

25. *Sunnen, G. V.* Ozon in medicine / G. V. Sunnen. — New York, 1989. — Vol. 3. — P. 1–16.

26. *Viebahn, R.* «Ozon-Peroxide» – Peroxidradicale – Sauerstoff – radicale – was der Ozontherapeut darüber wissen sollte / R. Viebahn // *Erfahr. hk.* — 1985. — № 34. — P. 334.

27. *Viebahn, R.* The use of ozone in medicine. Karl F. Haug Publishers / R. Viebahn. — Heidelberg, 1994. — P. 1–178.

28. *Viebahn-Haensler, R.* Ozontherapie – therapeutische Grundidee und Wirksamkeitsmodelle / R. Viebahn-Haensler // *Erfahrungsheilkunde.* — 1991. — № 4. — P. 296–315.

*Поступила 02.05.2007*

**УДК: 613.72-071.3:796**

## **АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ОСНОВНЫХ БИОИМПЕДАНСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА ТЕЛА СПОРТСМЕНОВ**

**Н. Б. Шевко**

**Гомельский государственный медицинский университет**

Методом биоимпедансного анализа состава тела обследовано 30 квалифицированных спортсменов и 15 человек, не занимающихся спортом. Дан анализ основных показателей состава тела спортсменов. Данные по жировой массе, активной клеточной массе, тощей массе отличаются от таковых у нетренированных лиц. Наиболее изменчивым возрастным показателем состава тела спортсменов является жировая масса.

Проведена оценка влияния методических погрешностей, связанных с отклонениями от рекомендованной процедуры проведения биоимпедансных измерений, на данные состава тела.

Ключевые слова: биоимпедансный анализ, методические погрешности, параметры состава тела, спортсмены.

## **ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE MAIN BIOIMPEDANCE PARAMETERS OF SPORTSMEN BODY COMPOSITION**

**N. B. Shevko**

**Gomel State Medical University**

30 skilled sportsmen, and 15 not training persons were examined by the method of bioimpedance analysis of the body composition. Analysis of the main parameters of the sportsmen body composition is given. The data of fatty mass, active cellular mass, lean mass differ from the same parameters of not training persons. The most variable age factor of the sportsmen body composition is the fatty mass.

The influence of the methodical error the bioimpedance analysis on the body composition parameters was studied.

Key words: bioimpedance analysis, methodical error, parameters of the body composition, sportsmen.

### **Введение**

В клинической, оздоровительной и спортивной медицине важное значение имеет мониторинг состава тела, поэтому исследования компонентов массы тела человека *in vivo* приобретают в настоящее время все возрастающее значение. Результаты многочисленных работ свидетельствуют, что состав тела имеет существенную взаи-

мосвязь с показателями физической работоспособности человека, с его адаптацией к условиям внешней среды, с профессиональной и спортивной деятельностью. Изучение состава тела играет ключевую роль в диагностике ожирения, остеопороза, значимо при некоторых других заболеваниях и позволяет выявить риск развития патологии [1, 2].

Современный этап развития науки о морфологии человека характеризуется увеличением роли новых технологий и методов исследования. Наряду с традиционно используемыми для оценки состава тела методами антропометрии, калиперометрии, подводного взвешивания, гидростатической денситометрии, двойной рентгеновской абсорбциометрии, ядерного магнитного резонанса получили развитие биоэлектрические методы, самым распространенным из которых является биоимпедансный анализ (БИА). Биоимпедансный анализ — оперативный, неинвазивный и надежный метод определения состава тела, используемый в клинических и амбулаторных условиях [3–5].

Первое упоминание об исследовании электрической проводимости биологических объектов принято относить к работам В. Томсона (1890 г.). основополагающие работы в этой области были получены в середине XX в., когда были установлены значения удельного сопротивления и диэлектрической проницаемости тканей, органов и жидких сред организма, а также выявлены зависимости проводимости и диэлектрической проницаемости биологических жидкостей и клеточных суспензий от частоты зондирующего тока. Биоимпедансный анализ основывается на различиях электропроводности составляющих его тканей ввиду различного содержания в них жидкости и электролитов, а также на устойчивом соотношении между содержанием воды в организме и безжировой массой тела.

Существует несколько разновидностей биоимпедансного анализа, которые классифицируются по следующим трем признакам: 1) частоте зондирующего тока — одночастотные, двухчастотные, многочастотные; 2) объекту измерений — интегральные (объектом измерений служит значительная часть тела), локальные (измеряются отдельные участки тела или регионы), полисегментные (параметры всего организма устанавливаются на основе обработки результатов измерений составляющих его регионов); 3) тактике измерений — одноразовые, эпизодические, мониторные.

Имеются многочисленные сообщения о биоимпедансных измерениях тела [2, 4, 6–8]. Большинство исследований носят методический характер и направлены на совершенствование техники биоимпеданс-

ных измерений и расширение возможностей метода. Во многих работах проанализированы изменения биоимпедансных показателей у больных. В свою очередь опубликованные сведения о нормальных величинах биоимпедансных показателей состава тела здоровых лиц описаны не для всех возрастных групп. Немногочисленные работы, в которых характеризуются параметры состава тела лиц, регулярно занимающихся интенсивной физической деятельностью [8]. Работы в области спортивной морфологии часто однонаправлены (исследованы лишь представители отдельных видов спорта), а в ряде случаев обобщены данные о спортсменах, занимающихся различными видами спорта.

Известно, что занятия отдельными видами спорта оказывают специфическое воздействие на характер роста и развитие организма, на знание которых должен опираться учебно-тренировочный процесс подготовки высококвалифицированных спортсменов. В этой связи актуальной задачей является изучение влияния интенсивных физических нагрузок на динамику основных параметров состава тела спортсменов. Определенный интерес представляет проведение исследований по оценке методических погрешностей при выполнении биоимпедансного анализа.

**Цель исследования** — изучение влияния погрешностей, связанных с отклонениями от рекомендованной процедуры проведения биоимпедансного анализа, на оценку основных параметров состава тела. Проанализировать динамику основных биоимпедансных показателей состава тела спортсменов различного возраста.

#### **Материалы и методы**

Исследования проводились на спортсменах (n=30) 16–19 лет, тренирующихся «на выносливость» (академическая гребля, гребля на байдарках и каноэ, плавание); спортивный стаж — 7–12 лет; спортивная квалификация — I взрослый разряд, кандидат в мастера спорта, мастер спорта. Обследуемые спортсмены были разделены на две возрастные группы: первая — 16–17 лет (n=17), вторая — 18–19 лет (n=13). Контрольную группу составили лица мужского пола (n=15) 18–19 лет, не занимающиеся спортом. Исследования влияния погрешностей, связанных с отклонениями от рекомендованной процедуры проведения биоимпедансного анализа, на оценки основных

параметров состава тела проводились на юношах из контрольной группы.

Все исследования проводились на базе Научно-практического центра спортивной медицины (Гомельский областной диспансер спортивной медицины, УО «Гомельский государственный медицинский университет»).

Параметры состава тела измерялись методом биоимпедансного анализа на аппарате ABC-01 «Медасс». Принцип работы прибора основан на использовании зависимости баланса электрического сопротивления тканей на низкой и высокой частоте (20 и 500 кГц) от объемов клеточной и внеклеточной жидкости. Реализация используемого одночастотного интегрального метода биоимпедансометрии включает несколько этапов. На основе измеренного значения активного сопротивления определяются объем общей воды организма и тощая масса тела. Жировая масса вычисляется как разность значений массы тела и тощей массы. По измеренному значению реактивного сопротивления рассчитываются активная клеточная масса (масса мышц и внутренних органов) и основной обмен. Прибор ABC-01 «Медасс» подключается с помощью интерфейсного кабеля к порту USB. Обработка результатов измерений проводится программой ВІА-036 с визуализацией показателей состава тела в виде чисел (экспресс-оценка), временных трендов (мониторинг) или графиков, построенных на основе множественных экспресс-оценок. Выходные протоколы методики (рисунок 1) содержат оценки следующих параметров: основного обмена, индекса массы тела, жировой массы тела, безжировой массы тела, активной клеточной массы, процентного содержания активной клеточной массы в безжировой массе, объема воды в организме. Также выдаются методические материалы, помогающие интерпретировать результаты обследования.

Измерения проводились согласно рекомендациям Научно-технического центра «Медасс»: за 12 часов до обследования пациенту следует воздержаться от употребления алкоголя и интенсивных физических нагрузок, за 2,5 часа — от приема пищи; перед началом измерений обследуемому рекомендуется находиться в положении

лежа 5 минут; во время измерений необходимо надежно изолировать обследуемого от окружающих электропроводящих предметов; обследуемый находится в положении лежа, руки и ноги разведены в стороны под углом 30–45° к оси тела; измерительные электроды накладываются на уровне сочленения костей предплечья и запястья, а на нижней конечности — на уровне сочленения костей стопы и голени; измерительные и токовые электроды находятся на тыльной стороне стопы и голени на расстоянии 3 см друг от друга.

С целью изучения влияния методических погрешностей при выполнении процедуры биоимпедансного анализа на оценку основных параметров состава тела исследования проводили с отклонениями от вышеописанных рекомендаций.

Статистическая обработка результатов проводилась на персональном компьютере с помощью пакета статистических программ Microsoft Excel и пакета STATISTICA (V. 6.0).

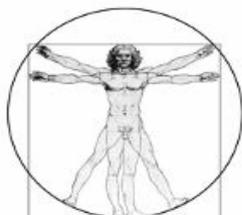
#### **Результаты и обсуждение**

Исследование повторяемости результатов при соблюдении требований проведения биоимпедансного анализа показало, что максимальные относительные величины разброса оцениваемых параметров по тощей массе (ТМ) и жировой массе (ЖМ) составляют 0–1% ( $p > 0,05$ ).

При проведении измерений через каждые 2 минуты после принятия испытуемым горизонтального положения отклонения значений в течение 20 минут по ТМ и ЖМ составили 0,2–0,8% ( $p > 0,05$ ) по отношению к данным первого измерения.

При принятии испытуемым вертикального положения отклонения по данным ТМ и ЖМ составили 0,2%; в положении сидя — 3%. В положении с приведенными к туловищу ногами и (или) сведенными вместе нижними конечностями данные ТМ и ЖМ разнились на 0,6–1% ( $p > 0,05$ ).

Расположение электродов на расстоянии 1–2 см друг от друга привело к отклонению данных ТМ на 0,5–0,6% ( $p > 0,05$ ), жировой массы — на 0,9–1% ( $p > 0,05$ ). Расположение электродов на расстоянии 4,5–5,5 см друг от друга (смещение токовых электродов в дистальном направлении) привело к отклонению данных ТМ на 0,4–1,4%, ЖМ — на 1,7–2,4% ( $p > 0,05$ ).



# SPORT

НПЦ "Спортивной медицины" г. Гомель

т. 74-53-49, 712-3-09

Стецова Г.В., Шеско Н.В.

Оценка состава тела (биоимпедансный анализ)

Протокол, пациент: Курзова Е.В.



Базовые данные		567 Ом / 73 Ом	
Дата	04.05.2007 10:13:52	Индекс массы тела	21.3 кг/м <sup>2</sup>
Дата рождения	24.04.1991	Окружность талии	69 см
Рост	166 см	Окружность бедер	91 см
Вес	58.6 кг	Основной обмен	1469 ккал
Состав тела			
Индекс массы тела			
Жировая масса (кг)			
Тощая масса (кг)			
Активная клеточная масса			
Доля активной клеточной массы (%)			
Общая жидкость (кг)			
Соотношение талия / бедра			
Классификация по проценту жировой массы			
	Истощение	Фитнес-стандарт	Норма
			Избыточный вес
			Ожирение

08.05.2007 13:55:10

Врач: \_\_\_\_\_

Рисунок 1 — Протокол биоимпедансного анализа

При проведении биоимпедансного анализа состава тела спортсменов в возрастной группе 16–17 лет получены следующие показатели: тощая масса —  $62,2 \pm 1,6$  кг; жировая масса —  $9,7 \pm 0,8$  кг; активная

клеточная масса —  $38,7 \pm 1,1$  кг. Масса тела —  $71,8 \pm 6,4$  кг. По сравнению с лицами этой же возрастной группы, не занимающимися спортом (данные Э. Г. Мартиросова, Д. В. Николаева и др., 2006), ТМ спорт-

сменов больше на  $30,9 \pm 1,4\%$  ( $p < 0,05$ ); ЖМ спортсменов меньше на  $31,2 \pm 2,8\%$  ( $p < 0,05$ ); АКМ спортсменов превышает на  $37,5 \pm 3,8\%$  ( $p < 0,05$ ).

При обследовании группы спортсменов 18–19 лет получены следующие данные: масса тела —  $76,6 \pm 7,1$  кг; тощая масса —  $63,2 \pm 1,6$  кг; жировая масса —  $13,4 \pm 1,2$  кг; активная клеточная масса —  $39,8 \pm 1,3$  кг. Соответствующие показатели в контрольной группе 18–19 лет составили: ТМ —  $60,5 \pm 2,1$  кг, ЖМ —  $16,4 \pm 1,8$  кг, АКМ —  $36,8 \pm 1,2$  кг.

Показатели ТМ спортсменов 18–19 лет на  $4,3 \pm 2,3\%$  ( $p > 0,05$ ) больше, чем в контрольной группе; ЖМ спортсменов меньше на  $18,3 \pm 2,8\%$  ( $p > 0,05$ ); АКМ спортсменов на  $7,5 \pm 2,1\%$  ( $p > 0,05$ ) больше, чем у лиц, не занимающихся спортом.

Сравнение полученных данных обеих возрастных групп лиц, занимающихся спортом, показало, что основные показатели состава тела спортсменов 18–19 лет превышают аналогичные показатели 16–17-летних спортсменов: ЖМ — на  $27,6 \pm 0,9\%$  ( $p < 0,02$ ), АКМ — на  $2,5 \pm 1,2\%$  ( $p > 0,05$ ), ТМ — на  $1,9 \pm 1,5\%$  ( $p > 0,05$ ).

#### Выводы

1. Наиболее значимыми факторами, приводящими к отклонению биоимпедансных данных состава тела, являются точность расположения электродов, а также проведение исследования в положении сидя. Отклонения результатов при других нарушениях методики исследования (время начала измерений, приведение конечностей к туловищу) не выходят из интервала общей повторяемости результатов. Это свидетельствует о том, что биоимпедансный анализ является технически простым и удобным методом, позволяющим получить точные данные о составе тела даже при нестрогом соблюдении всех рекомендаций по процедуре проведения биоимпедансных измерений.

2. Данные биоимпедансного анализа состава тела спортсменов отличаются от таковых у нетренированных лиц. Достоверная разница показателей ( $p < 0,05$ ) по сравнению с контролем наблюдается в группе спортсменов 16–17 лет: тощая масса спортсменов больше на  $30,9 \pm 1,4\%$ ; жировая

масса меньше на  $31,2 \pm 2,8\%$ ; активная клеточная масса спортсменов превышает на  $37,5 \pm 3,8\%$ .

3. Анализ возрастной динамики биоимпедансных показателей состава тела спортсменов показал, что наиболее изменчивым показателем является жировая масса: у 18–19-летних спортсменов она на  $27,6 \pm 0,9\%$  ( $p < 0,02$ ) больше, чем у спортсменов 16–17 лет.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биофизические основы и протокол обследования методом одночастотного биоимпедансного анализа состава тела: материалы 8 научно-практической конференции «Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы», Москва, 22 марта 2006 г. / Главный клинический госпиталь МВД России; под ред. И. Г. Бобринской [и др.]. — Москва, 2006. — 480 с.

2. *Мартыросов, Э. Г.* Технологии и методы определения состава тела человека / Э. Г. Мартыросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. — М.: Наука, 2006. — 248 с.

3. Руководство по эксплуатации АВС-01 «Медасс»: рекомендован к применению в медицинской практике Комитетом по новой медицинской технике МЗ РФ 26.05.97. — М., 1997. — 11 с.

4. Биоимпедансный метод определения состава тела / Э. П. Балуев [и др.] // Вестник РУДН. — 2000. — № 3. — С. 66–77.

5. О терминологии биоимпедансного анализа: материалы 8 научно-практической конференции «Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы», Москва, 22 марта 2006 г. / Главный клинический госпиталь МВД России; под ред. И. Г. Бобринской [и др.]. — М., 2006. — 480 с.

6. Мультичастотный сегментарный биоимпедансный анализ в оценке изменений водных секторов организма / Г. Г. Иванов [и др.] // Рос. ж-л анестезиологии и интенсивной терапии. — 1999. — № 2. — С. 2–9.

7. Биоимпедансная оценка состава тела у детей 10–16 лет с использованием анализатора АВС 01 «МЕДАСС»: материалы 8 научно-практической конференции «Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы», Москва, 22 марта 2006 г. / Главный клинический госпиталь МВД России; под ред. И. Г. Бобринской [и др.]. — М., 2006. — 480 с.

8. *Ackland, T. R.* Anthropometric profiles of elite triathletes / T. R. Ackland [et al] // J. Sci. Med. Sport. — 1998. — № 3. — P. 52–56.

Поступила 11.05.2007