

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ТЕЛА У ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ: МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

В.П. Чтецов, М.А. Негашева, Н.Е. Лапшина

Кафедра антропологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

Введение. В современной морфологии человека все больше внимания уделяется изучению компонентного состава тела. В данной статье приводится краткое описание некоторых методических подходов к решению этой проблемы, особое внимание уделено методу биоимпедансометрии, как одному из самых современных, быстрых и достоверных способов оценки компонентов состава тела. Целью исследования было изучение состава тела у взрослого населения с помощью биоимпедансного анализа, а также сравнение полученных данных с результатами антропометрических исследований.

Материалы и методы. В статье использованы материалы комплексного медико-антропологического исследования, проведенного в 2010 году в городе Архангельске. Обследовано 557 человек: 147 мужчин и 410 женщин в возрасте от 17 до 60 лет. Программа исследования включала измерение более 20 соматических показателей, а также определение состава тела с помощью биоимпедансного анализатора «Медасс» АВС-01.

Результаты и обсуждение. Сравнительный анализ расчетов отдельных компонентов состава тела, в частности, жировой массы тела, полученной при использовании биоимпедансного анализатора и антропометрии (расчет по формулам Матейки), показал высокую степень близости результатов, несмотря на совершенно разную природу этих методов. Каждый из рассмотренных методов имеет определенные преимущества и те или иные сложности в применении. Биоимпедансный анализатор с высокой степенью точности дает оценку многим компонентам состава тела (жировая масса, скелетно-мышечная, активная клеточная масса, фазовый угол и др.), но остается достаточно дорогостоящим прибором. Классический антропометрический метод (с последующим применением расчетных формул), несмотря на относительную архаичность (формулы Матейки разработаны в начале прошлого века), по-прежнему составляет значительную конкуренцию новым инструментально-компьютерным технологиям, показывает высокую достоверность результатов и является самым распространенным при массовых обследованиях. Применение схемы Дерябина, базирующейся на антропометрическом методе, предполагает владение факторным анализом и умение морфологически интерпретировать полученные математические результаты. Показатели схемы Дерябина дают объективную характеристику общим и частным свойствам телосложения, а также отдельным компонентам состава тела.

В статье также представлен анализ возрастной динамики жировой массы тела (в нормированном виде), рассчитанной с помощью трех методов: по формулам Матейки, с помощью биоимпедансометрии и по схеме Дерябина. Близость полученных результатов свидетельствует о полномасштабном использовании любого из рассмотренных методов для описания внутригрупповой изменчивости и анализа возрастной динамики показателей общего жировоголожения. Анализ возрастных изменений показателей топографии жировоголожения (из схемы Дерябина) показал тенденцию увеличения с возрастом трупальной локализации подкожного жира у обоих полов.

При изучении возрастных изменений количества активной клеточной массы и значений фазового угла выявлена тенденция к снижению обоих показателей с возрастом (после 40 лет), наиболее отчетливо выраженная в женской группе, что свидетельствует о снижении общей физической активности и ухудшении состояния здоровья.

Заключение. Оценки компонентов состава тела, полученные с помощью биоимпедансометрии и рассчитанные по формулам Матейки и схеме Дерябина, адекватным образом отражают конституциональные особенности организма. Для определения состава тела и особенностей телосложения при массовых обследованиях можно использовать как традиционные антропометрические методы, так и современные инструментально-компьютерные технологии. Биоимпедансный анализатор, популярность которого сильно возросла в последние годы, благодаря простоте использования, высокой степени достоверности результатов и комплексной оценке не только

компонентов состава тела, но и ряда физиологических показателей, имеет методические преимущества для определения особенностей телосложения, физического развития и общего состояния организма человека.

Ключевые слова: МГУ имени М.В. Ломоносова, антропология, состав тела, антропометрия, биоимпедансометрия, формулы Матейки, схема Дерябина

Введение

В современной морфологии человека все больше внимания уделяется изучению компонентного состава тела. Знание характера соотношения отдельных тканевых компонентов тела, прежде всего основных – костной, жировой и мышечной масс, представляет значительный интерес, поскольку состав тела существенно меняется под влиянием изменений в характере питания, физической активности, при заболеваниях, длительном действии психологических стрессовых факторов и т.п., и совсем небезразлично, за счет чего происходят эти изменения. Изменение общего веса тела, которое раньше служило основным мериллом изменения компонентов тела, представляет слишком обобщенный показатель, не дающий возможности установить, какие из них – обезжиренная масса или жир, вода или мышцы – реагируют в первую очередь на ту или иную реакцию напряжения. Важно также знать, каковы оптимальные соотношения компонентов в разные периоды жизни, у представителей разного пола, различных расовых и профессиональных групп, каким образом вариации компонентов телосложения связаны с вариациями функциональных, физиологических и биохимических показателей, каковы пределы нормальных границ изменчивости тканевых компонентов и т.д.

Подробное изложение исторических этапов развития методов определения состава тела человека и детальное описание этих методов представлено в книгах «Учение о физическом развитии человека [Башкиров, 1962], «Морфология человека» [1990] и «Технологии и методы определения состава тела человека» [Мартиросов, 2006].

Кратко следует напомнить о следующих методических подходах к решению проблем изучения состава тела.

Классический анатомический – один из первых подходов к изучению компонентного состава тела человека получил развитие во второй половине XIX в. – начале XX в. Анатомы расчленяли

тела умерших людей и изучали вес отдельных органов и тканей.

Денситометрический способ определения объема человеческого тела и, соответственно, удельного веса тела известен еще со времен Архимеда. Считают, что чем выше удельный вес тела человека, тем лучше его физическое развитие, поскольку большая плотность тела свидетельствует об относительно лучшем развитии более плотных тканей (удельный вес жира в среднем составляет 0.9 г/см³, кости – 1.6 г/см³, мышц – 1.1 г/см³).

Рентгенографический метод дает возможность измерить на рентгенограммах толщину жирового слоя, мышц и кости. При этом подкожный жир может быть определен в местах, недоступных для измерения калипер-циркулем. С помощью рентгенографии можно описать и степень минерализации кости, влияющую на вес скелета.

Ультразвуковой метод и подходы, связанные с использованием изотопов и меченых соединений, также как и рентгенографический метод не получили широко распространения в массовых антропометрических исследованиях из-за весьма дорогостоящего оборудования, сложности использования этих методов и трудностей в обработке полученных результатов.

Антропометрический метод, базирующийся на измерении человеческого тела специальными инструментами (антропометр, скользящий циркуль, сантиметровая лента, калипер и др.) с последующим вычислением компонентов телосложения по специальным формулам, до настоящего времени остается одним из самых распространенных и удобных при проведении массовых обследований. При этом ряд формул, разработанных в первой половине XX в., например, формулы Я. Матейки [Matiegka, 1921], выдержали многочисленные проверки временем и показывают весьма объективные результаты количественной оценки компонентов состава тела. В настоящее время существует свыше 100 формул на основе антропометрии для определения компонентов состава тела. Так, например, процедура определения

абсолютного или относительного содержания жира в массе тела на основе калиперометрии заключается в следующем: при помощи калипера измеряют толщину кожно-жировых складок по соответствующей методике, затем с использованием регрессионных формул определяют плотность тела и на основе подходящей формулы вычисляют искомые параметры [Мартиросов, 2006].

Для **косвенной оценки** компонентов телосложения можно использовать некоторые **физиологические и биохимические** показатели. Например, количество мышечной массы можно определить по уровню креатинина в моче, а определение тощей массы возможно по показателям основного обмена.

Наибольшую популярность в современных антропологических и медицинских исследованиях по изучению состава тела получил метод **биоимпедансометрии** [Николаев, 2009], относящийся к биофизическим методам и основанный на измерении активного и реактивного сопротивления тканей организма слабому электрическому току. Такой ток абсолютно безопасен для здоровья человека и не вызывает никаких субъективных ощущений. Изучение состава тела при помощи биоимпедансного анализатора является относительно новым методом, его активное применение в массовых антропометрических исследованиях началось в конце XX века. Удобство в применении метода измерения электропроводности заключается в том, что используемые напряжения (менее 50 мВ) не вносят существенных изменений в физико-химические процессы, происходящие в объекте исследования, тем более не повреждают его. Этот метод нашел широкое применение при изучении изменений физиологического состояния, при патологических процессах, при действии повреждающих факторов: температуры, излучения, ультразвука и др. Например, при воспалительных процессах на первых стадиях происходит набухание клеток, объем межклеточных пространств уменьшается, в результате чего увеличивается сопротивление тканей и изменяются показатели их электропроводности. В физиологии и медицине метод биоимпедансометрии применяется для оценки кровенаполнения органов. Таким же образом определяется содержание воды в тканях [Губанов, 1978]. Широкое применение биоимпедансный метод оценки состава тела получил в медицине при лечении больных раком людей: отмечено различие в уровне обводнения организма у больных раком и здоровых людей [Cohn et al., 1981]. Применение биоимпедансного анализатора позволило учитывать даже небольшие изменения в показателях состава тела, что

позволяет облегчить контроль за состоянием пациента [Fredrix et al., 1990].

Подробное описание принципов работы биоимпедансного анализатора изложено в книге Д.В. Николаева с соавторами [Николаев, 2009]. Довольно длительное время проводились исследования, подтверждающие достоверность оценок жировой и тощей масс тела, полученных с помощью биоимпедансометрии. Существует большое число методических работ, посвященных сравнению результатов определения компонентов состава тела, полученных с помощью антропометрии, денситометрии, расчетом содержания калия в организме и методом электрической проводимости тканей. В результате одного из таких исследований была выявлена высокая корреляция оценок состава тела ($r=0.962$), полученных с помощью метода биоимпедансометрии и других более сложных и длительных методик. Коэффициент корреляции между показателями жировой массы, рассчитанными с помощью биоимпедансометрии и при гидростатическом взвешивании, составляет 0.98, что позволяет использовать этот метод при массовых обследованиях для точной оценки состава тела [Khaled et al., 1988]. Таким образом, метод биоимпедансного анализа является одним из самых быстрых, безопасных и достоверных способов оценки состава тела [Segal et al., 1985].

Большое число работ по изучению состава тела методом биоимпедансного анализа было выполнено на американских и западноевропейских популяциях. Результаты масштабных исследований подобного рода в отечественной антропологической литературе (на примере российского населения) встречаются очень редко [Мартиросов, 2002]. В последнее десятилетие усилился интерес к изучению состава тела с помощью биоимпедансометрии у детей и подростков [Година, 2007; Пурунджан, 2010]. В связи с этим, **целью** нашего исследования было изучение компонентного состава тела у взрослых мужчин и женщин г. Архангельска в возрасте от 17 до 60 лет с помощью биоимпедансного анализа, а также сравнение полученных данных с результатами антропометрических исследований.

Материалы и методы

Для данной статьи использованы материалы комплексного медико-антропологического исследования, проведенного в 2010 году в городе Архангельске при сотрудничестве Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и

Таблица 1. Половозрастная характеристика обследованного контингента (г. Архангельск, 2010)

Возрастная группа	Мужчины		Женщины	
	Средний возраст	Численность группы	Средний возраст	Численность группы
1 (17–19 лет)	18.32	40	18.38	61
2 (20–29 лет)	23.84	63	24.04	152
3 (30–39 лет)	33.17	23	34.78	96
4 (40–49 лет)	44.90	21	43.95	62
5 (50–59 лет)			53.79	39

Северного государственного медицинского университета¹.

Антропометрические данные собирались по стандартной методике [Бунак, 1941] и включали измерения длины и массы тела; обхватов груди, талии, бедер через ягодичцы, плеча, предплечья, бедра и голени; жировых складок под лопаткой, на плече, предплечье, животе, бедре и голени, а также диаметров дистальных эпифизов конечностей – локтя, запястья, колена и лодыжек. Всего обследовано 557 человек, из них 147 мужчин и 410 женщин в возрасте от 17 до 60 лет. Общая выборка была разбита на возрастные группы: 1-ая – до 19 лет; 2-ая – 20–29 лет; 3-я – 30–39 лет; 4-ая – 40–49 лет; 5-ая – от 50 лет и старше. В табл. 1 приведена количественная половозрастная характеристика обследованного контингента.

Для сравнительного анализа компонентов состава тела, полученных с помощью разных методов, использовались показатели биоимпедансного анализатора, расчетные формулы Я. Матейки, а также типологические характеристики жировотложения из схемы В.Е. Дерябина.

Биоимпедансный анализатор является классическим примером биофизического метода, применяемого в антропологических исследованиях. Импедансом (Z) называют полное электрическое сопротивление тканей. Эта величина имеет два компонента: активное (R) и реактивное сопротивление (X). Чаще всего для биоимпедансной оценки состава тела применяются формулы, основанные на использовании активного сопротивления R . В нашем исследовании показатели им-

педанса измеряли с помощью биоимпедансного анализатора водных секторов организма «Медасс АВС-01» (производство НТЦ «Медасс», Москва). Принцип его работы основан на использовании зависимости баланса электрического сопротивления тканей на низкой и высокой частоте (20 и 500 кГц) от объемов клеточной и внеклеточной жидкости. Электродная система состоит из 4 электродов для интегрального (классического) обследования, в соответствии с которой одна пара электродов служит для пропускания зондирующего тока, а другая пара – для регистрации напряжения (разности потенциалов), схема измерений – от запястья до щиколотки по одной стороне тела. Измерительные электроды накладывались на правой стороне тела по два на уровне сочленения костей предплечья и запястья, а на нижней конечности – на уровне сочленения костей голени и стопы. Обследование проводили в положении измеряемых лежа на спине на непроводящей поверхности, руки и ноги раздвинуты в стороны под углом 45°. Полученные данные регистрировались на персональном компьютере и обрабатывались базовой программой оценки состава тела АВС-03612.

В нашем исследовании наряду с основными показателями биоимпедансометрии – жировой массой (ЖМ) и скелетно-мышечной массой (СКМ), проанализированы возрастные изменения количества активной клеточной массы (АКМ) и величины фазового угла. АКМ является частью массы тела без жира (тощей массы), состоит преимущественно из клеточной массы мышц и органов и является косвенным показателем уровня физической активности организма и сбалансированности питания. Низкие показатели процентной доли АКМ свидетельствуют о гиподинамии и, возможно, о недостаточности белкового питания.

Одной из важных характеристик электрической проводимости тканей является отношение их

¹ Коллектив авторов выражает глубокую благодарность к.м.н. М.В. Кокорину за помощь в организации и проведении медико-антропологических исследований в г. Архангельске.

емкостного и активного сопротивлений: $tg\varphi = X_c/R$. Величина φ в этом уравнении имеет название фазового угла, который характеризует сдвиг фазы переменного тока относительно напряжения. Пониженные значения X_c связывают с нарушением диэлектрических свойств клеточных мембран и увеличением доли разрушенных клеток в организме. Наоборот, повышенные значения емкостного сопротивления отражают более высокое функциональное состояние клеточных мембран и, следовательно, самих клеток. На основании этого полагают, что чем больше величина φ , тем лучше состояние организма.

Для расчета показателей состава тела в данном исследовании применены **формулы Я. Матейки** [Matiegka, 1921]:

- $O=1,2*L*o^2$, где O – абсолютная масса костной ткани (г); L – длина тела (см); o^2 – квадрат средней величины диаметров дистальных эпифизов плеча, предплечья, бедра и голени (см).
- $M=6,5*L*r^2$, где M – мышечная масса (г); L – длина тела (см); r = (средний обхват плеча, предплечья, бедра, голени в см)/ 2π – (средняя жировая складка на плече, предплечье, бедре, голени в см)/2.
- $D=1,3*d*S$, где D – жировая масса (кг); S – площадь поверхности тела (m^2); d = (средняя жировая складка под лопаткой, на плече, предплечье, животе, бедре и голени в мм)/2.

На основе антропометрических признаков также были рассчитаны типологические характеристики общего жиротложения и топографии

подкожного жира по **конституциональной схеме В.Е. Дерябина** [Дерябин, 2005]. Указанные характеристики представляют собой индивидуальные нормированные значения первой и второй главных компонент, полученных в результате проведения факторного анализа по четырем жировым складкам, измеренным под лопаткой, на задней поверхности плеча, на животе и голени.

Результаты и обсуждение

На первом этапе исследования проведено сравнение результатов оценки основных показателей состава тела человека – жировой массы и скелетно-мышечной массы, полученных с помощью аналитических формул Я. Матейки и биоимпедансометрии (БИА). На рис. 1 представлены результаты множественной регрессии жировой массы, полученной разными методами, по общей массе тела в группах мужчин и женщин. Как видно на рисунке, линии регрессии почти параллельны и очень близки друг к другу, что свидетельствует о высокой степени сопоставимости результатов, несмотря на совершенно разную природу этих двух методов (антропометрического и биоимпедансного). При весьма близких результатах, линия регрессии жировой массы, рассчитанной по формуле Матейки, находится чуть выше аналогичных показателей, полученных с помощью биоимпедансометрии, и эти расхождения немного увеличиваются у индивидов с большой массой тела. Такой результат вполне очевиден, так как

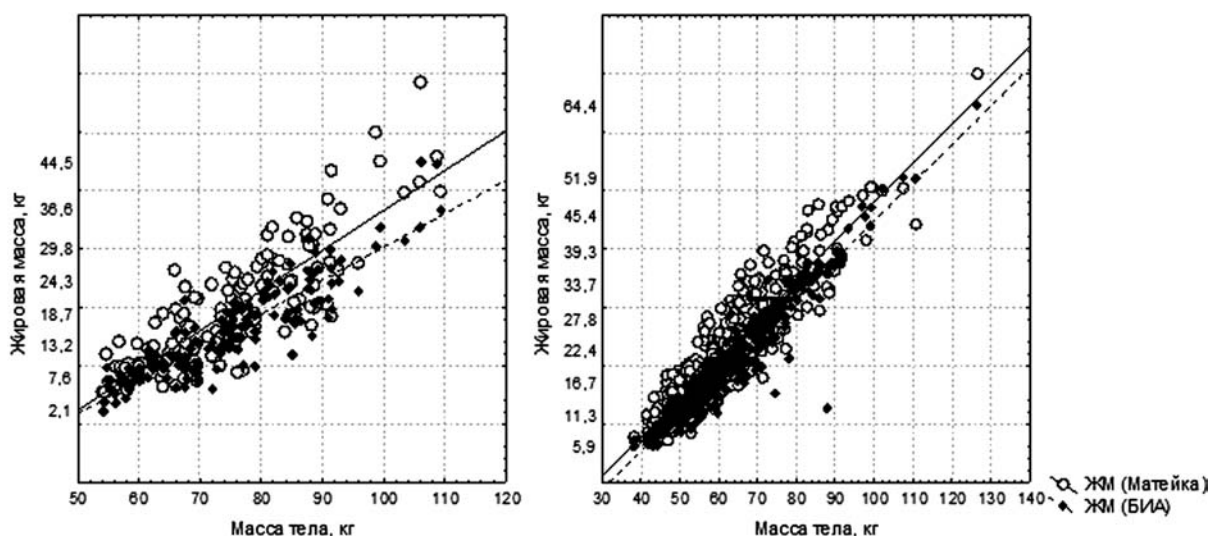


Рис. 1. Результаты множественной регрессии массы жировой ткани, полученной по формулам Матейки и с помощью биоимпедансного анализатора (БИА), в группах мужчин (слева) и женщин (справа)

Таблица 2. Средние значения количества жировой массы (ЖМ) и скелетно-мышечной массы (СММ) у мужчин и женщин в разных возрастных группах

Возрастная группа	Мужчины				Женщины			
	ЖМ (Матейка)	ЖМ (БИА)	СММ (Матейка)	СММ (БИА)	ЖМ (Матейка)	ЖМ (БИА)	СММ (Матейка)	СММ (БИА)
1 (17–19)	17.89	15.12	21.87	31.34	20.62	17.30	13.65	20.79
2 (20–29)	17.27	13.95	21.88	30.99	19.93	16.98	13.77	20.54
3 (30–39)	22.93*	18.50*	23.74	31.95	23.78*	20.99*	14.54	21.63
4 (40–49)	28.74*	24.37*	24.04	32.02	26.27*	24.39*	15.53	21.23
5 (50–59)					28.98*	27.27*	15.83	19.46

Примечание. * – статистически достоверные межгрупповые различия ($p < 0.05$)

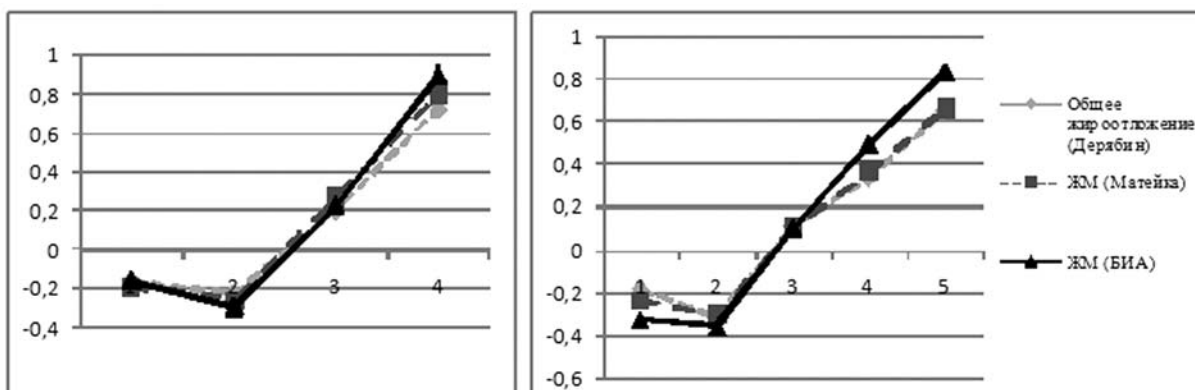


Рис. 2. Возрастные изменения показателей жиротложения, полученных разными методами исследования, у мужчин (слева) и женщин (справа). Обозначения: 1 – 17–19 лет; 2 – 20–29 лет; 3 – 30–39 лет; 4 – 40–49 лет; 5 – 50–59 лет

расчет жировой массы по формулам Матейки основан на калиперометрии, и чем больше подкожное жиротложение у индивида, тем сложнее измерение его жировых складок.

В таблице 2 представлены средние значения компонентов состава тела для различных возрастных групп мужчин и женщин. Как и следовало ожидать, у обоих полов с возрастом происходит постепенное накопление жировой ткани. Различия по количеству жировой массы между возрастными группами (30–39, 40–49 лет у мужчин, и 30–39, 40–49 и 50–59 лет у женщин) статистически достоверны.

На рисунке 2 представлена иллюстрация возрастной динамики жировой массы тела (в нормированном виде), рассчитанной с помощью трех методов: по формулам Матейки, с помощью биоимпедансометрии и по конституциональной схеме Дерябина. Все три кривые возрастных изме-

нений максимально близки (почти совпадают), что говорит о полном использовании любого из рассмотренных методов для описания внутригрупповой изменчивости и анализа возрастной динамики показателей жиротложения.

Наряду с показателями общего жиротложения по схеме Дерябина были рассчитаны индивидуальные характеристики топографии жиротложения, представляющие собой стандартизованные значения второй главной компоненты по результатам проведения факторного анализа (табл. 3) в группах мужчин и женщин. Следует отметить, что подобная количественная оценка особенностей топографии подкожного жиротложения возможна только при использовании конституциональной схемы Дерябина (ни тетраполярная биоимпедансометрия, ни формулы Матейки такой информации не предоставляют).

Таблица 3. Нагрузки на вторую главную компоненту, характеризующую топографию жиротложения

	Мужчины	Женщины
Жировая складка под лопаткой	0.59	0.60
Жировая складка на плече	-0.03	-0.01
Жировая складка на животе	0.56	0.32
Жировая складка на голени	-1.23	-1.10

По результатам факторного анализа четырех жировых складок (см. табл. 3) вторая главная компонента на полюсах своей изменчивости выделяет мужчин и женщин с трункальным (положительный полюс) и экстремитальным (отрицательный полюс) жиротложением. При трункальном варианте жир локализован преимущественно на корпусе (на спине и животе), при экстремитальном типе – локализация подкожного жира в большей степени наблюдается на конечностях. На рис. 3 представлены возрастные изменения показателей топографии жиротложения: у мужчин и женщин наблюдается сходная тенденция перехода от отрицательных значений этих показателей к положительным. Морфологический смысл полученной тенденции заключается в том, что с возрастом наблюдается преимущественное жиротложение на корпусе, по сравнению с конечностями. Экстремитальный тип характерен для возрастных групп до 30-ти лет.

Сравнение средних значений показателей скелетно-мышечной массы у разных возрастных групп мужчин и женщин показало отсутствие неслучайных различий (см. табл. 2), что, по всей вероятности, объясняется сильной «привязкой» мускулатуры к осевому скелету и относительно небольшой (по сравнению с жировой тканью) возрастной изменчивостью скелетно-мышечного аппарата в дефинитивном возрасте. Несмотря на отсутствие достоверной возрастной динамики скелетно-мышечной массы, у обоих полов в старших возрастных группах (30–39 и 40–49 лет) показатели скелетно-мышечной массы больше, чем в более ранних возрастных периодах (от 17 до 29 лет), что свидетельствует об увеличении крепости организма и наращивании скелетной мускулатуры в период второго зрелого возраста по сравнению с юношеским периодом онтогенеза и начальной зрелостью.

Между показателями скелетно-мышечной массы, полученными с помощью биоимпедансо-

метрии и рассчитанными по формулам Матейки, наблюдаются существенные различия (см. табл. 2), что свидетельствует о больших методических расхождениях. По данным биоимпедансного обследования показатели скелетно-мышечной массы значительно выше, чем по антропометрическим. Но общее направление возрастных изменений полностью совпадает: в старших возрастных группах (от 30 до 49 лет) количество скелетно-мышечной массы больше, чем в возрасте от 17 до 29 лет.

Помимо основных компонентов состава тела человека (жировой и скелетно-мышечной массы) биоимпедансометрия позволяет оценить ряд дополнительных показателей, одним из которых является активная клеточная масса (АКМ). АКМ используется для количественной характеристики содержания метаболически активных тканей. В клинической диетологии этот показатель применяется для оценки достаточности белкового питания и выраженности гиподинамии. Другим параметром, позволяющим оценить физическое состояние организма, является фазовый угол.

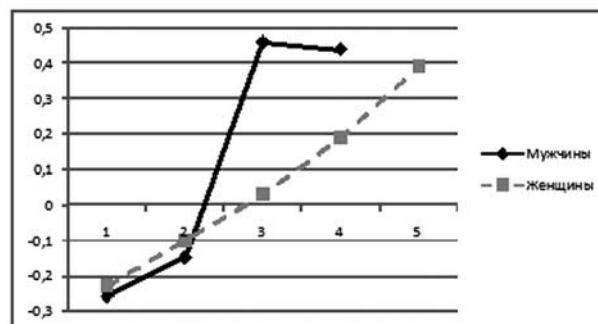


Рис. 3. Возрастные изменения показателей топографии жиротложения у мужчин и женщин. Обозначения: 1 – 17–19 лет; 2 – 20–29 лет; 3 – 30–39 лет; 4 – 40–49 лет; 5 – 50–59 лет

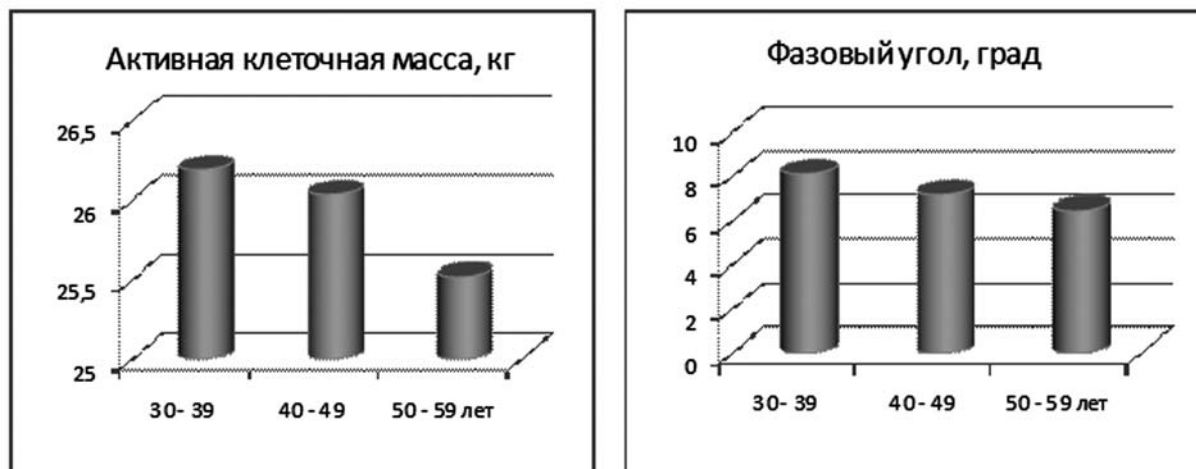


Рис. 4. Возрастные изменения показателей активной клеточной массы и значений фазового угла в группах женщин

На примере женской выборки (т.к. здесь представлено больше возрастных групп) было проведено исследование возрастных изменений количества активной клеточной массы и значений фазового угла. На рис. 4 представлены средние значения данных показателей в соответствующих возрастных группах. Как видно на рис. 4, у женщин после 40 лет наблюдается постепенное уменьшение количества АКМ, что свидетельствует о снижении общей физической активности в более старших возрастных группах. Для значений фазового угла отмечена аналогичная тенденция. Таким образом, можно утверждать, что у женщин с возрастом (после 40 лет) наблюдаются снижение общей физической активности и ухудшение состояния здоровья.

Заключение

С внедрением новых инструментальных и компьютерных технологий в морфологические исследования появляется все больше возможностей для изучения конституциональных особенностей и закономерностей формирования компонентного состава тела человека. Оценки компонентов состава тела, полученные с помощью биоимпедансометрии и рассчитанные по формулам Матейки и схеме Дерябина, адекватным образом отражают конституциональные особенности организма. Сравнительный анализ расчетов жировой массы тела, полученной при использовании био-

импедансного анализатора и антропометрии (расчет по формуле Матейки), показал высокую степень близости результатов, несмотря на совершенно разную природу этих методов. Каждый из рассмотренных методов имеет определенные преимущества и те или иные сложности в применении:

- биоимпедансный анализатор с высокой степенью точности дает оценку многим компонентам состава тела (жировая масса тела, скелетно-мышечная, активная клеточная масса, фазовый угол и др.), но остается достаточно дорогостоящим прибором;
- классический антропометрический метод (с последующим применением расчетных формул), несмотря на относительную архаичность (формулы Матейки разработаны в начале прошлого века), по-прежнему составляет значительную конкуренцию новым инструментально-компьютерным технологиям, показывает высокую достоверность результатов и является самым распространенным при массовых антропометрических обследованиях;
- применение схемы Дерябина, базирующейся на антропометрическом методе, предполагает владение факторным анализом и умение морфологически интерпретировать полученные математические результаты. Вместе с указанными трудностями, конституциональные показатели схемы Дерябина дают подробную объективную характеристику общим и частным свойствам телосложения, а также отдельным компонентам состава тела.

Таким образом, для оценки компонентов состава тела и особенностей телосложения при массовых обследованиях можно использовать как традиционные антропометрические методы, так и современные инструментально-компьютерные технологии. Выбор метода может зависеть от уровня материально-технического обеспечения и определяется квалификационными навыками исследователей.

Биоимпедансный анализатор, популярность которого сильно возросла в последние годы, благодаря простоте использования, высокой степени достоверности результатов и комплексной оценке не только компонентов состава тела, но и ряда физиологических показателей, имеет методические преимущества для определения особенностей телосложения, физического развития и общего состояния организма человека.

Благодарность

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 12-06-00265.

Библиография

- Башкиров П.Н.* Учение о физическом развитии человека. М.: Изд. Моск. ун-та, 1962.
- Бунак В.В.* Антропометрия. М.: Учпедгиз, 1941.
- Година Е.З., Задорожная Л.В., Пурунджан А.Л., Третьяк А.В., Хомякова И.А.* Некоторые особенности состава тела у детей и методические проблемы его изучения // Вопросы антропологии, 2007. № 93. С. 18–39.
- Губанов Н.И., Утепбергенов А.А.* Медицинская биофизика. М.: Медицина, 1978.
- Дерябин В.Е., Негашева М.А.* Соматология московских студентов. М.: ВИНТИ, 2005.

Мартыросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука, 2006.

Мартыросов Э.Г., Руднев С.Г. Состав тела человека. Новые технологии и методы // Спорт, медицина и здоровье, 2002. Т. 1. № 3. С. 5–9.

Морфология человека / Под ред. Б.А. Никитюка, В.П. Чтецова. М.: Изд. МГУ, 1990. 344 с.

Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука, 2009.

Пурунджан А.Л., Година Е.З., Хомякова И.А., Задорожная Л.В., Савостьянова Е.Б., Бердникова М.С., Третьяк А.В. Возрастные изменения состава тела у московских детей и подростков // Сообщение 2 РГУФК, 2010.

Cohn S.H., Ellis K.J., Vartsky D., Sawitsky A., Gartenhaus W., Yasumura S., Vaswani A.N. Comparison of methods of estimating body fat in normal subjects and cancer patients // American Journal of Clinical Nutrition, 1981. Vol. 34. P. 2839–2847.

Fredrix E.W.H.M., Saris W.H.M., Soeters P.B., Kester E.F.M., Meyenfeldt M.F., Westerterp K.R. Estimation of body composition by bioelectrical impedance in cancer patients // European Journal of Clinical Nutrition, 1990. N 44. P. 749–752.

Khaled M., McCutcheon M.J., Reddy S., Pearman P.L., Hunter G.R., Weinsier R.L. Electrical impedance in assessing human body composition: the BIA method // American Journal of Clinical Nutrition, 1988. Vol. 47. P. 789–792.

Matiegka J. The testing of physical efficiency // American journal of physical anthropology, 1921. Vol. 4. N 3. P. 223–230.

Segal K.R., Gutin B., Presta E., Wang J., Van Itallie T.B. Estimation of human body composition by electrical impedance methods: a comparative study // Journal of Applied Physiology, 1985. Vol. 58. N 51. P. 565–157.

Контактная информация:

Чтецов Владимир Павлович: 119991, Москва, Ленинские горы дом 1, строение 12, МГУ имени М.В. Ломоносова, Биологический факультет, кафедра антропологии. Тел. (495)939-43-17; *Негашева Марина Анатольевна:* тел./факс (495)939-42-46. E-mail: negasheva@mail.ru;
Лапшина Наталья Евгеньевна: тел./факс (495)939-42-46. E-mail: afarensis@rambler.ru.

THE STUDYING OF BODY COMPOSITION IN ADULTS: METHODOLOGICAL ASPECTS

V.P. Chtetsov, M.A. Negasheva, N.E. Lapshina

Department of Anthropology, Biological faculty, MSU, Moscow

In the modern human morphology the studying of body composition is considered quite an interesting area. This paper describes some methodological approach to this problem with the special emphasis to bioelectrical impedance analysis (BIA) as one of the most modern, rapid and reliable ways to assess the composition of a body. The aim of the study was to examine body composition in adults, using BIA and comparing our data with the results of anthropometric measurements.

Materials and methods. We used the materials of comprehensive medical and anthropological observation, made in 2010 in Archangelsk. 557 persons were investigated: 147 men and 410 women from 17 to 60 years old. The program included 20 somatic measurements and testing of the body composition with bioelectrical impedance analyser «ABC-01 Medass».

Results and discussion. Comparative analysis of calculations of body composition, particularly, fat mass, obtained by using BIA and anthropometry (calculated by Matiegka's formulae), indicated that results were very similar to each other, in spite of differences in these methods. Every method has advantages and disadvantages. Bioelectrical impedance analysis could give high precision to many compositions of the body (fat mass, skeletal muscle, active cell mass, phase angle etc.), but it is quite expensive. The classical anthropometrical technique (with the application of calculated formulae), although old-fashioned (Matiegka's formulae were developed in the last century) is still competitive to the advanced instrumental and computer technology, gives the reliable results and it is the most prevalent in mass screening examinations.

Application of Deryabin's scheme, based on anthropometrical technique, requires the knowledge of factor analysis and ability to interpret mathematical results in the context of morphology. The indices of Deryabin's scheme provide an objective characteristic of general and private properties of constitution as well as individual components of body composition.

This article also presents the analysis of age-related changes of fat mass (in normalized form), calculated using three methods: by Matiegka's formulae, with bioelectrical impedance analysis and Deryabin's scheme. The similarity of all techniques indicates that application of any of discussed above methods for the description of the intragroup variability and the analysis of age-related dynamics of adipopexis is appropriate. Testing of age-related changes in topography indices of fat mass (according to Deryabin's scheme) showed the tendency of increasing the trunkal type in men and women.

In the studying of age-related dynamics of cell active mass and phase angle, we observed decreasing of both characteristics with age (after 40 years), that is stronger expressed in the female group and refers to reducing of health level and physical activity.

Conclusions. The evaluations of different body components, obtained with BIA and calculated by Matiegka's formulae and Deryabin's scheme give adequate characteristics of human somatotype. To define the body composition and constitutional features we can use classical anthropometrical methods as well as advanced instrumental and computer technologies. Bioelectrical impedance analysis (BIA), that has become popular during the last years, is quite easy in use, gives reliable results and complex evaluation not only of the body composition but also of physiological indicators, has methodological advantages in determining somatotype, physical development and total health level.

Keywords: Lomonosov MSU, anthropology, body composition, anthropometry, bioelectrical impedance analysis (BIA), Matiegka's formulae, Deryabin's scheme