskeletal weight, lean weight.

Постоянный рост тренировочных и соревновательных нагрузок, высокая конкуренция, «переписывание» мировых и олимпийских рекордов – все это в современном спорте зависит от эффективной методики подготовки, которая позволяет спортсмену бороться за высокие места на пьедестале. В связи с этим перед учеными и практиками ставится задача поиска новых средств, методов и форм организации тренировочного процесса. Требуются усовершенствование и рационализация системы многолетней подготовки, поиск резервов повышения эффективности специальной физической подготовки и наиболее эффективных соотношений нагрузок различной направленности, а также оптимальных средств восстановления.

На современном этапе спортивное плавание, как и любой другой циклический вид спорта, предъявляет высокие требования не только к функциональной, физической и технической подготовленности спортсмена, но и к морфологическому строению (составу) его тела. Последнее рассматривается как один из факторов, определяющих высокую результативность спортивной деятельности, поэтому комплексный учет показателей состава тела на всех этапах многолетней подготовки пловцов является неотъемлемой частью управления тренировочным процессом.

Современный подход к многолетней подготовке спортсменов представлен В.Н. Платоновым [1, с.441], который разделяет ее на восемь следующих этапов: начальная подготовка, предварительная базовая подготовка, специализированная базовая подготовка, подготовка к высшим достижениям, максимальная реализация индивидуальных возможностей, этап сохранения достижений, постепенное снижение результатов, а также этап ухода из спорта. Каждому из этапов свойственны свои цели и задачи, а также особенности тренировочной и соревновательной деятельности.

Так, для этапа начальной подготовки характерны задачи укрепления здоровья детей и разносторонней физической подготовки, что предполагает исключение тренировочных занятий с большими физическими и психо-эмоциональными нагрузками.

На этапе предварительной базовой подготовки осуществляется комплексная подготовка, предусматривающая совершенствование техники во всех способах плавания, соответствующей морфофункциональным особенностям спортсмена. Это, в свою очередь, предусматривает овладение пловцом большим арсеналом специально-подготовительных упражне-

ний,

а комплексы упражнений с высокой интенсивностью и непродолжительными паузами отдыха на данном этапе подготовки считаются нецелесообразными.

Создание предпосылок для максимальной реализации индивидуальных возможностей и определение с будущей специализацией в плавании необходимо для рационального планирования процесса специализированной базовой подготовки на одноименном этапе многолетнего совершенствования. На данном этапе рекомендуется избегать упражнений, направленных на увеличение мышечной массы и силовой выносливости [1, с. 447].

Задачами этапа подготовки к высшим достижениям являются выведение пловца на уровень высших достижений в избранной специализации, что решается посредством широкого использования занятий с большими нагрузками, призванными стимулировать протекание адаптационных процессов в организме, а также увеличения доли средств специальной подготовки.

На этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей основное внимание уделяется повышению скоростных возможностей и развитию специальной выносливости, постоянной работе над совершенствованием техники плавания, а также поиску скрытых резервов подготовленности пловца.

Этап сохранения высшего спортивного мастерства предусматривает постоянный поиск наиболее эффективных средств и методов подготовки, рационального планирования тренировочной нагрузки, а также индивидуальных резервов роста мастерства спортсмена, что способствует поддержанию высокого уровня спортивных достижений [2, с. 227].

Этапы постепенного снижения достижений и ухода из спорта высших достижений основаны на постепенном снижении нагрузок тренировочного и соревновательного характера и сохранении их в дальнейшем в виде специфических программ физических нагрузок, направленных на полноценную и эффективную деадаптацию основных систем организма к условиям активной жизни [1, с. 451].

Судить об уровне физической подготовленности спортсменов на всех этапах многолетнего тренировочного процесса в режиме мониторинга позволяют биоэлектрические параметры и показатели состава тела. Они также дают возможность оперативного обследования спортсменов в динамике тренировочного цикла.

Необходимо отметить, что изучение состава тела – сравнительно новая область биологии и медицины, нашедшая свое применение и в спортивной деятельности, позволяющая более точно и разносторонне получать информацию о состоянии спортсмена в отличие от классических антропометрических параметров. Биоимпедансный анализ на сегодняшний день является наиболее широко используемым и точным методом изучения состава тела человека и представляет собой контактный метод измерения электрической проводимости биологических тканей, дающий возможность оценки различных морфологических и физиологических параметров организма [3, с. 21].

Цель нашего исследования заключалась в изучении и сравнительном анализе показателей состава тела пловцов различной квалификации. В нем приняли участие 56 спортсменов-пловцов (26 женщин, 30 мужчин), неоднократно проходивших обследования на базе научно-исследовательской лаборатории олимпийских видов спорта научно-практического центра «Современные спортивные технологии» УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины» в 2012–2014 гг. Исследование состава тела спортсменов проводилось при помощи биоимпедансного анализатора ABC-01 «Медасс» (Россия). Нами регистрировались следующие показатели: длина и масса тела, жировая масса, тощая масса, активная клеточная масса, скелетно-мышечная масса, общая и внеклеточная жидкость, удельный основной обмен, а также фазовый угол. Полученные в ходе исследования средние значения показателей состава тела пловцов представлены в таблице 1.

Следует подчеркнуть, что длина тела является одним из антропометрических признаков и относится к показателям физического развития человека. Рост человека зависит от внешне-средовых и наследственных факторов, а также от возраста, пола и т.д., при этом в спорте дан-

ный показатель может существенно изменяться под влиянием физических нагрузок. Специалисты отмечают [4, с. 156], [5, с. 9], что спортсмены, занимающиеся плаванием, отличаются

Таблица 1 – Средние значения показателей компонентного состава тела пловцов различной квалификации, $M \pm m$

	Женщины			Мужчины		
	КМС	МС	МСМК	КМС	МС	МСМК
Длина тела (см)	165,6 ±6,1	172,2 ±6,3	175,5 ±3,1	177,8 ±7,5	185,5 ±5,7	186,3 ±3,7
Масса тела (кг)	50 ±5,5	60,7 ±7,9	60,4 ±2,9	62,6 ±9,6	79 ±9,3	79,5 ±4,7
Жировая масса (кг)	9,8 ±2,7	14,2 ±4,6	13,1 ±2,9	9,3 ±2,7	12,5 ±4,7	13,2 ±2,1
Жировая масса (%)	19,3 ±4,3	22,4 ±4,5	21,5 ±3,8	15,1 ±4,2	15,5 ±4,3	16,6 ±1,6
Тощая масса (кг)	40,3 ±4,1	43,7 ±8,6	47,3 ±1,3	53,3 ±9,3	66,1 ±5,2	66,3 ±2,6
Активная клеточная масса (кг)	22,3 ±2,6	28,6 ±1,09	31,5 ±11,1	30,9 ±5,6	40,4 ±4,2	40,9 ±2,2
Активная клеточная масса (%)	55,3 ±2,3	53,5 ±13,3	60,5 ±1,2	57,8 ±1,7	60,9 ±2,3	61,6 ±0,9
Скелетно-мышечная масса (кг)	21,1 ±2,1	24,2 ±1,1	27,6 ±10,6	30,4 ±5,4	36,9 ±2,3	36,4 ±1,3
Скелетно-мышечная масса (%)	52,1 ±1,2	50,8 ±1,8	51,1 ±0,7	57,1 ±2,3	55,8 ±1,3	54,9 ±0,4
Общая жидкость (кг)	29,5 ±2,9	34,1 ±2,3	34,6 ±0,9	39,1 ±6,7	48,4 ±3,8	48,5 ±1,9
Внеклеточная жидкость (кг)	12,8 ±1,1	14,4 ±1,1	14,5 ±0,4	16,1 ±2,4	18,9 ±0,7	19,1 ±1,4
Удельный обмен (ккал/м ²)	848,7 ±29,5	855,4 ±48,2	865,1 ±27,2	880,8 ±31	925,6 ±16,5	926,9 ±3,9
Фазовый угол (град)	6,33 ±0,4	6,96 ±0,4	7,52 ±0,3	6,89 ±0,4	7,66 ±0,6	7,81 ±0,2

не только большим ростом, но и длиной туловища, верхних и нижних конечностей в сравнении с нетренированными людьми. Согласно исследованиям [5, с. 10], самыми высокими являются пловцы, специализирующиеся в плавании на спине, а брассисты, напротив, отличаются меньшей длиной тела в сравнении со спортсменами, специализирующимися в других видах плавания. В наших исследованиях наблюдается закономерное увеличение длины тела пловцов с ростом их спортивной квалификации: данный показатель достигает максимальных значений у пловцов-мастеров спорта международного класса (175,5 ±3,1 см – женщины; 186,3 ±3,7 см – мужчины).

Одним из важнейших морфологических показателей в спорте является масса тела, суммарно выражающая уровень развития костно-мышечного аппарата, подкожно-жирового слоя и внутренних органов. Отмечается, что самым большим весом тела обладают брассисты, а наиболее легкими по весу, несмотря на высокий рост, являются спортсмены, специализирующиеся в плавании на спине [5, с. 11]. Вес тела пловцов, принимающих участие в нашем исследовании, распределился следующим образом: у женщин-кандидатов в мастера спорта – 50 ±5,5 кг, мастеров спорта – 60,7 ±7,9 кг и мастеров спорта международного класса – 60,4 ±2,9 кг; у мужчин-кандидатов в мастера спорта – 62,6 ±9,6 кг, мастеров спорта – 79 ±9,3 кг и мастеров спорта международного класса – 79,5 ±4,7 кг.

Считается, что определенная доля жировой массы в организме является необходимой, так как физиологическая роль липидов заключается в том, что они входят в состав клеточных структур и являются богатыми источниками энергии. Нормальное содержание жира в организме является важным условием для здоровья, хорошего самочувствия и работоспособности. В свою очередь, избыток жировой массы в организме является фактором риска развития многих заболеваний, однако при этом необходимо учитывать, что жировая масса является наиболее изменчивым компонентом состава тела человека, а оптимальная физическая активность ведет к значительному снижению этого показателя. Согласно исследованиям Д.В. Николаева, средние значения жировой массы в плавании у женщин находятся в пределах 14–24 %, а у мужчин – 9–12 % [3, с. 331].

В нашем исследовании процентный показатель жировой массы тела у пловцов находился в следующих пределах: у женщин-кандидатов в мастера спорта – 19,3 %, у мастеров спорта – 22,4 %, мастеров спорта международного класса – 21,5 %; в свою очередь, у мужчин

данный показатель с ростом спортивной квалификации возрастает и составляет по результатам наших исследований 15,1 %, 15,5% и 16,6 % соответственно (рисунок 1).

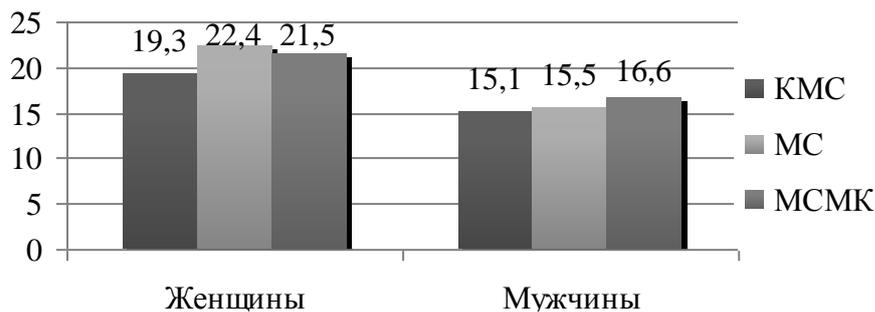


Рисунок 1 – Показатели жировой массы у пловцов различной квалификации, %

В свою очередь, тощая масса представляет собой массу, свободную от липидов, в которую входит вода, мышечная масса, масса скелета, соединительная ткань и другие компоненты. Данный показатель является необходимым для оценки основного обмена веществ и потребления энергии организмом. По результатам наших исследований установлено, что относительное содержание тощей массы пловцов растет с повышением квалификации, достигая на уровне мастера спорта международного класса у женщин значения $47,3 \pm 1,3$ кг, у мужчин – $66,3 \pm 2,6$ кг.

Активная клеточная масса трактуется как белковая масса или сумма масс скелетно-мышечной ткани и внутренних органов. Процент активной клеточной массы в спортивной медицине используется как коррелянт работоспособности спортсменов и является частью участвующих в обмене веществ клеток в тощей массе. В норме процент активной клеточной массы у женщин составляет 50 %, у мужчин – 53 % [3, с. 168]. Нами установлено, что процент активной клеточной массы у спортсменов-кандидатов в мастера спорта выше средних значений людей, не занимающихся спортом: у белорусских пловцов мирового уровня данный показатель составляет 60,5 % у женщин и 61,6 % у мужчин (рисунок 2).

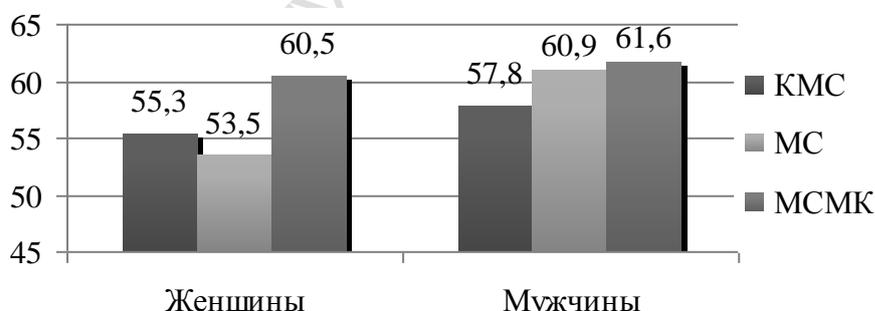


Рисунок 2 – Показатели активной клеточной массы у пловцов различной квалификации, %

Скелетно-мышечная масса является частью активной клеточной массы и важным компонентом тела, служащим мерой адаптационного резерва организма. По увеличению процента этого компонента и уменьшению жировой массы можно судить об эффективности процесса тренировки, поэтому биоимпедансная оценка скелетно-мышечной массы используется в спортивной медицине наряду с антропометрическими измерениями для характеристики физического развития и уровня тренированности спортсмена.

Следует отметить, что специализация в спортивном плавании влияет на функциональную мышечную топографию пловцов: так, в одних способах плавания высокие спортивные результаты достигаются преимущественно за счет силовой подготовленности, в других – за счет хороших гидродинамических качеств и выносливости при достаточно высоком уровне развития силы отдельных мышечных групп [5, с. 6].

В норме значение показателя скелетно-мышечной массы в среднем составляет 30–40 % веса тела человека. В нашем исследовании этот показатель среди женщин-кандидатов в мастера спорта составил 52,1 %, среди мастеров спорта – 50,8 %, а среди мастеров спорта международного класса – 51,1 %. В свою очередь, средние значения скелетно-мышечной массы

среди мужчин-кандидатов в мастера спорта находятся на уровне 57,1 %, а у мастеров спорта и мастеров спорта международного класса – 55,8 % и 54,9 % соответственно.

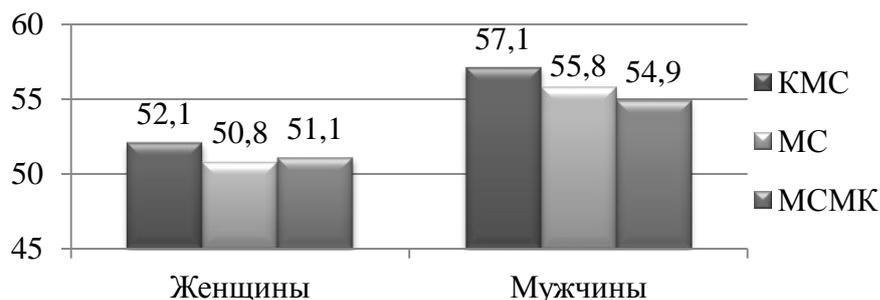


Рисунок 3 – Показатели скелетно-мышечной массы у пловцов различной квалификации, %

Общая жидкость представляет собой показатель содержания воды в организме, используемый для оценки гидратации тела, а также большинства метаболических процессов, происходящих в нем. Вода в организме находится во всех клетках и жидкостях, осуществляя транспортировку питательных веществ и вывод токсинов, являясь основной составляющей терморегуляционного механизма тела [6, с. 813]. В нашем исследовании с повышением квалификации спортсмена, (и соответственно с возрастом) содержание общей жидкости в организме также увеличивается: с $29,5 \pm 2,9$ кг у женщин, имеющих разряд кандидата в мастера спорта, до $34,6 \pm 0,9$ кг у женщин-мастеров спорта международного класса. В свою очередь, у мужчин показатели общей жидкости составили $39,1 \pm 6,7$ кг у спортсменов-кандидатов в мастера спорта, возрастая до $48,5 \pm 1,9$ кг у мастеров спорта международного класса (рисунок 4).

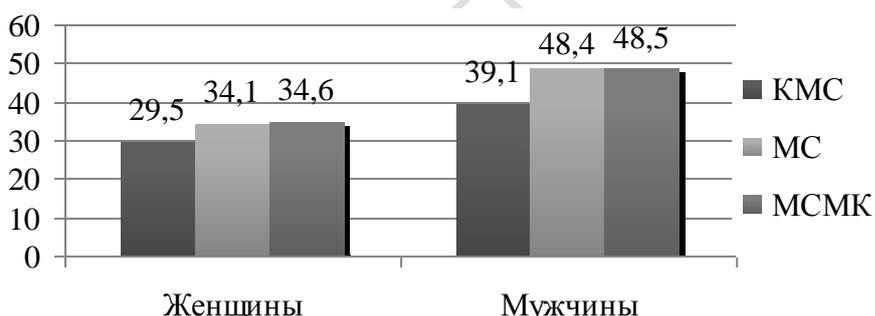


Рисунок 4 – Показатели общей жидкости у пловцов различной квалификации, кг

Внеклеточная жидкость опосредованно отражает процессы газообмена, переноса питательных веществ и вывода конечных продуктов метаболизма. Она состоит из плазмы крови, интерстициальной жидкости, а также жидкости, главным образом входящей в состав желудочного сока, мочи, отечных тканей. В наших исследованиях максимальные показатели внеклеточной жидкости были выявлены у спортсменов, имеющих звание мастера спорта международного класса: $14,5 \pm 0,4$ кг у женщин и $19,1 \pm 1,4$ кг у мужчин.

Основной обмен является одним из трёх уровней энергетического обмена (наряду с энерготратами в состоянии покоя и при различных видах труда), а его уровень определяется активностью организма и степенью воздействия на него факторов окружающей среды. Под основным обменом понимается количество энергии, которое тратит организм при полном мышечном покое (через 12–14 часов после приема пищи и окружающей температуре $20\text{--}22^\circ\text{C}$.) Данный показатель, как правило, связан с активной клеточной массой: чем она больше, тем больше энергии расходуется на обмен веществ, кровообращение и выполнение других жизненно необходимых функций; вместе с тем необходимо помнить, что, помимо основного обмена, организм расходует энергию и на мышечную работу. Величина удельного основного обмена определяется как отношение основного обмена к площади поверхности тела и позволяет оценить изменение интенсивности энергообмена в организме [7, с. 653].

Исследователи [7, с. 656] отмечают, что данные показатели увеличиваются до возраста 30–40 лет, а в дальнейшем постепенно снижаются. Механизмами снижения являются уменьшение активности клеток, замедление обмена веществ, снижение мышечного тонуса, а также

уменьшение массы печени, мозга, сердца и почек – органов, где обмен веществ происходит наиболее интенсивно. По результатам наших исследований (рисунок 5) с ростом спортивной квалификации как у женщин, так и у мужчин происходит постоянное увеличение показателей удельного основного обмена: с $848,7 \pm 29,5$ ккал/м² до $865,1 \pm 27,25$ ккал/м² у женщин и с $880,8 \pm 31$ ккал/м² до $926,9 \pm 3,95$ ккал/м² у мужчин (рисунок 5).

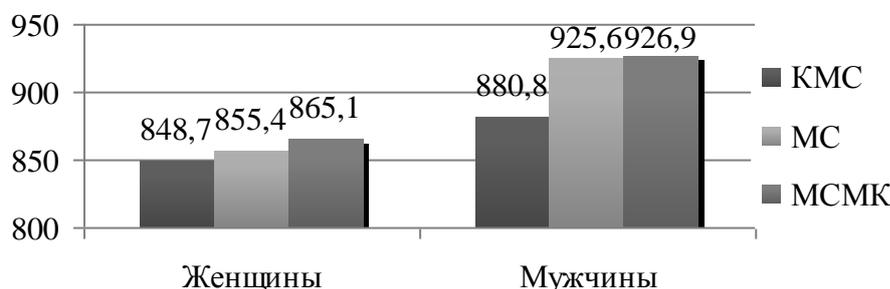


Рисунок 5 – Показатели удельного основного обмена у пловцов различной квалификации, ккал/м²

Фазовый угол – параметр, отражающий состояние клеток организма, жизнеспособность биологических тканей, уровень общей работоспособности и интенсивности обмена веществ. По величине данного показателя можно также определить биологический возраст (соответствие физических параметров фактическому возрасту человека). Изменение фазового угла отражает динамику метаболических процессов, а его повышение свидетельствует об улучшении состояния тканей и уменьшении биологического возраста организма, в соответствии с чем фазовый угол биоимпеданса можно рассматривать как количественный индекс состояния мышечной ткани и общего метаболизма в организме [3, с. 286].

Изучение динамики данного показателя биоимпедансным методом позволяет дать оценку степени работоспособности. Так, уменьшение фазового угла может быть одним из признаков снижения работоспособности и накопления продуктов метаболизма, что будет свидетельствовать о перетренированности спортсмена. Д.В. Николаевым [3, с. 286] предложена шкала, по которой показатели, находящиеся в пределах 4,4 градусов, считаются критическими (ниже нормы); в свою очередь, показатель более 7,8 градуса является показателем выше нормы, что свойственно для атлетически сложенных спортсменов.

В нашем исследовании зафиксировано увеличение фазового угла с ростом квалификации спортсменов как у женщин, так и у мужчин (рисунок 6), что свидетельствует о приросте физической работоспособности вместе с повышением уровня спортивного мастерства.

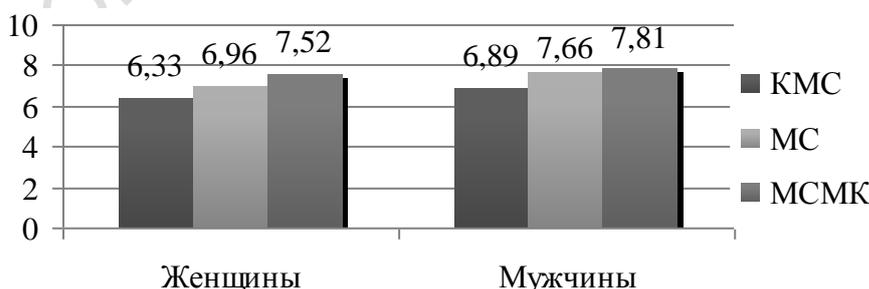


Рисунок 6 – Показатели фазового угла у пловцов различной квалификации, град

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено, что показатели компонентного состава тела у пловцов с ростом спортивной квалификации изменяются в соответствии со спецификой данного вида спорта и находятся на достаточно высоком уровне.

Применение биоимпедансного анализа состава тела в плавании как средства оперативного и этапного контроля за состоянием организма спортсмена позволяет решать ряд задач: оценивать оптимальные параметры состава тела пловца в зависимости от этапа многолетней подготовки и спортивной квалификации; контролировать состояние подготовленности пловца как на тренировочных занятиях, так и в период соревнований; оценивать эффективность вос-

становительных мероприятий; а также предупреждать нарушения, связанные с неадекватным режимом питания и тренировочных нагрузок.

Литература

1. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – Киев : Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
2. Спортивное плавание : путь к успеху : в 2 кн. / В.М. Платонов [и др.]; под общ. ред. В.М. Платонова. – Киев : Олимпийская литература, 2000. – Кн. 2. – 544 с.
3. Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д.В. Николаев [и др.]; под. общ. ред. Д.В. Николаева. – М. : Наука, 2009. – 392 с.
4. Олейник, Е.А. Сравнительный анализ антропометрических показателей студенток-спортсменок циклических видов спорта / Е.А. Олейник // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 3. – С. 154–159.
5. Ионова, И.А. Влияние анатомического строения размеров тела на технику и скорость плавания: учебно-методическое пособие / И.А. Ионова, Ю.А. Барышникова, И.Н. Харитонова. – Саратов : ПринтЭкспресс, 2011. – 29 с.
6. Детъен, П. Водный и электролитный баланс // Физиология человека, т. 3 / под общ. ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. – М. : Мир, 2005. – С. 813–822.
7. Ульмер, Х.-Ф. Энергетический баланс // Физиология человека, т. 3 / под общ. ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. – М. : Мир, 2005. – С. 653–664.

Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 11.03.2014