

УДК 796:004  
ББК 75

**Анна Владимировна Комарова,**  
кандидат педагогических наук,  
Бурятский государственный университет  
(670000, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Смолина 24 а)  
e-mail: Annet7782@mail.ru

### Исследование критериев эффективности учебно-тренировочного процесса спортсменок с помощью биоимпедансного анализа

В статье отражена концепция индивидуального подхода в спортивной тренировке на основе морфо-функциональных особенностей. Необходимо внедрять новые разработки тренировочных режимов и методов контроля с учетом компонентного состава тела спортсменок. Рассматривается применение биоимпедансного анализатора в учебно-тренировочном процессе в следующих аспектах: контроль функционального состояния, спортивной формы, профилактика перетренированности, рациональная коррекция веса в ходе подготовки к соревнованиям. Отмечается, что динамика показателей состава тела, качественные параметры зависят от объема и интенсивности физических нагрузок, их направленности. Планирование тренировок с учетом вариативности объема и интенсивности нагрузок, с соблюдением принципов спортивной тренировки позволяет достичь необходимого уровня наиболее оптимальных показателей состава тела. Правильная сгонка веса для спортсменок всех весовых категорий не сказывается отрицательно на достижении результатов. Необходимо тщательное изучение состава тела с помощью биоимпедансного анализатора, который позволяет определить соотношение костной, жировой, мышечной массы спортсменки, а также количество жидкости в организме. Кроме того, в статье проводится сравнение представительниц силовых и циклических видов спорта, девушек, занимающихся фитнесом, и неспортсменок, приводятся данные относительно интегрального показателя работоспособности.

**Ключевые слова:** учебно-тренировочный процесс, импедансный анализ, фазовый угол, спортивная форма.

**Anna Vladimirovna Komarova,**  
Candidate of Pedagogy,  
Buryat State University  
(24 a, Smolin St., Ulan-Ude, Russia, 670000)  
e-mail: Annet7782@mail.ru

### Research of Criteria of Training Process Effectiveness of Sportswomen with the Help of Bio-Impedance Analysis

The article reflects the concept of individual approach to sports training based on morfo-functional features, it is necessary to introduce new training regimes and the development of control methods based on the component body composition of athletes. Application of bio-impedance analyzer in the training process in the following aspects: functional state control, fitness, prevention of overtraining, rational correction of weight during the preparation for the competitions. Weight correction of athletes of all weight categories does not adversely affect the achievement of results. Careful body examination using impedance analyzer, which enables to determine the ratio of bone, fat, muscle athlete, and the amount of body fluids, is necessary. In addition, the paper compares the representatives of power and cyclic sports, girls, involved into fitness and non-sportswomen, provides data on the integral indicator of performance.

**Keywords:** training process, impedance analysis, phase angle, athletic preparedness.

Изучение компонентного состава тела спортсменок является перспективным для уточнения оценки функционального состояния и вопросов отбора на разных этапах спортивной подготовки, позволяет индивидуализировать построение учебно-тренировочного процесса спортсменок и оценивать его эффективность, биоимпедансометрия является объективным методом, позволяющим судить о соотношении пластического и энергетического обмена, адаптации к физическим нагрузкам и спортивной деятельности.

**Организация и методы.** Морфофункциональные особенности девушек выявлялись с помощью биоимпедансного анализатора. Различия в проявлении того или иного признака мы выявляли с помощью дисперсионного анализа, апостериорного критерия Шеффе. Возраст испытуемых варьировал в диапазоне 18–30 лет. В нашей работе мы исследовали состав тела спортсменок, занимающихся вольной борьбой (сборная Республики Бурятия), легкоатлеток (сборная Республики Бурятия), девушек, занимающихся фитнесом, и девушек, не имеющих

медицинских противопоказаний, практически здоровых, однако ведущих малоподвижный образ жизни. Также исследовался состав тела спортсменов на различных этапах спортивной подготовки

С учетом полученных результатов проводилась оценка внутригрупповых и отдельных индивидуальных особенностей испытуемых и их состояния в момент измерения. На примере спортсменов различной специализации и разной степени успешности в сравнении с людьми, не практикующими занятий спортом, выявили, какие особенности компонентного состава тела отличают профессиональные группы и насколько эти сочетания сопоставимы с вариантами нормы.

**Результаты исследования.** Сравнение четырех выборок позволило выявить ряд достоверных различий в компонентном составе тела. В частности, спортсмены-профессионалы от неспортсменов достоверно отличались

по показателям: тощая масса, скелетно-мышечная масса, активная клеточная масса, фазовый угол, жировая масса.

Использовали многомерный дисперсионный анализ, апостериорный критерий Шеффе.

По данным таблиц 1 и 2 мы видим отличия в тощей массе (кг), тощей массе (% от веса). Спортсменки-борицы и легкоатлетки превосходят неспортсменов. Также борицы и легкоатлетки имеют меньше жира по сравнению с неспортсменками. У спортсменов, занимающихся вольной борьбой, показатель тощей массы составляет  $84,53 \pm 1,85$  % у легкоатлеток этот показатель равен  $78,92 \pm 3,31$  %. Тощая масса тела представляет собой количество безжировой ткани (мышцы, кости и суставы, нервные клетки, органы), это то, что человек должен поддерживать в течение всей жизни, чтобы организм нормально работал, снижение безжировой массы до 40 % от нормы считается несовместимым с жизнью.

Таблица 1

Средние показатели и данные дисперсионного анализа по компонентному составу тела

	<i>Борицы</i>	<i>Легкоатлетки</i>	<i>Фитнес</i>	<i>Неспортсменки</i>	<i>Дисперсионный анализ (F, p)</i>	
Вес, кг	60,86 ± 2,65	53,00 ± 3,11	56,75 ± 5,06	69,67 ± 7,67	1,973	p>0,05
Тощая масса, кг	51,35 ± 2,17	41,59 ± 2,00	42,37 ± 2,76	45,65 ± 3,44	2,911	p>0,05
Тощая масса, % от веса	84,53 ± 1,85	78,92 ± 3,31	75,13 ± 1,91	66,69 ± 2,23	11,478	p<0,001
Жир, кг	9,50 ± 1,35	11,41 ± 2,13	14,40 ± 2,33	24,02 ± 4,28	5,864	p<0,01
Жир, % от веса	15,47 ± 1,85	21,08 ± 3,31	24,87 ± 1,91	33,16 ± 2,13	11,559	p<0,01
АКМ, кг	32,66 ± 1,77	25,50 ± 1,29	23,29 ± 1,41	24,15 ± 2,05	6,499	p<0,01
АКМ, % от ТМ	63,42 ± 0,99	61,28 ± 0,66	55,01 ± 0,94	52,76 ± 0,75	35,206	p<0,001
СКМ, кг	27,29 ± 1,28	21,33 ± 1,07	20,59 ± 1,54	20,68 ± 1,56	6,137	p<0,01
СКМ, % от ТМ	53,09 ± 0,70	51,34 ± 0,63	48,24 ± 0,37	45,33 ± 0,67	29,829	p<0,001
Общая вода, кг	37,59 ± 1,59	30,45 ± 1,46	31,77 ± 1,62	33,41 ± 2,52	2,821	p>0,05
ИМТ	23,07 ± 0,77	20,09 ± 0,83	19,71 ± 1,59	25,55 ± 2,75	2,398	p>0,05
Основной обмен, ккал	1448,44 ± 222,10	1422,59 ± 39,64	1428,69 ± 48,52	1371,31 ± 67,15	0,053	p>0,05
Удельный основной обмен, ккал/кв.м	1012,16 ± 16,64	917,64 ± 23,97	813,08 ± 7,56	789,16 ± 13,64	39,332	p<0,001
Фазовый угол, град	8,31 ± 0,27	7,72 ± 0,17	6,41 ± 0,14	5,81 ± 0,15	31,776	p<0,001

Таблица 2

Данные апостериорного критерия Шеффе относительно состава тела спортсменок

	<i>Критерий Шеффе</i>					
	<i>Борицы-легкоатлетки</i>	<i>Борицы-фитнес</i>	<i>Борицы-неспортсменки</i>	<i>Легкоатлетки-фитнес</i>	<i>Легкоатлетки-неспортсменки</i>	<i>Фитнес-неспортсменки</i>
Вес, кг						
Тощая масса, кг			*		*	

Тощая масса, % от веса			*		*	
Жир, кг			*		*	
Жир, % от веса			*		*	
АКМ, кг	*		*			
АКМ, % от ТМ		*	*	*	*	
СКМ, кг	*	*	*			
СКМ, % от ТМ		*	*			*
Общая вода, кг						
ИМТ						
Основной обмен, ккал						
Удельный основной обмен, ккал/кв.м	*	*	*	*	*	
Фазовый угол, град		*	*	*	*	*

\* Разность средних значима на уровне  $p < 0,05$ .

Также мы отмечаем различия в жировой массе. По этому параметру также обнаружены отличия: у борцов и легкоатлетов содержание жировой массы меньше, чем у неспортсменок. У борцов содержание жира в организме составляет 15,47 % от веса, у легкоатлетов 21,08 % от веса, у неспортсменок –  $33,16 \pm 4,28$  %

У борцов показатель активной клеточной массы (АКМ) составляет  $63,42 \pm 0,99$  %, у легкоатлетов –  $61,28 \pm 0,66$  %, у девушек, занимающихся фитнесом –  $55,01 \pm 0,94$  %, у неспортсменок –  $52,76 \pm 0,75$  %. На основании апостериорного критерия Шеффе мы выявили, что у борцов АКМ больше, чем у представителей всех групп ( $p < 0,05$ ). Легкоатлетки превосходят девушек, занимающихся фитнесом, и неспортсменок ( $p < 0,05$ ). Представительницы фитнеса имеют более высокие показатели АКМ по сравнению в неспортсменками ( $p < 0,05$ ).

Пониженное значение АКМ свидетельствует о дефиците белкового компонента питания, что может быть вызвано как общим недостатком белка в рационе, так и индивидуальными особенностями усвоения отдельных видов белкового питания конкретным спортсменом. % АКМ в тощей массе служит коррелятом двигательной активности и физической работоспособности спортсменов. У действующих мастеров спорта в циклических и игровых видах значения % АКМ, как правило, превышают 62–63 %. Низкие значения % АКМ у здоровых индивидов принято связывать с гиподинамией.

Значение скелетно-мышечной массы СКМ относительно интервала нормальных значений используется для общей характеристики физического развития. Величина % СКМ в тощей массе является одной из трех ключевых характеристик физической работоспособности

спортсмена, наряду с % жировой массы тела и фазовым углом.

По данным апостериорного критерия Шеффе не обнаружено отличий между спортсменками, занимающимися вольной борьбой и легкой атлетикой, у борцов значительно больше содержание СКМ (53,09 %), чем у девушек, занимающихся фитнесом, а девушки, которые занимаются фитнесом, превосходят по данному показателю неспортсменок. Увеличение мышечной массы подтверждает свою значимость в достижении высоких спортивных результатов, а антропометрическое обследование спортсменок позволило выявить определенные закономерности компонентного состава тела, соматотипические показатели спортсменок отличаются от данных у женщин той же возрастной группы, не имеющих спортивных разрядов. Однако ряд данных свидетельствует о независимости процента мышечной массы и уровня спортивной квалификации, спортивной подготовленности. Rynkiewicz M., T. Rynkiewicz отмечают быстрое увеличение мышечной массы (кг) у байдарочниц, вызванное чрезмерным количеством силовых тренировок, и неправильное питание может также вызвать большое накопление жира, что является крайне нежелательным. Была отмечена неблагоприятная тенденция роста процента жировой массы у старших спортсменов, в то же время динамика мышечной массы и ее процентное распределение с возрастом, как правило, остаются без изменений. Необходимо проводить измерения тела жировой массы в разные периоды тренировочного цикла, в частности, во время соревновательного периода [6].

Проведенные нами исследования свидетельствуют об обратном: выявлен высокий ко-

эффицент корреляции спортсменки в сборной команде и СКМ ( $r=0,72$ ,  $p<0,01$ ).

Наибольший показатель удельного основного обмена отмечается у борцов –  $1012,16 \pm 6,64$  ккал/кв.м, у них он выше, чем у представительниц других групп ( $p<0,05$ ), легкоатлетки также отличаются высоким уровнем удельного основного обмена ( $917,64 \pm 23,97$  ккал/кв. м.), превосходя девушек, занимающихся фитнесом ( $813,08 \pm 7,56$  ккал/кв. м), и неспортсменок ( $789,16 \pm 13,64$  ккал/кв. м).

Положение маркера удельного основного обмена УОО указывает на относительную интенсивность обменных процессов. Причиной изменений УОО могут быть эндокринологические нарушения, воздействия лекарственных препаратов, переходные состояния, связанные с большими объемами физической нагрузки и др.

Большое значение имеет интегральный показатель работоспособности – фазовый угол.

Между борцами и легкоатлетками не обнаружено различий по фазовому углу: у борцов –  $8,31$  град., у легкоатлеток –  $7,77$  град. Легкоатлетки и борцы превосходят девушек, занимающихся фитнесом, и неспортсменок по показателю фазового угла ( $p<0,05$ ), а представительницы фитнеса имеют больший фазовый угол, чем неспортсменки ( $p<0,05$ ).

Так же, как и в случае со скелетно-мышечной массой, мы обнаружили значимую корреляционную взаимосвязь между уровнем квалификации спортсменки и показателем фазового угла ( $r=0,82$ ,  $p<0,01$ ).

Знание состава тела особенно важно для спортсменок, занимающихся единоборствами, так как большое внимание уделяется регулированию веса перед и во время соревнований.

Необходимо отказаться от стереотипной оценки состава тела. Исследуя динамику веса тела, в качестве контроля следует оценивать не уменьшение собственно веса, а изменение соотношения жировой и скелетно-мышечной массы. Как правило, при наборе спортивной формы отмечается увеличение скелетно-мышечной массы при уменьшении доли жировой массы в организме, что далеко не всегда приводит к уменьшению веса, что подтверждают и наши собственные наблюдения, и многочисленные наблюдения ученых [1, 3, 4]. Происходит даже некоторый рост веса спортсменов, увеличивается также показатель фазового угла, активная клеточная масса. Динамика их изменения позволяет достаточно точно судить о степени эффективности тренировочного процесса. В ходе подготовительного периода происходит планомерное увеличение, которое при

правильном построении тренировочного процесса достигает максимальных показателей к началу соревновательного сезона. Зарубежные ученые также отмечают, что в ходе подготовительного и переходного периодов отмечается накопление жира, наблюдается значительное падение жировой массы только в соревновательном периоде [6].

Мониторинг состава тела спортсменов позволяет оценить состояние здоровья и физическую подготовленность, многие спортсмены-единоборцы перед соревнованиями искусственно снижают вес. Это дает им возможность выступать в более легкой весовой категории, где они могут иметь преимущество в силе, в специальной работоспособности. Однако снижение веса нередко производят без учета морфологических и функциональных особенностей организма. Подобная практика нередко распространяется и на девушек, занимающихся борьбой, нанося вред женскому организму. Правильная сгонка веса для спортсменов всех весовых категорий не сказывается отрицательно на достижении результатов. Перед сгонкой веса необходимо учитывать морфологические особенности строения тела. Регулирование массы тела – это комплексный процесс, включающий в себя правильное построение тренировочного режима, уменьшение объема и калорийности питания, а также использование тепловых процедур.

Необходимо тщательное изучение состава тела с помощью импедансного анализатора, который позволяет определить соотношение костной, жировой, мышечной массы спортсмена, а также количество жидкости в организме. Также импедансный анализатор определяет величину фазового угла – показателя, который отображает интенсивность обмена веществ и общую работоспособность организма.

В результате сгонки веса спортсменки выступали в «нужной» весовой категории. Используя непараметрический критерий Вилкоксона, мы обнаружили статистически значимое снижение фазового угла с  $8,86 \pm 0,42$  до  $7,96 \pm 0,02$  при частоте зондирующего тока  $28$  кГц ( $W=2,02$ ,  $p<0,05$ ), с  $32,58 \pm 1,21$  до  $29,72 \pm 0,22$  при частоте зондирующего тока  $115$  кГц ( $W=2,02$ ,  $p<0,05$ ). В целом, отмечается снижение фазового угла во время сгонки веса, что отражает снижение общей работоспособности, однако, проведя биоимпедансный анализ, мы обнаружили, что активная клеточная масса снижается, однако не на статистически значимую достоверную величину, скелетно-мышечная масса практически не изменяется на

протяжении сгонки веса, уменьшается количество жидкости в организме, происходит снижение жировой массы. Также показатель фазового угла находится в пределах нормативных значений.

При подготовке сборной РБ по женской борьбе к турниру в г. Красноярск серии Голден Гран При «Иван Ярыгин-2014» использовалась «нетрадиционная» методика сгонки веса в соответствии с принципами современного научно-обоснованного фитнеса. Из рациона практически исключалась острая, соленая пища, особенно уделялось внимание питьевому режиму – даже во время сгонки спортсменки употребляли жидкость в умеренных количествах. Применялось спортивное питание, витамины. Полностью исключалось голодание спортсменов за 1–2 дня перед соревнованиями. Тепловая нагрузка для дегидратации (сауна, «недышащий» костюм) сводилась к минимуму, т. к. в этом случае теряются электролиты, и даже 5 часов регидратации после сгонки веса недостаточно для восстановления воды и электролитов. Примерный рацион спортсменки во время сгонки веса перед соревнованиями выглядел следующим образом: завтрак – крупы, каши, сыр; второй завтрак – орехи; обед – постный белок, овощной салат; ужин – крупы, салат; вечер – нежирный творог или фрукты.

Оценка и научное обоснование рациональных режимов снижения веса с использованием метода биоимпедансометрии существенно дополняют практику предсоревновательной

подготовки борцов и сводят до минимума отрицательные последствия сгонки. Отслеживая динамику изменений состава тела, можно корректировать режим питания и занятий. Мероприятия без объективного контроля состава тела, например, на основе только результатов взвешивания, могут привести, и чаще всего приводят, к нежелательным результатам – уменьшению активной клеточной массы. Использование биоимпедансного анализатора позволяет проводить научно-обоснованное регулирование веса у спортсменов с учетом закономерностей непрерывных обменных процессов в организме спортсменок.

**Выводы.** Данные биоимпедансного анализа интерпретировались в педагогическом контексте, состав тела является одним из маркеров спортивной формы, свидетельствует об эффективности построения учебно-тренировочного процесса. Для научно-обоснованного режима снижения веса без нанесения ущерба организму мы считаем необходимым использование биоимпедансного анализатора.

При сравнении объединенной спортивной выборки и девушек, не занимающихся спортом, было установлено, что спортсменки отличались от неспортсменок большей скелетно-мышечной массой, у них отмечался больший фазовый угол, активно-клеточная масса.

Целесообразно внедрение инновационных технологий для контроля и оценки спортивной формы, параметров нагрузки, уровня функциональных возможностей организма спортсменов.

#### Список литературы

1. Дюсенова А. А., Олейник Е. А. Соматотипологические и эндокринологические особенности спортсменок, занимающихся борьбой и боксом // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2013. № 2(96). С. 116–120.
2. Комарова А. В., Гулгенов Ц. Б. Современный процесс подготовки членов сборной Республики Бурятия по женской борьбе // Университетский и Олимпийский спорт: две модели – одна цель: материалы междунар. конф. ФИСУ, Казань, 14–17 июля 2013 г. Казань, 2013. С. 453–455.
3. Мониторинг функционального состояния футболистов высокой квалификации в течение соревновательного сезона / Российский С. А. [и др.] // Вестн. спортивной науки. 2011. № 3. С. 25–30.
4. Морфофункциональные и личностные характеристики мужчин-спортсменов / Е. З. Година [и др.] // Спортивный психолог. 2011. № 2 (23). С. 60–66.
5. Руднев С. Г., Мартиросов Э. Г. Состав тела человека: основные понятия, модели и методы // Теория и практика физической культуры. 2007. № 1. С. 63–68.
6. Rynkiewicz M., Rynkiewicz T. Bioelectrical Impedance Analysis of Body Composition and Muscle Mass Distribution in Advanced Kayakers / M. Rynkiewicz, // Human Movement. 2010. № 1. P. 11–15.

#### References

1. Djusenova A. A., Olejnik E. A. Somatotipologicheskie i jendokrinologicheskie osobennosti sportsmenok, zanimajushhhsja bor'boj i boksom // Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Lesgafa. 2013. № 2(96). S. 116–120.
2. Komarova A. V., Gulgenov C. B. Sovremennyj process podgotovki chlenov sbornoj Respubliki Burjatija po zhenskoj bor'be // Universitetskij i Olimpijskij sport: dve modeli – odna cel': materialy mezhdunar. konf. FISU, Kazan', 14–17 ijulja 2013 g. Kazan', 2013. S. 453–455.

3. Monitoring funkcional'nogo sostojanija futbolistov vysokoj kvalifikacii v techenie sorevnovatel'nogo sezona / Rossijskij S. A. [i dr.] // Vestn. sportivnoj nauki. 2011. № 3. S. 25–30.
4. Morfofunkcional'nye i lichnostnye harakteristiki muzhchin– sportsmenov / E. Z. Godina [i dr.] // Sportivnyj psiholog. 2011. № 2 (23). S. 60–66.
5. Rudnev S. G., Martirosov Je. G. Sostav tela cheloveka: osnovnye ponjatija, modeli i metody // Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury. 2007. № 1. S. 63–68.
6. Rynkiewicz M., Rynkiewicz T. Bioelectrical Impedance Analysis of Body Composition and Muscle Mass Distribution in Advanced Kayakers / M. Rynkiewicz // Human Movement. 2010. № 1. R. 11–15.

*Статья поступила в редакцию 15.10.2014*