

УДК 613.94–057.875

© Е.М. Ситникова, Н.Ю. Шибанова, О.А. Садовская

*ГБОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия» Минздрава РФ  
г. Кемерово, Россия*

## **АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ БИОИМПЕДАНСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА ТЕЛА СТУДЕНТОВ ВУЗОВ**

**Аннотация.** Исследования выполнены на базе «Центра Здоровья» в межвузовской поликлинике г. Кемерово. Дана гигиеническая оценка показателей состава тела, полученных с помощью биоимпедансного метода исследования. Отмечены достоверно значимые различия между показателями состава тела в зависимости от пола студентов. Установлены связи между отдельными показателями состава тела. В качестве дополнительного метода оценки и изучения состояния здоровья студентов, предложена комплексная оценка пищевого статуса.

**Ключевые слова:** биоимпедансометрия, состав тела, активная клеточная масса, жировая масса тела, фазовый угол.

© E.M. Sitnikova, N.Yu. Shibanova, O.A. Sadovskaya

*Kemerovo State Academy of Medicine*

*Kemerovo, Russia*

## **BIOIMPEDANCE RESEARCH ANALYSIS OF THE BODY OF UNIVERSITY STUDENTS**

**Abstract.** The studies were carried out on the basis of "Health Center" in the intercollegiate polyclinic of Kemerovo city. The hygienic assessment of the indicators of body composition was obtained due to the bioimpedance research method. Significant differences between some body composition indices depending on the sex of the students were revealed. The links between individual indicators of body composition were established. A comprehensive study of the food status was offered as an additional method of assessment of the students' health status.

**Keywords:** bioimpedance study, body composition, active cell mass, body fat mass, phase angle.

**Введение.** Одним из трех приоритетов национального проекта «Здоровье» является укрепление первичного звена здравоохранения, путем развития профилактического направления и диспансеризации различных групп населения [1]. При этом наиболее эффективным считается проведение профилактических мероприятий среди лиц молодого возраста, поскольку здоровье молодежи считается своеобразным индикатором социального

благополучия нации, а также предвестником изменений в показателях здоровья населения в последующие годы [4].

Для формирования индивидуального паспорта здоровья при проведении диспансеризации населения в «Центрах здоровья» необходимыми считаются антропометрические исследования и определение уровня физического развития, в том числе с обязательной оценкой показателей состава тела [5]. На современном этапе для изучения состава тела применяются практически все разновидности медицинских диагностических методов, например, таких как метод воздушной плетизмографии, инфракрасного отражения, нейтронный активационный анализ, ультразвуковые методы исследования и др. [2]. Однако наиболее широко используемым в клинической практике и скрининговых исследованиях является метод биоимпедансного анализа состава тела [3].

Биоимпедансный метод исследования состава тела позволяет на основе параметров водного, белкового и липидного обмена оценить риск развития целого ряда заболеваний и метаболических нарушений, включая гипертоническую болезнь, диабет второго типа, заболевания опорно-двигательного аппарата, развитие мочекаменной болезни. Кроме того, с помощью данного метода можно выявить неспецифические маркеры развития хронических заболеваний катаболической направленности (цирроз печени, онкологические заболевания, гепатит, СПИД). Биоимпедансный метод дает возможность оценить достаточность уровня общей физической подготовки контингентов разных половозрастных категорий, сбалансированность рациона питания по белковому компоненту [2].

По результатам определения состава тела пациента можно получить данные с точностью до 100 граммов содержания жировой и скелетно-мышечной тканей, общей жидкости, а также относительные величины этих показателей в процентах к общей массе тела. При этом для каждого пациента

автоматически рассчитываются индивидуальные показатели нормы в зависимости от его возраста, пола, роста, объема талии и бедер. Норма для последующей оценки результатов биоимпедансметрии имеет не одно значение, а представляет собой определенный интервал. Это позволяет наиболее точно оценить массо-ростовые показатели.

Биоимпедансметрия также производит определение интенсивности обмена веществ. Обмен веществ определяется путем расчета фазового угла, который отражает состояние клеток организма, уровень общей работоспособности и интенсивность обмена веществ. Норма фазового угла от 5,4 до 7,8 °. Также интенсивность обмена веществ можно определить по количеству активной клеточной массы [3].

**Цель.** Оценка фракционного состава тела студентов Кемеровской области, с использованием биоимпедансного метода исследования.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на базе «Центра Здоровья» межвузовской студенческой поликлиники № 10 МБУЗ «ГКБ № 1 им. М.Н. Горбуновой» в г. Кемерово. В исследовании применялся биоимпедансный метод исследования состава тела человека с определением таких параметров, как жировая, тощая, клеточная и скелетно-мышечная масса, объем и распределение воды в организме [3].

В работе использованы выкопировка данных из медицинской документации и аналитический, может быть статистический метод исследования полученных материалов. Дизайн исследования соответствовал требованиям комитета по этике и доказательности ГБОУ ВПО «КемГМА» Минздрава России, разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. №266.

Исследование носило сугубо добровольный характер. Все пациенты заполнили письменное информированное согласие на участие в исследовании.

В исследовании приняли участие 523 студента различных ВУЗов г. Кемерово, в возрасте от 18 до 21 года, в том числе 77,1 % девушек, 22,9 % юношей. Критериями включения в группу исследуемых были обучение в одном из ВУЗов г. Кемерово и возраст пациентов не моложе 18 лет. Всем студентам было проведено обследование в «Центре Здоровья» в объеме обязательных исследований при проведении диспансеризации.

Исследование проводилось с применением биоимпедансного анализатора ADC-1 «Медасс». Прибор подключался к персональному компьютеру, что позволяло вести базу данных, выводить на печать протоколы и графики обследования. По результатам обследования формировался протокол, который выводился на экране монитора и в печать. В протоколе были отражены исходные данные, вводимые в программу (пол, рост, вес, возраст, окружность талии и бедер), результаты измерения импеданса (активное и реактивное сопротивление, фазовый угол), рассчитанные значения индекса массы тела, отношение окружности талии и бедер, результаты расчета параметров тела (жировая и тощая масса тела, активная клеточная масса, масса скелетной мускулатуры).

Методика обследования включала обязательную предварительную подготовку обследуемых (отказ от употребления алкогольных напитков, кофеина и других веществ, способствующих нарушению водного обмена, за 3–4 часа воздержание от физических нагрузок, а также от приема воды и пищи). Перед началом измерений обследуемому рекомендовали провести лежа на горизонтальной поверхности 5–7 минут.

Биоимпедансный анализатор присоединяли к конечностям тела при помощи специальных электродов. Перед этим соответствующие участки

кожи протирали спиртом, а электроды покрывали слоем геля-электролита. Во время измерений обследуемый сохранял неподвижное положение тела, руки и ноги разведены под углом 30–45° к оси тела.

**Предмет исследования.** В работе сравнивались фактические показатели биоимпедансметрии с возрастными нормами. Данные о долях в составе тела жировой массы (ЖМТ), активной клеточной массы (АКМ), скелетных мышц представлены в виде относительных показателей и ошибки относительного показателя ( $P \pm m$ ). Результаты исследования количества тощей массы тела (ТМТ), активной клеточной массы, скелетных мышц, общей жидкости в организме представлены в виде средних показателей и ошибки среднего показателя ( $M \pm m$ ). Проверку нормальности распределения количественных признаков выполняли с использованием критерия Шапиро-Уилкса. Оценка статистической значимости различий относительных показателей осуществлялась с помощью t-критерия Стьюдента. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05.

Для установления наличия связей между значениями фазового угла и отдельными показателями состава тела использован корреляционно-регрессионный анализ, где зависимая переменная (Y) – фазовый угол, а независимые переменные (X) – это ТМТ, АКМ, доля АКМ, скелетно-мышечная масса, а также доля скелетно-мышечной массы в организме, величина удельного основного обмена. Для создания архивной базы данных использовалась программа Microsoft Office Excel 2003 (лицензионное соглашение 74017-640-0000106-57177). Компьютерная обработка с использованием пакетов прикладных программ Statistica версия 6.1 (лицензионное соглашение BXXR006D092218FAN11).

**Результаты.** В результате оценки показателей состава тела у студентов установлено, что абсолютные и относительные показатели мышечного

компонента тела юношей имеют достоверно более высокие показатели, чем у девушек ( $p = 0,000$ ). Так, среднее содержание скелетно-мышечной массы юношей составляет  $31,8 \pm 0,41$  кг, у девушек –  $20,3 \pm 0,12$  кг. Доля скелетно-мышечной массы у юношей находится на уровне  $54,1 \pm 0,16$  %, у девушек  $48,8 \pm 0,16$  % (табл. 1).

Таблица 1

**Сравнительная характеристика в зависимости от пола показателей состава тела студентов ВУЗов г. Кемерово**

Показатели	Единицы измерения	Фактические показатели состава тела, $M \pm m$ :		
		все студенты ( $n = 523$ )	девушки ( $n = 403$ )	юноши ( $n = 120$ )
ТМТ	кг	$45,5 \pm 0,4$	$41,5 \pm 0,24$	$59,3 \pm 0,63^*$
АКМ	кг	$24,9 \pm 0,27$	$22,2 \pm 0,16$	$34,2 \pm 0,41^*$
скелетно-мышечная масса	кг	$22,9 \pm 0,25$	$20,3 \pm 0,12$	$31,8 \pm 0,41^*$
общая жидкость	кг	$33,3 \pm 0,29$	$30,3 \pm 0,16$	$43,4 \pm 0,45^*$
удельный основной обмен	ккал/ $m^2$ сут.	$825,6 \pm 3,3$	$809,8 \pm 3,1$	$878,9 \pm 8,4^*$
фазовый угол	градус	$6,1 \pm 0,04$	$5,9 \pm 0,04$	$6,7 \pm 0,07^*$

Примечание: \* – различия сравниваемых групп статистически значимы ( $p = 0,000$ )

Аналогичная ситуация складывается в отношении активной клеточной массы. Среднее значение данного показателя юношей выявлен на уровне  $34,2 \pm 0,41$  кг, девушек –  $22,2 \pm 0,16$  кг. Процентная доля активной клеточной массы девушек ( $53,2 \pm 0,17$  %) достоверно ниже, чем у юношей ( $57,7 \pm 0,27$  %) (табл. 2).

Таблица 2

**Анализ вклада различных составляющих состава тела студентов ВУЗов г. Кемерово**

Показатели	Фактический вклад (%) различных составляющих состава тела, $P \pm m$ :		
	все студенты ( $n = 523$ )	девушки ( $n = 403$ )	юноши ( $n = 120$ )
доля ЖМТ	$16,9 \pm 0,4$	$17,4 \pm 0,42$	$15,2 \pm 0,8^*$
доля АКМ	$54,2 \pm 0,17$	$53,2 \pm 0,17$	$57,7 \pm 0,27^*$
доля скелетно-мышечной массы	$50,0 \pm 0,16$	$48,8 \pm 0,16$	$54,1 \pm 0,16^*$

Примечание: \* – различия сравниваемых групп статистически значимы ( $p = 0,000$ ).

Показатель жирового компонента состава тела в обеих половых группах не превышает оптимальных значений (норма для девушек 20–28 %, для юношей 14–20 %) и в среднем составляет  $16,9 \pm 0,4$  %. При этом показатели жировой составляющей массы тела в группе девушек достоверно выше ( $p = 0,000$ ), чем у юношей, указывая на более активное участие жирового компонента в формировании женского тела. Относительная масса жирового компонента девушек установлена на уровне  $17,4 \pm 0,42$  %, у юношей данный показатель составил  $15,2 \pm 0,8$  %.

При анализе ТМТ, относящейся к безжировой составляющей состава тела, получены статистически значимые различия в содержании данного компонента в зависимости от пола. Так, значения ТМТ у юношей ( $59,3 \pm 0,63$  кг) достоверно выше, чем у девушек ( $41,5 \pm 0,24$  кг). Соотношение обхватов талии и бедер в обеих половых группах не выходило за границы нормальных значений (0,8 и менее для девушек, 1,0 и менее для юношей). Для девушек данный показатель установлен на уровне  $0,72 \pm 0,002$ , для юношей –  $0,8 \pm 0,006$ . Суммарное содержание внутриклеточной и внеклеточной воды в организме обследуемых студентов составило в среднем  $33,3 \pm 0,29$  кг.

Показано что, удельный основной обмен у обследуемых студентов был на уровне  $825,6 \pm 3,3$  ккал/м<sup>2</sup>сут. При этом величина удельного основного обмена юношей на 7,9 % выше, чем у девушек. Корреляционный анализ показал наличие прямой средней по силе связи между удельной величиной основного обмена и количеством активной клеточной массы ( $r = 0,47$ ,  $p = 0,000$ ) (табл. 3).

Установлена также прямая средняя по силе связь между величиной основного обмена и долей активной клеточной массы ( $r = 0,65$ ,  $p = 0,000$ ). Это указывает на то, что с увеличением значения активной клеточной массы повышается интенсивность обмена веществ.

Таблица 3

**Связь между значениями фазового угла и отдельными показателями состава тела**

Зависимая переменная (Y)	Независимая переменная (X)	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции	P
Фазовый угол	ТМТ	$y = 3,53 + 6,9 \cdot x$	0,57	0,000
	АКМ	$y = 11,8 + 6,05 \cdot x$	0,75	0,000
	доля АКМ	$y = 25,7 + 4,6 \cdot x$	0,99	0,000
	скелетно-мышечная масса	$y = -1,6 + 4,1 \cdot x$	0,54	0,000
	доля скелетно-мышечной массы	$y = 39,8 + 1,7 \cdot x$	0,32	0,000
	удельный основной обмен веществ	$y = 507,9 + 51,8 \cdot x$	0,58	0,000

Важным параметром биоимпедансного исследования, отражающим общий уровень работоспособности и интенсивность обменных процессов, является фазовый угол [3]. При норме фазового угла от  $5,4^0$  до  $7,8^0$ , среднее значение данного показателя у обследованных студентов составило  $6,1^0 \pm 0,04$ . Выявлена статистически значимая зависимость между показателями активной клеточной массы, долей активной клеточной массы и значениями фазового угла у лиц молодого возраста. Исследование показало наличие прямой сильной связи ( $r = 0,99-0,75$ ,  $p = 0,000$ ).

**Выводы и рекомендации.** Большинство показателей состава тела обследуемых студентов кемеровских ВУЗов не выходили за границы нормируемых значений. Биоимпедансным методом получены достоверно значимые данные о липидном, белковом и водном обмене обследуемых студентов ВУЗов г. Кемерово, а также ряд достоверно значимых метаболических коррелятов. Установлены статистически значимые гендерные различия результатов биоимпедансметрии у лиц молодого возраста. Для объективной оценки и контроля состояния здоровья студентов наряду с биоимпедансным методом исследования необходима комплексная



оценка пищевого статуса с обязательным установлением типа пищевого поведения.

### Список литературы:

1. Колокольцев М.М., Лумпова О.М., Лебединский В.Ю. Некоторые показатели физического развития девушек юношеского возраста Прибайкалья // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2011. – № 4 (80), Ч. 1. – С. 225–229.
2. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. – М., 2006. – 248 с.
3. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. – М., 2009. – 392 с.
4. Оказание медицинской помощи взрослому населению в Центрах здоровья: методические рекомендации (МР № 14-3/10/1-2819). – М., 2012. – 121 с.
5. Постановление Правительства РФ от 29.12.2001 N 916. Об общероссийской системе мониторинга состояния физического здоровья населения, физического развития детей, подростков и молодежи.

### References

1. Kolokol'tsev, M.M., Lumpova O.M., Lebedinskiy V.Yu. Nekotorye pokazateli fizicheskogo razvitiya devushek yunosheskogo vozrasta Pribaykal'ya [Some parameters of physical development of early adolescent girls in Baikal region]. *Bulletin SNC SB RAMS*, 2011, no. 4(80), pp. 225–229 (in Russian).
2. Martirosov E.G., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. Tekhnologii i metody opredeleniya sostava tela cheloveka [Technologies and methods of determining of the body composition of a person]. Moscow, 2006. 248 p. (in Russian).
3. Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. Bioimpedansnyy analiz sostava tela cheloveka [Bioimpedance analysis of the body composition of a man]. Moscow, 2009. 392 p. (in Russian).
4. Okazanie meditsinskoy pomoshchi vzrosloму naseleniyu v Tsentrah zdorov'ya: metodicheskie rekomendatsii (MR № 14-3/10/1-2819) [Providing medical assistance to adult population in health centers: Methodological recommendations (MR № 14-3/10/1-2819)]. Moscow, 2012. 121 p. (in Russian).
5. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 29.12.2001 N 916. Ob obshcherossiyskoy sisteme monitoringa sostoyaniya fizicheskogo zdorov'ya naseleniya, fizicheskogo razvitiya detey, podrostkov i molodezhi [Resolution of the Government of the Russian Federation dated 29.12.2001 N 916. About the all-Russian system of monitoring of the condition of physical health of population, physical development of children, teenagers and youth] (in Russian).

**Ситникова Елена Михайловна** – кандидат медицинских наук, доцент, кафедра общей гигиены, ГБОУ ВПО КемГМА Минздрава России (тел.: 8 (3842) 62-58-89, e-mail: len-sitnikova@mail.ru).

**Шибанова Наталья Юрьевна** – доктор медицинских наук, профессор, кафедра гигиены труда и гигиены питания, ГБОУ ВПО КемГМА Минздрава России (тел.: 8 (3842) 62-58-89, e-mail: nys-kem@rambler.ru).

**Садовская Оксана Александровна** – ассистент, кафедра общей гигиены, ГБОУ ВПО КемГМА Минздрава России (тел.: 8 (3842) 62-58-89, e-mail: orsa735@mail.ru).

ГБОУ ВПО Кемеровская государственная медицинская академия Минздрава РФ, Россия, 650029, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 22 а.

**Sitnikova Elena Mikhailovna** – Candidate of Medical Science, associate professor, department of general hygiene, Kemerovo State Academy of Medicine (tel.: 8 (3842) 62-58-89, e-mail: len-sitnikova@mail.ru).

**Shibanova Natalia Yuryevna** – Doctor of Medical Science, professor, department of occupational and food hygiene, Kemerovo State Academy of Medicine (tel.: 8 (3842) 62-58-89, e-mail: nys-kem@rambler.ru).

**Sadovskaya Oksana Alexandrovna** – teaching assistant, department of general hygiene, Kemerovo State Academy of Medicine (tel.: 8 (3842) 62-58-89, e-mail: orsa735@mail.ru).

Kemerovo State Academy of Medicine of the Russian Health Ministry, 22 a, Voroshilov str., Kemerovo, 650029, Russia.