

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ И БИОИМПЕДАНСНЫХ ДАННЫХ

Жарнов А. М., Лоташинская В. А., Башун Н. З.

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, г. Гродно,
Беларусь*

Актуальность. В процессе обмена веществ у биологических объектов происходит превращение энергии из одного вида в другой и при этом поступающая (в основном с пищей) энергия сложных органических соединений превращается в механическую, электрическую и тепловую форму энергий. Энергия, трансформируемая теплокровными биологическими объектами, в процессе жизнедеятельности распределяется по нескольким направлениям. Первая часть энергии тратится на совершение объектом механической работы и поддержание температуры тела, постоянной при условии теплообмена с окружающей средой. Вторая часть энергии уходит на воссоздание клеточной структуры и поддержание их жизнедеятельности, третья – на рост организма. Очевидно, что перераспределение поступающей энергии зависит от возраста объекта, стиля его жизнедеятельности и профессиональных особенностей. В то же время существующие модели перераспределения энергии у биологических объектов, как показано ниже, в настоящее время определяются только его антропометрическими характеристиками.

Цель работы – анализ распределения энергетических затрат на совершение механической работы с условием поддержания постоянной температуры тела объекта и энергии, поступающей в его клеточную структуру, используя данные биоимпедансного анализа [1] лиц юношеского возраста, т. е. диагностика и оценка потенциала энергетического метаболизма теплокровного объекта.

Материалы и методы исследования. В настоящий момент для описания энергетических параметров биологических объектов используют две величины: основной обмен (ОО) и удельный основной обмен (УОО) [2]. Основной обмен определяется как минимальные энергетические затраты при соблюдении строго определенных условий [2]. ОО определяется как количество энергии, расходуемой в течение суток. Особый интерес для нас представляет УОО и ОО, позволяющий рассчитать теоретические потребности человека в энергии при отсутствии доступа к инструментальным методикам. Удельным основным обменом (УОО) называется величина, равная отношению ОО к площади поверхности тела биологического объекта.

В исследованиях на добровольной основе принимали участие 180 чел. из местного населения в юношеском возрасте.

Результаты. Очевидно, что величина основного обмена у разных людей будет разная. Если отнести величину ОО к единице массы объекта, эта величина также будет изменяться достаточно существенно. Если взять энергию, выделяемую в единицу времени с единицы поверхности, эта величина в зависимости от половозрастной категории человека изменяется намного меньше.

Площадь поверхности тела объекта рассчитывалась по формуле:

$$S (m^2) = 0.007184 * m^{0.425} * L^{0.725}, \quad (1)$$

где m – масса тела (кг), L – рост (см).

В настоящее время используются два основных варианта определения ОО. Первый основан на существовании экспериментально полученных регрессионных уравнений, определяемых через антропометрические параметры. При этом существуют таблицы расчетов ОО в зависимости от половозрастной категории. Пример таких уравнений для юношеской категории представлен в таблице 1 (в ней m – масса тела (в кг), L – рост (в м)).

Таблица 1. – Уравнения для расчета величины основного обмена, ккал/сутки

Возраст, лет	Пол	Уравнения для расчета ОО
10 – 20	М	$16,6 * m + 77 * L + 572$ Либо $4.865 * m + 925.5 * L - 358$
	Ж	$7,4 * m + 482 * L + 217$ Либо $739 + 12.11 * m - 39.4 * L$
21 – 30	М	$15,4 * m - 27 * L + 717$
	Ж	$13,3 * m + 334 * L + 35$ Либо $+6.57 * m + 879.9 * L - 477$

Второй вариант численного определения мощности тепловых потерь основан на связи параметров состава тела, полученных биоимпедансным анализом. Метод биоимпедансного анализа (БИА) основан на измерении электрической проводимости биологических тканей, что позволяет оценивать морфологические и физиологические параметры организма в довольно широком диапазоне. Используя данные БИА основной обмен для женщин возрастной категории 18-20 лет рассчитывается как

$$ОО = 31,19 * m_{AKM} + 624,369, \quad (2)$$

где m_{AKM} – активная клеточная масса, измеренная в кг.

Как видно, при этом ОО является функцией только активной клеточной массы. В то же время, исходя из определения ОО, его величина будет определяться как значением m_{AKM} , так и величиной площади поверхности S . В настоящий момент формул, определяющих расчет ОО как функцию двух параметров, не существует. Анализ измерений площади поверхности тел показывает, что они изменяются в достаточно широком диапазоне: для юношей $\approx 35\%$, у девушек $\approx 50\%$. Поскольку теплопотери пропорциональны площади поверхности тела, слагаемые в основном обмене, определяющие передачу тепла через поверхность тела, будут различаться также весьма существенно. Обработка результатов измерений биоимпедансным методом с получением значений активной клеточной массы и расчет площади поверхности тела по

формуле (1) с использованием пакета программ «Mathematica-10» позволяет получить искомые уравнения в виде, предлагаемом в таблице 2.

Таблица 2. – Регрессионные уравнения связи основного обмена, определенные через активную клеточную массу и площадь поверхности тела для юношей и девушек возрастной категории 18-20 лет

Пол	Регрессионное уравнение ОО, кКал/сутки
юноши	$ОО = 596,547 + 31,8131m_{AKM} + 5.42922S$
	$ОО = 30,25m_{AKM} + 348S$
девушки	$ОО = 590,1 + 24,4m_{AKM} + 115.1S$
	$ОО = 23,72m_{AKM} + 479,51S$

Заключение. Определены регрессионные уравнения связи между основным обменом, активной клеточной массой и площадью поверхности тела для юношей и девушек 18-20 лет. Анализ экспериментальных данных показывает, что тепловые потери, осуществляемые через поверхность тела, изменяются в весьма существенном диапазоне: у юношей до 35%, у девушек – до 50%.

Однако если общая динамика статистических расчетов может быть отслежена, то клинически в исследованиях есть объекты, данные которых не только различаются в зависимости от используемого метода/данных, но имеют разную направленность. Таким образом, большая часть исследуемых с патологией (пациентов) имеет пониженный УОО, что, как показывает анамнез стиля питания, чаще всего выступает следствием нерегулярности приема пищи. Статистически по всей выборке и по гендерным подгруппам ОО, полученные с помощью биоимпедансного анализа и антропометрических исследований, имеют значимые различия. При этом в целом они сопоставимы между собой, но принципиально разнятся у отдельно взятых индивидуумов, что может иметь решающее значение в составлении индивидуального рациона, особенно на этапе «весового плато», когда без инструментальной диагностики невозможно достоверно определить, действительно ли дело в низком уровне энергетического обмена или это погрешности питания. Наши рекомендации заключаются в том, чтобы всем биологическим объектам, корректирующим пропорции компонентного состава тела, в обязательном порядке выполнять биоимпедансный анализ на всем протяжении диетологической коррекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартиросов Э. Г., Николаев Д. В., Руднев С. Г. Технологии и методы определения состава тела человека // М.: Наука, 2006. – 248 с.
2. Павловская Е. В., Строкова Т. В. Обмен энергии и регуляция массы тела // Вопросы диетологии. – 2013. – Т. 3. – № 2. – С. 29–36.