

УДК 616

А.Н. Прокопьев,
г. Тюмень,
К.А. Пономарева,
г. Шадринск

Соматотипологические особенности компонентного состава тела человека

В статье представлен анализ научно-практических исследований, касающиеся изучения соматических и типологических особенностей компонентного состава тела человека в различные возрастные периоды онтогенеза.

Компонентный состав тела, методы оценки.

A.N. Prokopjev,
Tjumen
K.A. Ponomareva,
Shadrinsk

Somatictypological characteristics of the component composition of the man's body

This article is devoted to the analysis of the theoretical and practical research covering the study of somatic and typological characteristics of the component composition of the man's body in different age periods if the ontogenesis.

Keywords: The component composition of the body, the methods of the assessment.

Поиск связей между различными системами признаков является одним из центральных вопросов конституциональной антропологии. Актуально изучение морфофункциональных зависимостей, так как сама концепция конституции человека исходит из единства формы и функции. Базовым показателем физического развития человека принято считать массу тела. Следует согласиться с мнением Б.А. Никитюка [8] и А.Г. Щедриной [10,11] о том, что масса тела не может дать объективного представления об индивидуальном виде без её фракционирования на костный, мышечный и жировой компоненты. Нет необходимости говорить о том, что компонентный состав тела человека в значительной степени зависит от вида его деятельности и среды обитания [3,4,17].

Удобным средством организации знаний о составе тела служат модели состава тела. В зависимости от целей и задач исследования рассматриваются двух-, трех-, четырех- и многокомпонентные модели состава тела человека [13,24,26]. Двухкомпонентная модель состава массы тела (МТ) рассматривается как сумма двух составляющих: жировой (ЖМТ) и безжировой массы тела (БМТ):

$$\text{МТ} = \text{ЖМТ} + \text{БМТ}.$$

Под ЖМТ понимается масса всех липидов в организме. Жировая масса является наиболее лабильной составляющей МТ в целом, а её содержание может варьировать в широких пределах. Так, в частности, у здоровых мужчин периода первого и второго зрелого возраста ЖМТ составляет около 15% от общей массы тела.

В соответствии с анатомической классификацией состава тела различают существенный жир, входящий в состав белково-липидного комплекса клеток организма,

и несущественный жир (триглицериды) жировых тканей. Существенный жир необходим для нормальной жизнедеятельности органов и тканей. У мужчин относительное содержание существенного жира в организме ниже, чем у женщин. Считается, что оно весьма стабильно и составляет для разных взрослых людей от 2 до 5% безжировой массы [5,6]. Несущественный жир образует основной запас метаболической энергии и выполняет весьма существенную функцию термоизоляции внутренних органов. Внутренний (висцеральный) жир сосредоточен главным образом в брюшной полости. Иногда используется понятие абдоминального жира, под которым понимается совокупность внутреннего и подкожного жира, локализованных в области живота. Масса тела, свободного от жира, имеет название безжировой массы тела (БМТ). БМТ состоит из воды, мышечной массы, массы скелета и других составляющих.

Эталонные методы изучения состава тела в двухкомпонентной модели базируются на оценке плотности тела. К ним относятся гидростатическая денситометрия и воздушная плетизмография. Метод гидростатической денситометрии (ГД) заключается в измерении веса тела в воде и в обычных условиях, а также остаточного объема легких с последующей оценкой плотности тела (ПТ) по формуле:

$$ПТ = Вт / [(Вт - Втв) / Пв - (ООЛ - 0,1)],$$

где: $Вт$ – обычный вес тела, $Втв$ – вес тела в воде, $Пв$ – плотность воды, а $ООЛ$ – остаточный объем легких [12].

Погрешность оценки жировой массы при повторно проводимых измерениях, выполненных одним и тем же специалистом, может составлять 2,5%. Неудобство метода ГД связано с рядом причин: во-первых, с большой длительностью процедуры измерений (до 1 ч) и, во-вторых, необходимостью полного погружения человека в воду, что значительно снижает возможности применения метода у детей, а также у пожилых и больных людей. Указанных недостатков лишен метод воздушной плетизмографии [14]. Валидность результатов измерений по сравнению с ГД более высокая, а стандартная ошибка оценки процента ЖМТ (% ЖМТ) составляет около 0,3% [25].

Двухкомпонентная модель характеризует молекулярный состав тела. Физиологическая интерпретация получаемых результатов в этом случае затруднена ввиду неоднородности молекулярного состава липидов и безжировой массы. В настоящее время используется понятие тощей массы тела (leanbodymass) как суммы БМТ и массы существенного жира [6,25] и предложено рассматривать следующую двухкомпонентную модель:

$$МТ = МНЖ + ТМТ,$$

где: $МНЖ$ – масса несущественного жира, $ТМТ$ – тощая масса тела.

Ввиду неопределенности, связанной с оценкой массы существенного жира, понятие тощей массы оказалось малоприменимым для изучения состава тела и впоследствии нередко ошибочно использовалось в качестве синонима термина «безжировая масса» (fat-free mass). В 1981 году на совместном заседании объединенной комиссии ВОЗ и Организации по вопросам питания и сельского хозяйства, было решено использовать понятие «тощая масса тела» в качестве эквивалента термина «безжировая масса тела» для обозначения массы тела без жира [16]. В связи со значительной вариацией состава и плотности БМТ двухкомпонентная модель малоприменима для мониторинга изменений состава тела на индивидуальном уровне [18]. Для повышения точности оценки состава тела предложены трех- и четырехкомпонентные модели. Типичная формула для оценки % ЖМТ на основе четырехкомпонентной модели [18] имеет вид:

$$\% \text{ ЖМТ} = [2,747 / Пт - 0,7175 \times (ОВО/МТ) + 1,148 \times (ММТ/МТ) - 2,050] \times 100.$$

Эталонными методами оценки ОВО и ММТ являются методы изотопного

разведения дейтерия, трития или $H^{218}O$, и двухэнергетическая рентгеновская денситометрия, основанная на принципах взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Продолжительность обследования составляет около 5 мин, а суммарная доза радиации не превышает 30 мР, что эквивалентно дозе, получаемой при многочасовом полете в самолете. При этом погрешность оценки минеральной массы костной ткани составляет 1-2%.

И до настоящего времени широким признанием морфологов и физиологов пользуется четырехкомпонентная модель, предложенная в 1921 году чешским антропологом J. Matiegka [24] и выраженная в формуле:

$$MT = ПЖТ + СММ + СМ + МО,$$

где: ПЖТ – масса подкожного жирового слоя вместе с кожей, СММ – масса скелетных мышц, СМ – масса скелета, а МО – масса остатка.

Состав тела рассматривается здесь на тканевом уровне. На основе анатомических исследований J. Matiegka предложил следующие антропометрические формулы для оценки ПЖТ, СММ, СМ и МО:

$$ПЖТ (г) = 0,065 \times (d/6) \times S;$$

$$СММ (г) = 6,5 \times r^2 \times ДТ;$$

$$СМ (г) = 1,2 \times Q^2 \times ДТ;$$

$$МО (г) = 0,206 \times МТ,$$

где: МТ – масса тела (г), d – суммарная толщина 6 кожно-жировых складок (мм), S – площадь поверхности тела ($см^2$), r – средний радиус плеча, предплечья, бедра и голени (см), Q – средний диаметр дистальных частей плеча, предплечья, бедра и голени (см), ДТ – длина тела (см).

Одним из распространенных методов оценки состава тела является калиперометрия, в основе которой лежит измерение от двух до восьми толщин кожно-жировых складок разных участков тела с помощью специальных устройств – калиперов, и биоимпедансный анализ.

Существует более 100 методик оценки жировой, без жировой и мышечной массы [2, 7, 20, 21, 26]. Биоимпедансный анализ – это контактный метод измерения электрической проводимости тела с целью оценки объемов клеточной и внеклеточной жидкости, а также жировой, без жировой и мышечной масс тела [1,7,15,19,21,23].

Таким образом, к настоящему времени выполнено достаточно много научно-практических исследований, касающиеся изучения соматических и типологических особенностей компонентного состава тела человека в различные возрастные периоды онтогенеза. Вместе с тем следует подчеркнуть, что современные реалии жизни человека диктуют необходимость разработки более тонких и совершенных в практическом плане исследований, направленных на изучение костного, жирового и мышечного компонентов состава тела человека, причем свойственных определенному возрастному периоду. В первую очередь это относится к детскому и подростковому возрасту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, Г. Г. Биоимпедансный метод определения состава тела / Г.Г. Иванов, Э.П. Балуев, А.Б. Петухов // Вестник РУДН, сер. Медицина. – 2000. – № 3. – С. 66-73.
2. Лутовинова, Н. Ю. Методические проблемы изучения вариаций подкожного жира / Н.Ю. Лутовинова, М.И. Уткина, В.П. Чтецов // Вопросы антропологии. –1970. – Вып. 36. – С. 32-54.
3. Мартиросов, Э. Г. Методы исследования в спортивной антропологии / Э.Г. Мартиросов. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 200 с.
4. Мартиросов, Э. Г. Соматический статус и спортивная специализация : автореф. дис. ... докт. биол. наук / Э.Г. Мартиросов. – М., 1998. – 86 с.

5. Мартиросов, Э. Г. Морфологический статус в экстремальных условиях спортивной деятельности / Э.Г. Мартиросов // Итоги науки и техники. Антропология. Т. 1. – М. : ВИНТИ, 1985. – 83 с.
6. Мартиросов, Э. Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г Руднев. – М. : Наука, 2006. – 247 с.
7. Негашева, М. А. Антропометрические параметры и адаптационные возможности студенческой молодежи к началу XXI века / М.А. Негашева, Т.А. Мишкова // Российский педиатрический журнал. – 2005. – № 5. – С. 12-15.
8. Никитюк, Б. А. Интегративная биомедицинская антропология / Б.А. Никитюк, Н.А. Корнетов. – Томск : Изд-во ТГУ, 1998. – 182 с.
9. Чтецов, В. П. Соматические типы и состав тела у мужчин и женщин : автореф. дис. ... докт. биол. наук / В.П. Чтецов. – М., 1978. – 40 с.
10. Щедрина, А. Г. Онтогенез и теория здоровья: методические аспекты / А.Г. Щедрина. – Новосибирск : Изд-во НГМА, 2003. – 164 с.
11. Щедрина, А. Г. Здоровый образ жизни: методологические, социальные, биологические, медицинские, психологические, педагогические, экологические аспекты / А.Г. Щедрина. – Новосибирск : Альфа-Виста, 2007. – 144 с.
12. Эмспи, Дж. Элементы : пер. с англ. / Дж. Эмспи. – М. : Мир, 1993. – 256 с.
13. Brozek, J. Techniques of measuring body composition / J. Brozek, A. Henschel. – Washington : National Academy of Sciences, National Research Council, 1961.
14. Dempster, P. A new air displacement method for the determination of human body composition / P. Dempster, S. Aitkens // Med. Sci. Sports Exerc. – 1995. – V. 27, №12. – P. 1692-1697.
15. Edelman, I. S. Body composition : studies in the human being by dilution principled / I.S. Edelman, J.M. Olney, A.H. James // Science. – 1952. – V. 115. – P. 447-454.
16. Fidanza, F. Body fat in adult man: semicentenary of fat density and skinfolds / F. Fidanza // Acta Diabetol. – 2003. – V. 40. – P. 242-245.
17. Hergenroeder, A.C. Body composition in adolescent athletes / A.C. Hergenroeder, W.J. Klish. // Pediatric. Clin. North. Am. – 1990. – V. 37, № 5. – P. 1057-1083.
18. Heymsfield, S. B. Human body composition / S.B. Heymsfield, T.G. Lohman, Z. Wang. – Champaign, IL : Human Kinetics, 2005. – 533 p.
19. Houtkooper L. B. Assessment of body composition in youths and relationships to sport / L.B. Houtkooper. // Int.J. Sport Nutr. 1996. V. 6, №2. P. 146-164.
20. Jackson, A. S. Generalized equations for predicting body density of men / A.S. Jackson, M.L. Pollock // Br. J. Nutr. – 1978. – V. 40, № 3. – P. 497-504.
21. Jackson, A.S. Generalized equations for predicting body density of women // A.S. Jackson, M.L. Pollock, A. Ward // Med. Sci. Sports Exerc. – 1980. – V. 12, № 3. – R. 175-182.
22. Janssen, I. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis / I. Janssen, S.B. Heymsfield, R.N. Baumgartner // J. Appl. Physiology. – 2000. – V 89, № 2. – P. 465-471.
23. Kushner, R. F. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications / R.F. Kushner. // J. Am. Coll. Nutr. – 1992. – V. 11, № 2. – P. 199-209.
24. Matiegka, J. The testing of physical efficiency / J. Matiegka // Am. J. Phys. Anthropology. – 1921. – V. 4, № 3. – P. 223-230.
25. McCrory, M. A. Evaluation of a new air-displacement plethysmograph for measuring human body composition / M.A. McCrory, T.D. Gomez, E.M. Bernauer // Med. Sci. Sports Exerc. – 1995. – V. 27, № 12. – P. 1686-1691.
26. Wang, J. Anthropometry in body composition: An overview / J. Wang, J.C. Thornton, S. Kolesnik // Ann. N.Y Acad. Sci. – 2000. – V. 904. – R. 317-326.

