

ФОРМИРОВАНИЕ АДАПТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ РАЗНЫХ ВИДОВ СПОРТА ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ТЕЛА

Д.А. Сарайкин¹, А.А. Хуснутдинова², В.И. Павлова¹,
Ю.Г. Камскова¹, Б.Г. Юшков³

¹Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет,
г. Челябинск, Россия,

²Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия,

³Институт иммунологии и физиологии Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург,
Россия

Цель: определение эталонных значений компонентного состава тела квалифицированных единоборцев. **Организация и методы.** На анализаторе «Tanita BC-418» в утреннее время проводилось измерение компонентного состава тела у 3 групп спортсменов мужского пола (масса тела 60–75 кг) высокой квалификации (КМС, МС) различных видов единоборств: кикбоксинг (n = 23), самбо и дзюдо (n = 25), тхэквондо (n = 22). **Результаты исследования.** У представительной дзюдо и самбо выявлено большее относительное количество жировой ткани (около 12 %), тогда как у кикбоксеров и тхэквондистов ее значения варьируют в пределах 7–9 %. У тхэквондистов наблюдаются самые низкие значения жировой ткани в руках, тогда как в ногах ее уровень выше, чем представителей борьбы. Наименьшая масса мышц в конечностях зафиксирована у борцов, в ногах ее больше у тхэквондистов, в руках – у представителей кикбоксинга и тхэквондо. Параметр «Разница мышцы туловища – мышцы ног» находится в значениях порядка 5 кг, что, наряду с данными графического построения Box-Whiskers/Multiple, в котором медиана и 25–75 перцентили фактически идентичны, указывает на существование неких «эталонных» параметров состава тела у спортсменов высокого класса. Корреляционный анализ выявил отсутствие корреляций массы жировой и мышечной ткани в конечностях у борцов и кикбоксеров, в то время как у тхэквондистов зафиксированы 3 такие взаимосвязи ($p \leq 0,05$), особенно выраженные с мышцами рук. **Заключение.** Получены «модели» состава тела представителей борьбы, кикбоксинга и тхэквондо, которые могут позволить индивидуализировать тренировочный процесс и прогнозировать спортивный результат.

Ключевые слова: борьба, кикбоксинг, тхэквондо, компонентный состав тела, «модель» спортсмена.

Актуальность. При формировании долговременной адаптации у спортсменов-единоборцев разных видов спорта ранее, в большинстве случаев, исследовали показатели вегетативной, гормональной, нервной систем [4, 5, 8, 9]. Известно, что соотношение мышечной и жировой массы влияет на работоспособность и энергообеспеченность [10, 16, 17].

Исследование состава тела при помощи биоимпедансного анализа состава тела (BIA) является одним из самых точных непрямых способов его определения с погрешностью измерений по некоторым параметрам (сравнение с hydrodensitometry, dual x-ray absorptiometry), не превышающим 5 % [7, 14, 15, 19, 20].

Для практики спорта высших достижений

определение эталонных значений состава тела является одной из ключевых задач как спортивной подготовки, так и спортивной диетологии [11, 12]. Данное исследование направлено на определение адаптивных изменений путем изучения различий в компонентном составе тела представителей единоборств, что в дальнейшем позволит определить модельные характеристики высококвалифицированного спортсмена, индивидуализировать тренировочный процесс и процесс питания [1, 13, 21].

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе Научно-исследовательского центра спортивной науки Южно-Уральского государственного университета. На ана-

лизаторе «Tanita BC-418» в утреннее время проводилось измерение состава тела с вычислением массы и процента жировой ткани. Контингент испытуемых состоял из 3 групп спортсменов мужского пола (масса тела 60–75 кг) высокой квалификации (КМС, МС) различных видов единоборств: кикбоксинг ($n = 23$), самбо и дзюдо ($n = 25$), тхэквондо ($n = 22$).

При помощи анализатора состава тела «Tanita BC-418» (входящие данные: тип телосложения – атлетический, пол – мужской, возраст, длина тела) регистрировали следующие параметры: индекс массы тела (ИМТ), процент жировой ткани в теле (%Ж), масса жировой ткани в теле, кг (Ж), масса тела без жировой ткани, кг (ТМ), общее количество жидкости в теле, кг (Жидкость), процент жировой ткани в правой (%Ж ПН), левой (%Ж ЛН) ноге, в правой (%Ж ПР), левой (%Ж ЛР) руке и туловище (%ЖТ); масса жировой ткани (кг) в правой (Ж ПН), левой (Ж ЛН) ноге, в левой (Ж ЛР), правой (Ж ПР) руке и туловище (Ж Т); масса без жировой ткани (кг) правой (ТМ ПН), левой (ТМ ЛН) ноги, правой (ТМ ПР), левой (ТМ ЛР) руки, туловища (ТМ Т); масса (кг) мышц правой (М ЛН), левой (М ЛН) ноги, правой (М ПР), левой (М ЛР) руки и туловища (М Т).

Полученные результаты были импортированы в программу Statistica 10.0, где подвергались вариационному и корреляционному анализу с графическим построением перцентильных значений.

Результаты исследования. В табл. 1, 2 и рис. 1, 2 представлены результаты сравнительной оценки состава тела. Необходимо отметить, что у представителей тхэквондо выявлена наибольшая длина тела при отсутствии различий по индексу массы тела. Причиной данных отличий являются высокие значения тощей массы тела и количества жидкости в теле, статистически значимо отличающиеся от кикбоксеров и представителей борьбы.

Сегментарный анализ позволил выявить некоторые закономерности распределения жировой и мышечной ткани. В частности, у представителей дзюдо и самбо выявлено большее относительное количество жировой ткани (около 12 %), тогда как у кикбоксеров и тхэквондистов ее значения варьируют в пределах 7–9 %. Распределение процента жировой ткани отчетливо видно на рис. 1: у борцов минимальные значения в туловище (менее 10 %), в руках порядка 12 %, а в ногах колеб-

лются в пределах 16 %. У кикбоксеров и тхэквондистов зафиксировано сходство пропорций, при обнаружении интересного факта: несмотря на фактическое отсутствие работы руками в тхэквондо, у спортсменов высокой квалификации наблюдаются самые низкие значения жировой ткани в руках, тогда как в ногах ее уровень выше чем представителей борьбы. В качестве гипотезы можно выдвинуть предположение об относительной дезадаптации или компенсации процесса метаболизма и венозно-капиллярном отклонении, проявляемых накоплением метаболитов в постоянно работающих мышцах на фоне механического сдавливания кровеносных сосудов спазмированными мышцами (в ногах, в первую очередь, икроножными, в руках – большими грудными, дельтовидными и бицепсом) [3, 18].

Анализ распределения мышечной ткани также выявил характерные особенности (рис. 2).

Наименьшая масса мышц в конечностях зафиксирована у борцов, в нижних конечностях ее больше у тхэквондистов, в руках – фактически равные значения у представителей кикбоксинга и тхэквондо. Можно предположить, что несмотря на менее силовой характер, особенно уровень статического напряжения соревновательной деятельности у кикбоксеров и тхэквондистов, требования к их скоростно-силовой подготовке являются более высокими, что и формирует большие величины мышечной массы [2, 6].

Для построения модельных параметров в программе Statistica, методом использования функции Box-Whiskers/Multiple были построены графические изображения перцентильных значений (рис. 3–5).

Как видно из рис. 3–5, в перечисленных видах спорта медиана и 25–75 перцентили фактически идентичны, что указывает на существование неких «эталонных» параметров состава тела. Представленные модельные параметры мы рекомендуем внести в практику подготовки спортсменов, в частности, при этапном контроле состояния проводить измерение состава тела и при сравнительной оценке корректировать (индивидуализировать) как тренировочный процесс, так и питание.

Для более углубленного анализа нами были рассчитаны некоторые параметры (табл. 3), которые в дальнейшем могут являться модельными и использоваться как маркер достижения высоких результатов в своих видах спорта.

Таблица 1
Table 1

Сравнительная оценка состава тела (общие данные)
Comparative assessment of body composition (general data)

| Вид спорта Sport | Возраст (лет) Age (years) | Длина тела (см) Body length (cm) | Масса тела (кг) Body weight (kg) | ИМТ (усл. ед.) BMI (cu) | Основной обмен (КДж) Basal metabolism (kJ) | Основной обмен (ККал) Basal metabolism (kcal) | Жировая ткань в теле (%) Total adipose tissue (%) | Жировая ткань в теле (кг) Total adipose tissue (kg) | Тощая масса тела (кг) Lean body weight (kg) | Жидкость в теле (кг) Body water (kg) | Сопротив- ление тело (Ω) Body resistance | Сопротив- ление ПН (Ω) RL resistance | Сопротив- ление ЛН (Ω) LL resistance | Сопротив- ление ПР (Ω) RA resistance | Сопротив- ление ЛР (Ω) LA resistance |
|---|------------------------------------|--|--|-------------------------------|---|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|
| Кикбоксинг (1) Kickboxing (1) | 20,53 ± 0,32 | 179,23 ± 0,78 | 72,14 ± 1,42 | 22,45 ± 0,45 | 8176,15 ± 93,05 | 1954,15 ± 22,24 | 8,78 ± 0,61 | 6,72 ± 0,69 | 65,55 ± 0,79 | 47,90 ± 0,58 | 542,43 ± 6,05 | 241,95 ± 2,54 | 244,33 ± 2,22 | 279,73 ± 4,63 | 282,63 ± 4,29 |
| Дзюдо и самбо (2) Judo and sambo (2) | 20,02 ± 0,39 | 170,50 ± 2,52 | 66,31 ± 3,28 | 22,61 ± 0,52 | 7704,59 ± 323,61 | 1841,45 ± 77,35 | 12,04 ± 1,08 | 8,10 ± 0,78 | 58,23 ± 3,03 | 42,57 ± 2,22 | 523,32 ± 20,61 | 239,77 ± 4,61 | 242,00 ± 4,61 | 274,55 ± 7,00 | 275,86 ± 9,30 |
| Тхэквондо (3) Taekwondo (3) | 20,40 ± 0,40 | 180,60 ± 0,20 | 74,78 ± 0,78 | 22,92 ± 0,28 | 8511,20 ± 85,40 | 2034,20 ± 20,40 | 7,46 ± 0,56 | 5,60 ± 0,44 | 69,20 ± 0,68 | 50,66 ± 0,50 | 512,20 ± 7,40 | 217,60 ± 1,00 | 217,40 ± 4,00 | 271,00 ± 5,40 | 278,60 ± 5,40 |
| Сравнение 1 и 2 Comparison 1 and 2 | - | P ≤ 0,05 | - | - | - | - | P ≤ 0,05 | - | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | - | - | - | - | - |
| Сравнение 1 и 3 Comparison 1 and 3 | - | - | - | - | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | - | - | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | - | - |
| Сравнение 2 и 3 Comparison 2 and 3 | - | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | - | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | - | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | - | - |

Примечание. ПН – правая нога, ЛН – левая нога, ПР – правая рука, ЛР – левая рука.
Note. RL – right leg, LL – left leg, RA – right arm, LA – left arm.

Таблица 2
Table 2

Сравнительная оценка состава тела (сегментальный анализ)
Comparative assessment of body composition (segmental analysis)

| Вид спорта Sport | % Ж ПН % RL AT | Ж ПН RL AT | Вес без жира ПН Weight without AT RL | Мышцы ПН RL Muscles | % Ж ЛН % LL AT | Ж ЛН LL AT | Вес без Ж ЛН Weight without AT LL | Мышцы ЛН LL Muscles | % Жир ПП % RA AT | Жир ПП RA AT |
|---|---|------------------------|--|------------------------|---|------------------------|---|------------------------|---|--------------------------|
| Кикбоксинг (1) Kickboxing (1) | 10,42 ± 0,67 | 1,37 ± 0,11 | 11,08 ± 0,15 | 10,51 ± 0,14 | 10,30 ± 0,80 | 1,39 ± 0,12 | 10,72 ± 0,32 | 10,40 ± 0,14 | 7,95 ± 0,43 | 0,37 ± 0,03 |
| Дзюдо и самбо (2) Judo and sambo (2) | 15,73 ± 1,29 | 1,88 ± 0,17 | 9,88 ± 0,50 | 9,38 ± 0,47 | 16,02 ± 1,27 | 1,88 ± 0,17 | 9,70 ± 0,48 | 9,20 ± 0,45 | 12,53 ± 1,25 | 0,48 ± 0,04 |
| Тхэквондо (3) Taekwondo (3) | 7,84 ± 0,46 | 1,02 ± 0,06 | 12,08 ± 0,06 | 11,40 ± 0,08 | 8,52 ± 0,20 | 1,10 ± 0,04 | 11,66 ± 0,14 | 11,06 ± 0,14 | 10,32 ± 0,70 | 0,48 ± 0,02 |
| Сравнение 1 и 2 Comparison 1 and 2 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | — | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 |
| Сравнение 1 и 3 Comparison 1 and 3 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 |
| Сравнение 2 и 3 Comparison 2 and 3 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | — | — |
| Вид спорта Sport | Вес без Жир ПП Weight without AT RA | Мышцы ПП RA Muscles | % Жир ЛП % LA AT | Жир ЛП LA AT | Вес без Жир ЛП Weight without AT LA | Мышцы ЛП LA Muscles | % Жир Т % Trunk AT | Жир Т Trunk AT | Вес без Жир Т Weight without AT trunk | Мышцы Т Trunk Muscles |
| Кикбоксинг (1) Kickboxing (1) | 4,12 ± 0,08 | 3,80 ± 0,13 | 7,85 ± 0,48 | 0,38 ± 0,04 | 4,11 ± 0,08 | 3,87 ± 0,07 | 8,39 ± 0,64 | 3,42 ± 0,37 | 34,98 ± 0,39 | 33,64 ± 0,37 |
| Дзюдо и самбо (2) Judo and sambo (2) | 3,47 ± 0,21 | 3,27 ± 0,20 | 13,05 ± 1,29 | 0,51 ± 0,04 | 3,51 ± 0,22 | 3,30 ± 0,21 | 9,54 ± 0,93 | 3,43 ± 0,36 | 31,65 ± 1,62 | 30,44 ± 1,55 |
| Тхэквондо (3) Taekwondo (3) | 4,12 ± 0,08 | 3,90 ± 0,08 | 10,90 ± 0,82 | 0,52 ± 0,04 | 4,12 ± 0,04 | 3,86 ± 0,06 | 6,28 ± 1,20 | 2,52 ± 0,48 | 37,24 ± 0,52 | 35,82 ± 0,48 |
| Сравнение 1 и 2 Comparison 1 and 2 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | — | — | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 |
| Сравнение 1 и 3 Comparison 1 and 3 | — | — | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | — | — | — | — | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 |
| Сравнение 2 и 3 Comparison 2 and 3 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | — | — | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 | — | P ≤ 0,05 | P ≤ 0,05 |

Примечание. ПН – правая нога, ЛН – левая нога, ПП – правая рука, ЛП – левая рука, ЛП – левая рука, Т – туловище.
Note. RL – right leg, LL – left leg, RA – right arm, LA – left arm, T – trunk.

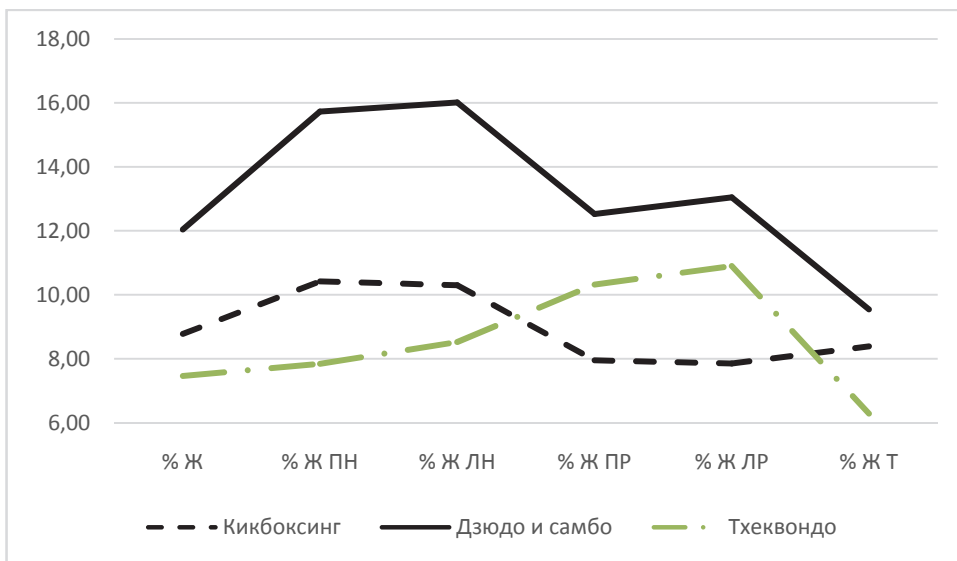


Рис. 1. Сравнительная оценка жировой ткани (%Ж – жировая ткань в теле (%), %Ж ПН – жировая ткань в правой ноге (%), %Ж ЛН – жировая ткань в левой ноге (%), %Ж ПР – жировая ткань в правой руке (%), %Ж ЛР – жировая ткань в левой руке (%), %Ж Т – жировая ткань в туловище (%))

Fig. 1. Comparative assessment of adipose tissue (%Ж – total adipose tissue (%), %Ж ПН – right leg adipose tissue (%), %Ж ЛН – left leg adipose tissue (%), %Ж ПР – right arm adipose tissue (%), %Ж ЛР – left arm adipose tissue (%), %Ж Т – trunk adipose tissue (%))

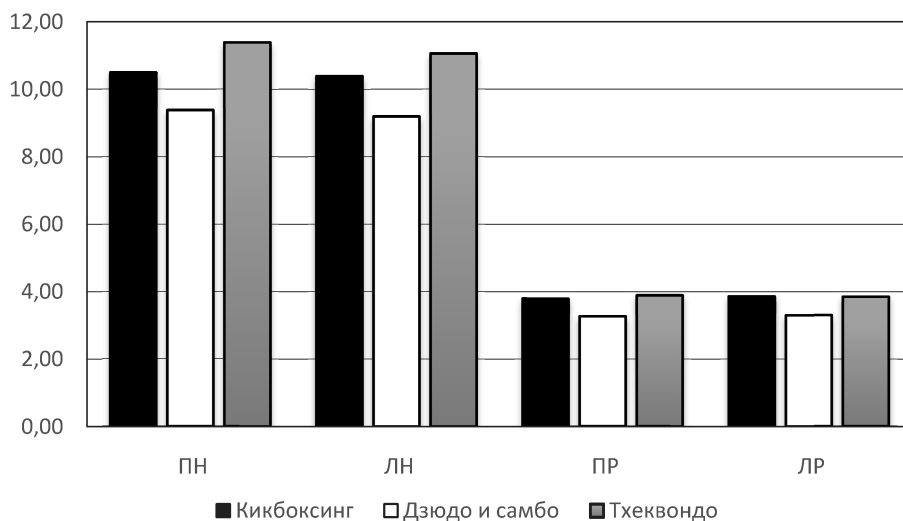


Рис. 2. Распределение массы мышц (кг) в конечностях (ПН – правая нога, ЛН – левая нога, ПР – правая рука, ЛР – левая рука)

Fig. 2. Muscle mass (kg) distribution in limbs (ПН – right leg, ЛН – left leg, ПР – right arm, ЛР – left arm)

Введенные параметры можно рассматривать как некие интегральные характеристики пропорциональности. В частности, различия по распределению жировой ткани в теле можно рассматривать как фактор аэробной подготовленности, косвенно свидетельствующих об общем аэробном пороге, аэробном пороге для рук и ног. Исходя из этих представлений, по-

лученные параметры можно представить как один из ключевых факторов, характеризующих общую физическую подготовленность, как базу для специальной физической подготовленности [9, 22].

При анализе данных табл. 3 (распределение жировой ткани) можно выделить несколько ключевых моментов:

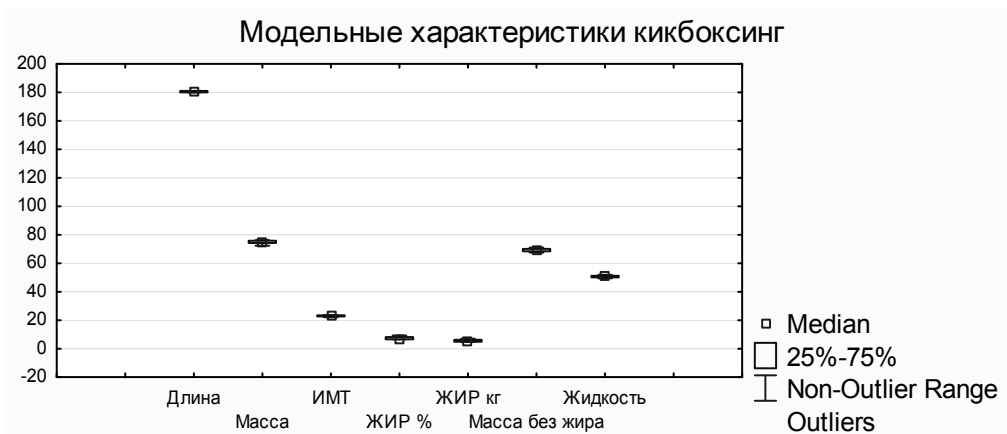


Рис. 3. Модельные параметры состава тела кикбоксеров высокого класса
 Fig. 3. Model body composition for professional kickboxers

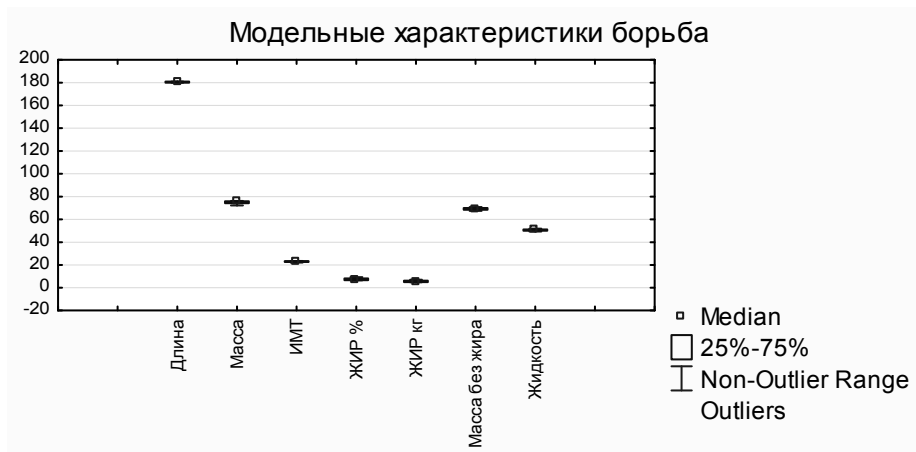


Рис. 4. Модельные параметры состава тела борцов высокого класса
 Fig. 4. Model body composition for professional wrestlers

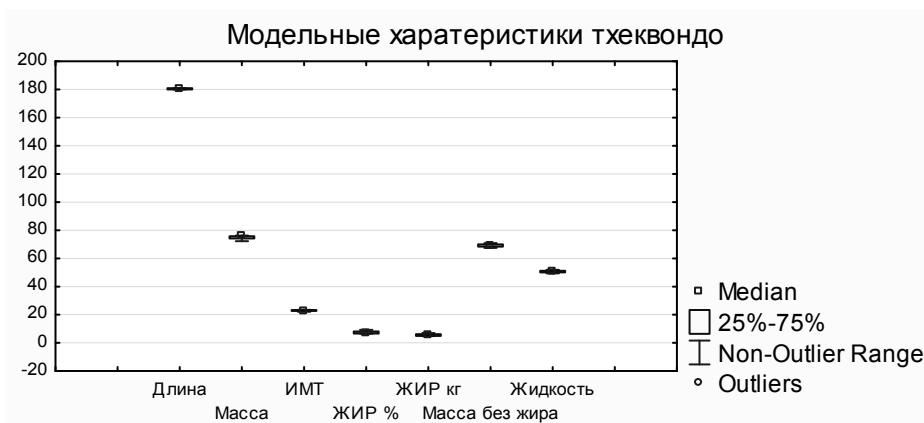


Рис. 5. Модельные параметры состава тела тхэквондистов высокого класса
 Fig. 5. Model body composition for professional taekwondo athletes

– у борцов содержание жировой ткани в ногах в среднем на 6 % больше, чем в туловище;
 – у борцов и тхэквондистов содержание жировой ткани в руках в среднем на 4 % больше, чем в туловище;

– у тхэквондистов содержание жировой ткани в руках в среднем на 2 % больше, чем в ногах, тогда как у борцов и кикбоксеров наблюдается обратная картина: в руках в среднем на 3 % меньше, чем в ногах.

Таблица 3
Table 3

Расчетные параметры компонентного состава тела
Calculated parameters of body composition

| Вид спорта | Разница % жир туловище – ноги %, difference between trunk fat and leg fat | Разница % жир туловище – руки %, difference between trunk fat and arm fat | Разница % жир ноги – руки %, difference between leg fat and arm fat | Разница мышцы ног – мышцы рук Difference between leg muscles and arm muscles | Разница мышцы туловища – мышцы ног Difference between trunk muscles and leg muscles | Разница мышцы туловища – мышцы ног и рук Difference between trunk muscles and muscles of legs and arms | Жидкость/масса тела (%) Water/body weight (%) |
|---|--|--|--|---|--|---|--|
| Кикбоксинг (1) Kickboxing (1) | -1,97 ± 0,50 | 0,49 ± 0,45 | 2,46 ± 0,40 | 13,25 ± 0,13 | 12,73 ± 0,19 | 5,07 ± 0,23 | 66,79 ± 0,45 |
| Дзюдо и самбо (2) Judo and sambo (2) | -6,33 ± 0,74 | -3,25 ± 0,65 | 3,09 ± 0,49 | 12,00 ± 0,51 | 11,86 ± 0,63 | 5,29 ± 0,39 | 64,30 ± 0,79 |
| Тхеквондо (3) Taekwondo (3) | -1,90 ± 1,18 | -4,33 ± 1,89 | -2,43 ± 0,79 | 14,70 ± 0,08 | 13,36 ± 0,46 | 5,60 ± 0,52 | 67,75 ± 0,40 |
| Сравнение 1 и 2 Comparison 1 and 2 | p ≤ 0,05 | p ≤ 0,05 | – | p ≤ 0,05 | – | – | p ≤ 0,05 |
| Сравнение 1 и 3 Comparison 1 and 3 | – | p ≤ 0,05 | p ≤ 0,05 | p ≤ 0,05 | – | – | – |
| Сравнение 2 и 3 Comparison 2 and 3 | p ≤ 0,05 | – | p ≤ 0,05 | p ≤ 0,05 | – | – | p ≤ 0,05 |

Физиология

Анализ распределения мышечной ткани позволил выявить следующие закономерности:

– у тхэквондистов наблюдаются самые большие различия между количеством мышц в ногах и руках (около 15 кг), тогда как у борцов зафиксированы минимальные значения (около 12 кг);

– у тхэквондистов более развиты мышцы туловища, чем рук и ног (самые большие значения параметров разница мышцы туловища – мышцы рук и ног);

– параметр «Разница мышцы туловища –

мышцы ног» у спортсменов высокого класса находится в значениях около 5 кг, что, видимо, является модельным значением для единоборств в целом.

Коэффициент «Жидкость/масса тела (%)» позволил выявить различие борцов от кикбоксеров и тхэквондистов: относительное содержание жидкости у борцов ниже в среднем на 2 %.

Для выявления особенностей внутрисистемных взаимосвязей был проведен непараметрический корреляционный анализ (табл. 4–6).

Таблица 4
Table 4

Матрица корреляций ключевых параметров состава тела у кикбоксеров
Correlation of key body composition parameters in kickboxers

| | Вес Weight | кг Ж AT kg | Вода Water | Мышцы ПН RL muscles | Мышцы ЛН LL muscles | Мышцы ПР RA muscles | Мышцы ЛР LA muscles | Мышцы Т Trunk muscles |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| Вес / Weight | | 0,83 | 0,89 | 0,90 | 0,93 | 0,70 | 0,87 | 0,83 |
| кг Ж / AT kg | | | 0,49 | 0,57 | 0,62 | 0,46 | 0,52 | 0,39 |
| Вода / Water | | | | 0,95 | 0,95 | 0,72 | 0,93 | 0,98 |
| Мышцы ПН RL muscles | | | | | 0,98 | 0,69 | 0,85 | 0,88 |
| Мышцы ЛН LL muscles | | | | | | 0,71 | 0,89 | 0,88 |
| Мышцы ПР RA muscles | | | | | | | 0,78 | 0,65 |
| Мышцы ЛР LA muscles | | | | | | | | 0,88 |
| Мышцы Т Trunk muscles | | | | | | | | |

Примечание. Здесь и в табл. 5, 6 выделены корреляционные взаимосвязи $p \leq 0,05$.

Note. Here and in the table 5, 6 highlighted correlations $p \leq 0.05$.

Таблица 5
Table 5

Матрица корреляций ключевых параметров состава тела у борцов
Correlation of key body composition parameters in wrestlers

| | Вес Weight | кг Ж AT kg | Вода Water | Мышцы ПН RL muscles | Мышцы ЛН LL muscles | Мышцы ПР RA muscles | Мышцы ЛР LA muscles | Мышцы Т Trunk muscles |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| Вес / Weight | | 0,48 | 0,96 | 0,95 | 0,93 | 0,85 | 0,83 | 0,96 |
| кг Ж / AT kg | | | 0,21 | 0,21 | 0,18 | 0,02 | -0,01 | 0,26 |
| Вода / Water | | | | 0,99 | 0,98 | 0,94 | 0,93 | 0,99 |
| Мышцы ПН RL muscles | | | | | 0,99 | 0,93 | 0,91 | 0,96 |
| Мышцы ЛН LL muscles | | | | | | 0,95 | 0,92 | 0,94 |
| Мышцы ПР RA muscles | | | | | | | 0,97 | 0,90 |
| Мышцы ЛР LA muscles | | | | | | | | 0,89 |
| Мышцы Т Trunk muscles | | | | | | | | |

Таблица 6
Table 6

Матрица корреляций ключевых параметров состава тела у тхэквондистов
Correlation of key body composition parameters in taekwondo athletes

| | Вес Weight | кг Ж AT kg | Вода Water | Мышцы ПН RL muscles | Мышцы ЛН LL muscles | Мышцы ПР RA muscles | Мышцы ЛР LA muscles | Мышцы Т Trunk muscles |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| Вес / Weight | | 0,54 | 0,79 | 0,51 | 0,82 | 0,82 | 0,86 | 0,52 |
| кг Ж / AT kg | | | -0,09 | -0,25 | 0,74 | 0,90 | 0,80 | -0,43 |
| Вода / Water | | | | 0,77 | 0,43 | 0,31 | 0,44 | 0,93 |
| Мышцы ПН RL muscles | | | | | -0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,86 |
| Мышцы ЛН LL muscles | | | | | | 0,94 | 0,99 | 0,08 |
| Мышцы ПР RA muscles | | | | | | | 0,97 | -0,05 |
| Мышцы ЛР LA muscles | | | | | | | | 0,08 |
| Мышцы Т Trunk muscles | | | | | | | | |

Анализ табл. 4–6 позволил выявить основные особенности внутрисистемных взаимосвязей параметров компонентного состава тела. В частности, ключевым отличием кикбоксеров является положительная корреляционная взаимосвязь ($r = 0,83$, $p \leq 0,05$) между массой тела и массой жировой ткани. У борцов масса жировой ткани не имеет взаимосвязи с мышечной тканью в конечностях, тогда как у тхэквондистов зафиксированы 3 такие взаимосвязи, особенно выраженные с мышцами рук.

Заключение. Исследование компонентного состава тела высококвалифицированных спортсменов-единоборцев показало, что, несмотря на некую схожесть тренировочного процесса, наблюдаются различия в адаптивных компенсаторных механизмах. Получены «модели» состава тела представителей борьбы, кикбоксинга и тхэквондо, использование которых при оперативном и комплексном контроле позволит индивидуализировать тренировочный процесс и прогнозировать спортивный результат.

Южно-Уральский государственный университет благодарит за финансовую поддержку Министерство образования и науки Российской Федерации (грант № 19.9733.2017/ВР).

Работа выполнена в рамках госзадания ИИФ УрО РАН (тема № АААА-А18-118020590108-7).

Работа выполнена при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «Мордовский государствен-

ный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева» по договору на выполнение научно-исследовательских работ от 04.06.2018 от № 1/333 по теме «Адаптация организма человека к физическим нагрузкам разной интенсивности».

Литература

1. Абрамова, Т.Ф. Морфологические критерии – показатели пригодности, общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам: учеб.-метод. пособие / Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина, Н.И. Кочеткова. – М.: ТВТ Дивизион, 2010. – 104 с.
2. Верхошанский, Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов: моногр. / Ю.В. Верхошанский. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 327 с.
3. Епишев, В.В. Постуральный баланс у легкоатлетов-бегунов на средние дистанции / В.В. Епишев, К.Е. Рябина, А.П. Исаев, В.В. Эрлих // Рос. журнал биомеханики. – 2017. – Т. 21, № 2. – С. 166–177.
4. Исаев, А.П. Физиологические, биомеханические, молекулярно-клеточные и теоретико-методические особенности проектирования успешной спортивной деятельности в видах спорта, развивающих выносливость / А.П. Исаев, В.В. Эрлих, В.В. Епишев, Ю.Б. Хусаинова // Теория и практика физ. культуры. – 2015. – № 4. – С. 18–20.
5. Исаев, А.П. Интегративная система

биоэлементов, белков, иммунологической резистентности, ферментативной и гормональной активности спортсменов в условиях развития локально-региональной мышечной выносливости на равнине и в среднегорье в разные сезоны года / А.П. Исаев, А.С. Аминов, В.В. Эрлих, А.В. Ненашева // *Теория и практика физ. культуры*. – 2014. – № 1. – С. 73–82.

6. Мак-Сомас, А.Дж. Скелетные мышцы: моногр. / А.Дж. Мак-Комас. – Киев: Олимп. лит., 2001. – 408 с.

7. Мартиросов, Э.Г. Технологии и методы определения состава тела / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев. – М.: Наука, 2006. – 248 с.

8. Меерсон, Ф.З. Адаптационная медицина: концепция долговременной адаптации: моногр. / Ф.З. Меерсон. – М.: Дело, 1993. – 138 с.

9. Павлова, В.И. Влияние тренировочного годовичного макроцикла на состояние периферического звена эритронов у юных тхэквондистов / В.И. Павлова, Д.А. Сарайкин, М.С. Терзи, Ю.Г. Камскова // *Теория и практика физ. культуры*. – 2014. – № 8. – С. 49–52.

10. Терзи, М.С. Молекулярно-генетическая детерминация функциональной работоспособности единоборцев разных квалификаций / М.С. Терзи, Е.В. Леконцев, Д.А. Сарайкин и др. // *Теория и практика физ. культуры*. – 2016. – № 7. – С. 21–24.

11. Claessens, M. Importance of determining the percentage body fat in endurance-trained athletes / M. Claessens, C. Claessens, P. Claessens et al. // *Indian Heart J.* – 2000. – № 52. – P. 307–314.

12. Garthe, Ina. Effect of Weight Loss on Body Composition and Performance in Elite Athletes / Ina Garthe, Truls Raastad, Jorunn Sundgot-Borgen // *Human Kinetics Journals*. – 2011. – Vol. 21(5). – P. 426–435.

13. Kazemi, Mohsen. A Profile Of Olympic Taekwondo Competitors / Mohsen Kazemi, Judith Waalen, Christopher Morgan, Anthony R. White // *J Sports Sci Med*. – 2006. – Jul; 5(CSSI). – P. 114–121.

14. Kenneth, J.E. Bioelectrical impedance methods in clinical research: a follow-up to the NIH technology assessment conference / J.E. Kenneth, B.J. Stacey, G.M. Chertow // *Nutrition*. – 1999. – № 15. – P. 874–880.

15. Kotler, D.P. Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease / D.P. Kotler, S. Burastero, J. Wang, R.N. Pierson // *Am J Clin Nutr*. – 1996. – № 64. – P. 489–497.

16. Özçakar, L. Comparative body fat assessment in elite footballers / L. Özçakar, A. Çetin, B. Kunduracıođlu et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2003. – № 37. – P. 278–279.

17. Salci, Yasar. The metabolic demands and ability to sustain work outputs during kickboxing competitions / Yasar Salci // *International Journal of Performance Analysis in Sport*. – 2015. – Vol. 15 (1). – P. 39–52.

18. Salvatore, Chiodo. Effects of Official Taekwondo Competitions on All-Out Performances of Elite Athletes / Chiodo Salvatore, Tessitore Antonio, Cortis Cristina et al. // *The Journal of Strength & Conditioning Research*. – 2011. – Vol. 25 (2). – P. 334–339.

19. Shafer, K.J. Validity of segmental multiple-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes / K.J. Shafer, W.A. Siders, L.K. Johnson et al. // *Nutrition*. – 2009. – № 25. – P. 25–32.

20. Sun, G. Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population / G. Sun, C.R. French, M.R. Glynn // *Am J Clin Nutr*. – 2005. – № 81. – P. 4–8.

21. Vardar, Selma Arzu. The Relationship Between Body Composition and Anaerobic Performance of Elite Young Wrestlers / Selma Arzu Vardar, Selin Tezel, Levent Öztürk et al. // *J Sports Sci Med*. – 2007. – Oct; 6(CSSI-2). – P. 34–38.

22. Yoon, Jaeryang. Physiological Profiles of Elite Senior Wrestlers / Jaeryang Yoon // *Sports Medicine*. – 2002. – Vol. 32 (4). – P. 225–233.

Сарайкин Дмитрий Андреевич, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и медико-биологических дисциплин, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 69. E-mail: saraykind@cspu.ru, ORCID: 0000-0003-0298-6507.

Хуснутдинова Алина Азатовна, лаборант-исследователь Управления научно-инновационной деятельности, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: alina@fiziosstep.ru, ORCID: 0000-0003-3225-0373.

Павлова Вера Ивановна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и медико-биологических дисциплин, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 69. E-mail: pavlovavi@cspu.ru, ORCID: 0000-0003-1347-3408.

Камскова Юлиана Германовна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и медико-биологических дисциплин, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 69. E-mail: kamskovaug@cspu.ru, ORCID: 0000-0003-1816-900X.

Юшков Борис Германович, член-корр. РАН, доктор медицинских наук, профессор, зав. лабораторией иммунофизиологии и иммунофармакологии, Институт иммунологии и физиологии УрО РАН. 620049, Екатеринбург, ул. Первомайская, 106. E-mail: b.yushkov@iip.uran.ru, ORCID: 0000-0001-6368-0099.

Поступила в редакцию 29 мая 2018 г.

DOI: 10.14529/hsm180305

ADAPTATION OF PROFESSIONAL ATHLETES TO VARIOUS PHYSICAL LOADS BY MEANS OF BODY COMPOSITION CHANGES

D.A. Saraykin¹, saraykind@cspu.ru, ORCID: 0000-0003-0298-6507,
A.A. Khusnutdinova², alina@fiziosstep.ru, ORCID: 0000-0003-3225-0373,
V.I. Pavlova¹, pavlovavi@cspu.ru, ORCID: 0000-0003-1347-3408,
Yu.G. Kamskova¹, kamskovaug@cspu.ru, ORCID: 0000-0003-1816-900X,
B.G. Yushkov³, b.yushkov@iip.uran.ru, ORCID: 0000-0001-6368-0099

¹South Ural State Humanitarian-Pedagogical University, Chelyabinsk, Russian Federation,

²South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,

³Institute of Immunology and Physiology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation

Aim. The aim of this article is to establish the model values of body composition for professional combat athletes. **Materials and methods.** In the morning we measured body composition using Tanita BC-418 body analyzer. The study involved 3 groups of professional male athletes (Candidates for Master of Sport, Masters of Sport; body weight 60–75 kg) from various combat sports: kickboxing (n = 23), sambo and judo (n = 25), taekwondo (n = 22). **Results.** In judo and sambo athletes we revealed greater relative amount of adipose tissue (about 12%), while in kickboxers and taekwondo athletes its values were within 7–9%. Taekwondo athletes demonstrated the lowest values of adipose tissue in arms, while its values in legs were higher than in wrestlers. The lowest limbs muscle mass was registered in wrestlers, taekwondo athletes demonstrated higher muscle mass in legs, and both kickboxers and taekwondo athletes had higher muscle mass

in arms. The difference between muscle mass in the trunk and muscle mass in legs was about 5 kg. Together with the data obtained using Box-Whiskers/Multiple graphic construction, where the median and 25–75 percentiles were almost identical, this proves that there are some model values for the body composition of professional athletes. Correlation analysis revealed that there was no correlation between muscle mass and adipose tissue in the limbs of wrestlers and kickboxers, while in taekwondo athletes we registered 3 correlations ($p \leq 0.05$) mostly connected with arm muscles. **Conclusion.** We obtained body composition models for wrestlers, kickboxers and taekwondo athletes, which can allow us to individualize training process and forecast sport performance.

Keywords: *wrestling, kickboxing, taekwondo, body composition, athlete's model.*

The study was performed with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (grant No. 19.9733.2017/BP).

The work was conducted as a part of the government task of the Institute of Immunology and Physiology of the Ural Branch of the Russian Academy of Science (topic No. AAAA-A18-118020590108-7).

The study was performed with the financial support of the Mordovia State Pedagogical Institute named after M.E. Evseviev according to the contract No. 1/333 dd. 04.06.2018 “Body adaptation to the physical loads of various intensity”.

References

1. Abramova T.F., Nikitina T.M., Kochetkova N.I. *Morfologicheskiye kriterii – pokazateli prigodnosti, obshchey fizicheskoy podgotovlennosti i kontrolya tekushchey i dolgovremennoy adaptatsii k trenirovochnym nagruzkam: ucheb.-metod. posobiye* [Morphological Criteria – Indicators of Fitness, General Physical Preparedness and Control of Current and Long-Term Adaptation to Training Loads]. Moscow, TVT Division Publ., 2010. 104 p.
2. Verkhoshanskiy Yu.V. *Osnovy spetsial'noy fizicheskoy podgotovki sportsmenov: monogr.* [Fundamentals of Special Physical Training of Athletes]. Moscow, Physical Training and Sport Publ., 1988. 327 p.
3. Epishev V.V., Ryabina K.E., Isayev A.P., Erlikh V.V. [Postural Balance Among Athletes-Runners at Medium Distances]. *Rossiyskiy zhurnal biomekhaniki* [Russian Journal of Biomechanics], 2017, vol. 21, no. 2, pp. 166–177. (in Russ.)
4. Isayev A.P., Erlikh V.V., Epishev V.V., Khusainova Yu.B. [Physiological, Biomechanical, Molecular-Cellular and Theoretical-Methodological Features of Designing Successful Sports Activities in Sports That Develop Endurance]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2015, no. 4, pp. 18–20. (in Russ.)
5. Abzalilov R.Y., Rybakov V.V., Isaev A.P., Erlikh V.V. Adaptation of Junior Orienteers to Loads, Developing Local-Regional and Special Muscular Endurance. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*, 2017, no. 21 (5), pp. 200–206. DOI: 10.15561/18189172.2017.0501
6. Mak-Somas A.Dzh. *Skeletnyye myshtsy: monogr.* [Skeletal Muscles. Monogr.]. Kiev, Olympic Literature Publ., 2001. 408 p.
7. Martirosov E.G., Nikolayev D.V., Rudnev S.G. *Tekhnologii i metody opredeleniya sostava tela* [Technologies and Methods for Determining Body Composition]. Moscow, Science Publ., 2006. 248 p.
8. Meyerson F.Z. *Adaptatsionnaya meditsina: kontseptsiya dolgovremennoy adaptatsii: monografiya* [Adaptive Medicine. The Concept of Long-Term Adaptation. Monograph]. Moscow, Case Publ., 1993. 138 p.
9. Pavlova V.I., Saraykin D.A., Terzi M.S., Kamskova Yu.G. [Influence of the Training Yearly Macrocycle on the Condition of the Peripheral Link of Erythron in Young Taekwondo]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2014, no. 8, pp. 49–52. (in Russ.)
10. Terzi M.S., Lekontsev E.V., Saraykin D.A., Pavlov V.I., Kamskova Yu.G. [Molecular-Genetic Determination of the Functional Efficiency of Martial Artists of Different Qualifications]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2016, no. 7, pp. 21–24. (in Russ.)

11. Claessens M., Claessens C., Claessens P. et al. Importance of Determining the Percentage Body Fat in Endurance-Trained Athletes. *Indian Heart J*, 2000, no. 52, pp. 307–314.
12. Garthe I., Raastad T., Sundgot-Borgen J. Effect of Weight Loss on Body Composition and Performance in Elite Athletes. *Human Kinetics Journals*, 2011, vol. 21 (5), pp. 426–435. DOI: 10.1123/ijnsnem.21.5.426
13. Kazemi M., Waalen J., Morgan Ch., White A.R. A Profile of Olympic Taekwondo Competitors. *J Sports Sci Med*, 2006, Jul; 5(CSSI), pp. 114–121.
14. Kenneth J.E., Stacey B.J., Chertow G.M. Bioelectrical Impedance Methods in Clinical Research: a Follow-Up to the NIH Technology Assessment Conference. *Nutrition*, 1999, no. 15, pp. 874–880.
15. Kotler D.P., Burastero S., Wang J., Pierson R.N. Prediction of Body Cell Mass, Fat-Free Mass, and Total Body Water with Bioelectrical Impedance Analysis: Effects of Race, Sex, and Disease. *Am J Clin Nutr*, 1996, no. 64, pp. 489–497. DOI: 10.1093/ajcn/64.3.489S
16. Özçakar L., Çetin A., Kunduracıođlu B. et al. Comparative Body Fat Assessment in Elite Footballers. *British Journal of Sports Medicine*, 2003, no. 37, pp. 278–279. DOI: 10.1136/bjism.37.3.278
17. Salci Yasar. The Metabolic Demands and Ability to Sustain Work Outputs During Kickboxing Competitions. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2015, vol. 15 (1), pp. 39–52. DOI: 10.1080/24748668.2015.11868775
18. Salvatore C., Tessitore A., Cortis C. et al. Effects of Official Taekwondo Competitions on All-Out Performances of Elite Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011, vol. 25 (2), pp. 334–339. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182027288
19. Shafer K.J., Siders W.A., Johnson L.K. et al. Validity of Segmental Multiple-Frequency Bioelectrical Impedance Analysis to Estimate Body Composition of Adults Across a Range of Body Mass Indexes. *Nutrition*, 2009, no. 25, pp. 25–32. DOI: 10.1016/j.nut.2008.07.004
20. Sun G., French C.R., Glynn M.R. Comparison of Multifrequency Bioelectrical Impedance Analysis with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry for Assessment of Percentage Body Fat in a Large, Healthy Population. *Am J Clin Nutr*, 2005, no. 81, pp. 4–8. DOI: 10.1093/ajcn/81.1.74
21. Vardar S.A., Tezel S., Öztürk L. et al. The Relationship Between Body Composition and Anaerobic Performance of Elite Young Wrestlers. *J Sports Sci Med*, 2007, oct; 6(CSSI-2), pp. 34–38.
22. Yoon J. Physiological Profiles of Elite Senior Wrestlers. *Sports Medicine*, 2002, vol. 32 (4), pp. 225–233. DOI: 10.2165/00007256-200232040-00002

Received 29 May 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Формирование адаптации спортсменов высокой квалификации к физическим нагрузкам разных видов спорта путем изменения соотношения компонентов тела / Д.А. Сарайкин, А.А. Хуснутдинова, В.И. Павлова и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 3. – С. 47–59. DOI: 10.14529/hsm180305

FOR CITATION

Saraykin D.A., Khusnutdinova A.A., Pavlova V.I., Kamskova Yu.G., Yushkov B.G. Adaptation of Professional Athletes to Various Physical Loads by Means of Body Composition Changes. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 3, pp. 47–59. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm180305