

Диагностическая значимость антропометрических индексов для оценки жировой массы тела у детей подросткового возраста

Иванова И.В., Чёрная Н.Л.

Anthropometric indices significance for body fat assessment in adolescents

Ivanova I.V., Chyornaya N.L.

Ярославская государственная медицинская академия, г. Ярославль

© Иванова И.В., Чёрная Н.Л.

Изучена возможность использования антропометрических индексов для оценки жировой массы тела. У 620 школьников в возрасте 12—13 лет выполнялся расчет индексов и определение жировой массы методом биоимпедансометрии. Максимальная сила корреляции с жировой массой установлена для индекса Кетле ($r = 0,86$). Чувствительность индекса для диагностики избытка жировой массы — 81,5%, специфичность — 94,8%. Индекс Кетле рекомендуется для косвенной оценки жировой массы при профилактических осмотрах.

Ключевые слова: антропометрические индексы, индекс Кетле (индекс массы тела), жировая масса тела, биоэлектрический импеданс, подростки.

In order to distinguish anthropometric indices significance for body fat assessment anthropometry and bioimpedanceometry were made in 620 schoolchildren. Maximal correlation with body fat was revealed for BMI ($r = 0,86$). Significance of BMA in overfat diagnosis was 81,5%, specificity was 94,8%. BMA should be recommended for indirect body fat assessment during prophylactic observations in adolescents.

Key words: anthropometric indices, body mass index, body fat, bioelectrical impedance, adolescents.

УДК 612.015.32:612.397:616-053.6-056.25-071.3

Введение

Физическое развитие является одной из основных характеристик состояния здоровья ребенка. Оценка физического развития при профилактических осмотрах детей и подростков, как правило, базируется на оценке простейших антропометрических показателей — массы тела (МТ), роста, окружности груди и (у детей раннего возраста) окружности головы [2, 16]. Более полные сведения о выраженности отдельных компонентов состава тела и гармоничности их соотношения по результатам антропометрии могут быть получены при расчете количественных антропометрических индексов [1, 3, 5]. Наиболее широкую распространенность в медицинской практике получили индексы Кетле (в англоязычной литературе обозначается как индекс массы тела — body mass index (BMI)), Брока, Пинье, Ропера (ponderal index) [1, 5, 12]. В педиатрии также используются индексы Чулицкой, Бругша, Эрисмана [1, 3]. В последние годы большое значение придается расчету антропометрических индексов для оценки

жировой массы тела (ЖМТ), в том числе для диагностики избытка ЖМТ и ожирения [4, 5, 10—12, 15—17]. Однако правомерность подобного подхода в педиатрической практике признается не всеми исследователями, а диагностические возможности антропометрических индексов как метода косвенной оценки ЖМТ у детей и подростков еще требуют дальнейшего изучения [7—9, 12, 13, 15, 17, 18].

Целью данной работы стало изучение диагностической значимости и возможности практического использования антропометрических индексов для оценки жировой массы тела у детей подросткового возраста в амбулаторных условиях.

Материал и методы

Обследование проводилось в форме расширенного педиатрического скрининга при профилактических осмотрах школьников 12—13-летнего возраста. Обязательным условием для участия в программе расширенного скрининга являлось устное согласие детей и подтвержденное письменно добровольное информирование

рованное согласие их законных представителей. Общий объем выборки составил 620 человек (290 мальчиков и 330 девочек). Наряду со стандартными измерениями (рост, МТ, окружность груди) антропометрическое обследование включало оценку жирового компонента МТ методом биоэлектрического импеданса.

Все измерения выполнялись по общепринятым методикам [5, 16]. Измерение роста проводили с помощью деревянного медицинского ростомера с откидным табуретом с точностью до 5 мм, измерение окружностей — с помощью металлической сантиметровой ленты с точностью до 1 мм. Определение общей и жировой МТ проводилось при взвешивании на цифровых напольных весах Body Fat Analyser BF662 (Tanita Corporation, Япония). Процедура взвешивания предполагала измерение МТ (кг, дискретность 0,1 кг) и биоэлектрического импеданса (Ом) — сопротивления тканей при прохождении безопасного электрического сигнала (50 кГц, 800 мкА) между контактными электродами, расположенными на измерительной платформе весов в местах контакта со стопами ребенка. Во время взвешивания автоматически рассчитывалась величина процентного содержания жира в организме (точность 0,1%); величины жировой и безжировой массы тела (БЖМТ) вычислялись при компьютерной обработке результатов исследования. Взвешивание проводилось в соответствии с требованиями Tanita Corporation, оценка результатов — в соответствии с унифицированными центильными шкалами для детей данного возраста [14].

На основании полученных данных рассчитывались антропометрические индексы. Массоростовой показатель вычисляли как отношение МТ ребенка (кг) к росту (м), индекс Кетле — как отношение МТ (кг) к росту (м), возведенному в квадрат, индекс Рорера — как отношение МТ (кг) к росту (м), возведенному в 3-ю степень. Индекс Вервека рассчитывался как отношение роста ребенка (см) к сумме удвоенной МТ (кг) и окружности груди (см), индекс Пинье — как разность роста ребенка (см) и показателя, равного сумме МТ (кг) и окружности груди (см). Индекс Бругша (индекс телосложения, или body build index) рассчитывали как отношение окружности груди (см) к росту ребенка (см), индекс Брока — как разность МТ (кг) и длины тела (см) за вычетом 100 см, индекс Эрисмана — как разность окружности груди (см) и 0,5 роста ребенка (см) [1, 3, 5].

В соответствии с целью исследования анализировалась связь каждого индекса с показателями жировой и безжировой МТ, вычисленными на основании результатов биоимпедансного исследования. Анализ связи проводился с помощью пакета прикладных программ Statistica 8.0 методом непараметрического корреляционного анализа. Для каждой пары сопоставляемых признаков вычислялся коэффициент ранговой корреляции Спирмена r , отражающий степень изменения значений одного признака относительно изменения значений другого признака. При значениях $|r| \leq 0,25$ корреляционная связь расценивалась как слабая, при значениях $0,25 < |r| < 0,75$ — как умеренная, при значениях $|r| \geq 0,75$ — как сильная [6]. С учетом множественности сравнений в качестве критического уровня статистической значимости принимались значения $p < 0,001$. Анализ точности диагностических тестов проводился путем расчета операционных характеристик: диагностической чувствительности, диагностической специфичности, прогностической ценности положительного результата и прогностической ценности отрицательного результата [6].

Результаты и обсуждение

В ходе корреляционного анализа установлено наличие сильной положительной корреляции ЖМТ с массоростовым показателем и индексом Кетле, сильной отрицательной корреляции с индексом Вервека и индексом Пинье, а также умеренной положительной корреляции с индексами Рорера, Бругша, Брока и Эрисмана (таблица; $p < 0,001$ во всех случаях). Полученные результаты свидетельствовали о том, что все анализируемые антропометрические индексы в той или иной степени связаны с уровнем развития жира у детей 12—13-летнего возраста.

Анализ связи антропометрических индексов с БЖМТ, отражающей в первую очередь уровень развития костного и мышечного компонентов тела, позволил установить наличие сильной положительной корреляции БЖМТ с массоростовым показателем и сильной отрицательной корреляции безжировой массы с индексом Вервека (таблица). При этом коэффициенты корреляции в паре признаков «ЖМТ — массоростовой показатель» и «БЖМТ — массоростовой показатель», а также в паре признаков «ЖМТ — индекс Вервека» и «БЖМТ — индекс Вервека» не имели статистически значимых различий ($p > 0,05$). Отсутствие статистически значимых различий коэффициентов корреляции

с жировой и безжировой МТ при умеренной силе связи прослеживались также для индекса Эрисмана ($p > 0,05$). Полученные данные позволили сделать заключение, что массоростовой показатель, индексы Вервека и Эрисмана связаны с развитием жирового и безжирового компонентов МТ практически в равной степени, что, естественно, снижает их диагностическую значимость для оценки жирового пула организма у детей подросткового возраста. Сила связи БЖМТ с индексами Кетле и Пинье также была расценена как умеренная, а с индексами Рорера, Бругша и Брока — как низкая. Кроме того, сила связи БЖМТ с индексами Кетле, Пинье, Рорера, Бругша и Брока была статистически значимо ниже, чем сила связи ЖМТ с перечисленными индексами ($p < 0,001$ во всех случаях). Таким образом, было показано, что индексы Кетле, Пинье, Рорера, Бругша и Брока в большей степени связаны с показателями ЖМТ, что свидетельствует о возможности их использования для косвенной оценки уровня развития жира в организме.

Коэффициенты корреляции антропометрических индексов с показателями развития жировой и безжировой массы тела по данным биоимпедансного анализа

Антропометрический индекс	Коэффициент корреляции антропометрических индексов с результатами биоимпедансного анализа		
	со значениями ЖМТ	со значениями БЖМТ	p^*
Массоростовой показатель	0,85	0,82	$>0,05$
Кетле	0,86	0,62	$<0,001$
Рорера	0,73	0,30	$<0,001$
Вервека	-0,85	-0,80	$>0,05$
Пинье	-0,79	-0,52	$<0,001$
Бругша	0,59	0,29	$<0,001$
Брока	0,64	0,15	$<0,001$
Эрисмана	0,72	0,72	$>0,05$

* Значения p отражают уровень статистической значимости различий корреляции антропометрических индексов с показателями ЖМТ и корреляции антропометрических индексов с показателями БЖМТ.

Следует также указать, что среди пяти выделенных антропометрических индексов, потенциально пригодных для косвенной оценки степени развития жирового пула, максимальную силу связи с показателем ЖМТ имеет индекс Кетле. Так, коэффициент корреляции в паре признаков «ЖМТ — индекс Кетле» был статистически значимо выше коэффициентов корреляции в парах признаков «ЖМТ — индекс Пинье» «ЖМТ — индекс Рорера», «ЖМТ — индекс Бругша» и «ЖМТ — индекс Брока» ($p = 0,012$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$ соответственно).

Таким образом, было установлено, что из всех представленных антропометрических индексов наиболее приемлемым для косвенной оценки ЖМТ является индекс Кетле. Дополнительным преимуществом данного индекса выступает простота его расчета на основании стандартных антропометрических параметров (МТ и рост) при относительной простоте математического вычисления, а также наличие нормативов его оценки, основанных на результатах многоцентровых исследований [9]. В то же время нельзя не отметить, что в ряде работ обсуждается неправомерность использования индекса Кетле в педиатрической практике. В качестве основания для данного утверждения приводятся результаты экспериментальных исследований, доказывающие низкую диагностическую чувствительность и специфичность метода, а также низкую сопоставимость значений индекса Кетле с данными современных методов оценки состава тела [13, 14, 18].

Результаты проведенного исследования, напротив, доказывают высокую степень корреляции абсолютных значений индекса Кетле с абсолютными значениями ЖМТ, полученными методом биоимпедансного анализа — одного из современных методов определения состава тела. Данный факт, по мнению авторов, указывает на возможность использования индекса Кетле у детей анализируемой возрастной группы для оценки уровня развития ЖМТ.

Кроме того, результаты проведенного анализа точности диагностического метода с расчетом стандартных операционных характеристик позволили установить, что индекс Кетле обладает высоким уровнем чувствительности и специфичности для диагностики избытка ЖМТ в целом, а также и средним уровнем чувствительности и высокой специфичностью для диагностики ожирения. При расчете операционных характеристик в качестве стандарта диагностики избытка жировой массы и ожирения использовался метод биоэлектрического импеданса.

В соответствии с рекомендациями Н.Д. McCarthy в качестве критериев избытка ЖМТ (overfat) и ожирения (obese) были приняты значения 85-го и 95-го перцентилей относительного содержания жира в организме (body fat) у мальчиков и девочек соответствующего возраста. Оценка значений индекса Кетле проводилась в соответствии со стандартами Всемирной организации здравоохранения для детей соответствующего пола и возраста: избыточная масса (overweight) и ожирение (obese) диагностировались при значениях индекса Кетле, превы-

шающих соответственно отрезные точки 85-го и 95-го перцентилей. Чувствительность индекса Кетле для диагностики избытка ЖМТ (доля детей, у которых значения индекса Кетле соответствовали градации overweight среди детей с диагностированным на основании биоимпедансного анализа избытком ЖМТ — overfat) составила 81,5%. Специфичность индекса Кетле для диагностики избыточного развития жировой массы составила 94,8%. Значения показателей «прогностическая ценность положительного результата» и «прогностическая ценность отрицательного результата» равнялись 60,3 и 98,1% соответственно.

Чувствительность индекса Кетле для диагностики ожирения, вычисленная как доля детей, у которых значения индекса Кетле соответствовали градации obese среди детей с диагностированным на основании биоимпедансного анализа ожирением (obese), составила 68,0%. Специфичность индекса Кетле для диагностики ожирения, рассчитанная как доля детей, у которых значения индекса Кетле не превышали отрезную точку 95-го перцентиля распределения, среди детей, у которых значения ЖМТ не соответствовали категории obese, составила 98,8%. Значения показателей «прогностическая ценность положительного результата» и «прогностическая ценность отрицательного результата» в данном случае равнялись 70,8 и 98,6% соответственно.

Заключение

Результаты проведенного исследования позволили установить, что наиболее приемлемым для косвенной оценки жирового компонента МТ у детей подросткового возраста является индекс Кетле. Простота расчета индекса Кетле позволяет производить его вычисление в амбулаторных условиях — при массовых профилактических осмотрах в организованных коллективах. Представленные данные позволяют рекомендовать включение расчета индекса Кетле в процедуру оценки физического развития при профилактических обследованиях школьников. Особо следует подчеркнуть, что диагностика избыточного развития ЖМТ у детей подросткового возраста с помощью индекса Кетле должна быть основана на использовании возрастных нормативов оценки.

Литература

1. *Башикиров П.Н.* Учение о физическом развитии человека. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. 340 с.
2. *Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М.* Оценка состояния здоровья детей. Новые подходы к профилактической

и оздоровительной работе в образовательных учреждениях: руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 424 с.

3. *Мазурин А.В., Воронцов И.М.* Пропедевтика детских болезней. СПб.: ИКФ «Фолиант», 2000. 928 с.

4. Мальцев С.В., Зарипова Р.Т., Заболотная Л.Н., Зайкова Ф.М. Оценка трофологического статуса школьников со сниженной массой тела, проживающих в Республике Татарстан // Педиатрия. 2007. Т. 86, № 2. С. 123—128.
5. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука, 2006. 248 с.
6. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. М.: МедиаСфера, 2002. 312 с.
7. Bray G.A., DeLany J.P., Harsha D.W. et al. Evaluation of body fat in fatter and leaner 10-y-old African American and white children: the Baton Rouge Children's Study // Am. J. Clin. Nutr. 2001. V. 73, № 4. P. 687—702.
8. Clasey J.L., Kanaley J.A., Wideman L. et al. Validity of methods of body composition assessment in young and older men and women // J. Appl. Physiol. 1999. V. 86, № 5. P. 1728—1738.
9. Cole T.J., Bellizzi M.C., Flegal K.M., Dietz W.H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey // BMJ. 2000. V. 320, № 7244. P. 1240—1243.
10. Gielen S., Hambrecht R. The Childhood Obesity Epidemic Impact on Endothelial Function // Circulation. 2004. V. 109. P. 1911—1919.
11. Gilbert M.J., Fleming M.F. Use of enhanced body mass index charts during the pediatric health supervision visit increases physician recognition of overweight patients // Clin. Pediatr. 2007. V. 46, № 8. P. 689—697.
12. Heymsfield S.B., Lohman T.G., Wang Z., Going S.B. Human body composition: 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005. 533 p.
13. Lindsay R.S., Hanson R.L., Rouman J. et al. Body mass index as a measure of adiposity in children and adolescents: relationship to adiposity by dual energy x-ray absorptiometry and to cardiovascular risk factors // J. Clin. Endocrinol. Metab. 2001. V. 86. P. 4061—4067.
14. McCarthy H.D., Cole T.J., Fry T. et al. Body fat reference curves for children // Int. J. Obes. 2006. V. 30. P. 598—602.
15. Nader P.R., O'Brien M., Houts R. et al. Identifying risk for obesity in early childhood // Pediatrics. 2006. V. 118, № 3. P. 594—601.
16. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Technical Report Series № 854. <http://www.who.int/>
17. Screening and interventions for overweight in children and adolescents: recommendation statement / US Preventive Services Task Force // Pediatrics. 2005. V. 116, № 1. P. 205—209.
18. Veldhuis J.D., Roemmich J.N., Richmond E.J. et al. Endocrine control of body composition in infancy, childhood and puberty // Endocr. Rev. 2005. V. 26, № 1. P. 114—146.

Поступила в редакцию 21.01.2010 г.

Утверждена к печати 17.03.2010 г.

Сведения об авторах

И.В. Иванова — канд. биол. наук, ассистент кафедры поликлинической педиатрии ЯГМА (г. Ярославль).

Н.Л. Чёрная — д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой поликлинической педиатрии ЯГМА (г. Ярославль).

Для корреспонденции

Иванова Инна Викторовна, тел./факс (4852) 35-66-92, e-mail: alasel@mail.ru