

Взаимосвязь индекса Кетле с компонентным составом тела (мышечным, жировым, костным) студентов различного уровня физической подготовки

Е.А. Чанчаева¹, С.С. Сидоров¹, А.В. Козлов¹, В.А. Водолеева¹, Р.И. Айзман^{2,3}

¹ Горно-Алтайский государственный университет, 649000, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1

² Новосибирский государственный педагогический университет 630126, г. Новосибирск, ул. Виллюйская, 28

³ Новосибирский НИИ гигиены Роспотребнадзора 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7

Резюме

Процесс увеличения массы тела приобретает глобальный характер, что актуализирует необходимость ранней диагностики ожирения. Информативным методом определения избытка массы тела и ожирения является измерение мышечного и жирового компонентов, а также анализ корреляционных связей между массой, индексом массы и компонентным составом тела. Цель исследования – выявить наличие и характер взаимосвязи между индексом Кетле и компонентным составом тела студентов с разным уровнем физической подготовки. **Материал и методы.** У 107 студентов (52 юношей и 55 девушек) основной медицинской группы, обучающихся в Горно-Алтайском государственном университете, определяли длину, массу и индекс массы тела, уровень физической подготовки, компонентный состав тела (мышечный, жировой, костный). **Результаты и их обсуждение.** Юноши и девушки с более высоким уровнем физической подготовки имели более высокие показатели массы тела, положительную корреляцию между массой, индексом Кетле, мышечным и костным компонентами и обратную корреляцию между индексом Кетле и общим содержанием жира. У юношей и девушек с низкой физической подготовкой масса и индекс массы тела положительно коррелировали с жировым компонентом. Характер корреляционных связей между массой, индексом массы и компонентным составом тела позволяет выявить тенденцию увеличения массы за счет жирового или мышечного компонентов.

Ключевые слова: избыток массы тела, ожирение, индекс Кетле, компонентный состав тела.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Автор для переписки: Чанчаева Е.А., e-mail: chan.73@mail.ru

Для цитирования: Чанчаева Е.А., Сидоров С.С., Козлов А.В., Водолеева В.А., Айзман Р.И. Взаимосвязь индекса Кетле с компонентным составом тела (мышечным, жировым, костным) студентов различного уровня физической подготовки. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2020; 40 (2): 86–90. doi: 10.15372/SSMJ20200212

The interrelation between the Kettle index and the body component composition (muscle, fat, bone) in students with different levels of physical fitness

Е.А. Chanchaeva¹, S.S. Sidorov¹, A.V. Kozlov¹, V.A. Vodoleeva¹, R.I. Aizman^{2,3}

¹ Gorno-Altai State University 649000, Gorno-Altaysk, Lenkina str., 1

² Novosibirsk State Pedagogical University 630126, Novosibirsk, Vilyuyskaya str., 28

³ Novosibirsk Science Research Institute of Hygiene of Rosпотребнадзор 630108, Novosibirsk, Parhomenko str., 7

Abstract

The process of body mass increasing among the population becomes global, which updates the need for early diagnosis of obesity. An informative method of determining the body mass excess and obesity is the determination of muscle and fat components, as well as the analysis of correlations between weight, mass index and component composition of the body. Aim of the study was to identify the availability and character of relationship between body mass, index Kettle and body component composition in students with different level of physical fitness. **Material and methods.** Length, weight, body mass index, level of physical fitness, body component composition (muscle, fat, bone) have been investigated in 107 students (52 boys and 55 girls) of the main medical group studying at the Gorno-Altai State University. **Results.** Trained young man and girls with higher level of physical fitness were characterized by higher body mass, a positive correlation between weight, index Kettle, muscle and bone components and an inverse correlation between index Kettle and total fat. In young man and girls with low physical fitness, total mass and Kettle index positively correlated with the fat component. The nature of the correlation between body mass, Kettle index and composition of the body allows us to identify the trend of weight gain due to fat or muscle components.

Key words: excess body mass, obesity, Kettle index, body component composition.

Conflict of interests. Authors declare lack of the possible conflicts of interests.

Correspondence author: Chanchaeva E.A., chan.73@mail.ru

Citation: Chanchaeva E.A., Sidorov S.S., Kozlov A.V., Vodoleeva V.A., Aizman R.I. The interrelation between the Kettle index and the body component composition (muscle, fat, bone) in students with different levels of physical fitness. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2020; 40 (2): 86–90. [In Russian]. doi: 10.15372/SSMJ20200212

Введение

В начале XXI в. в большинстве европейских стран отмечено резкое увеличение показателей массы тела главным образом за счет жирового слоя. Процесс увеличения массы приобретает столь глобальный характер, что многие исследователи говорят об «эпидемии ожирения» [3]. Наметившаяся тенденция актуализирует необходимость ранней диагностики избыточной массы тела [2].

Хотя индекс массы тела, или индекс Кетле (ИМТ, кг/м²), широко используется для выявления ожирения, он является мерой не избыточного жира в организме, а избыточной массы по отношению к росту. Оценочная шкала ИМТ разработана на основании обобщенных данных, что, очевидно, может недостоверно выявлять избыточную массу и ожирение у молодых людей, занимающихся спортом, масса тела которых в значительной степени определяется мышечным компонентом [3]. В таком случае более информативным методом у спортсменов и людей, не занимающихся спортом, является определение мышечного и жирового компонентов, а также топографии жировых отложений [1].

Цель данного исследования – выявить наличие и характер взаимосвязи между индексом массы и компонентным составом тела студентов с разным уровнем физической подготовки.

Материал и методы

Длину, массу, ИМТ и композицию тела (жировой, костный и мышечный компоненты) определяли у 107 студентов (52 юношей и 55 девушек) основной медицинской группы, обучающихся в Горно-Алтайском государственном университете. Все студенты были разделены на группы в зависимости от уровня физической подготовки и половой принадлежности. Уровень физической подготовки оценивали по результатам выполнения тестов: бег на 3000 м у юношей и 2000 м у девушек; подтягивание из виса на высокой перекладине у юношей или сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу у девушек; наклоны вперед из положения стоя на гимнастической скамье; прыжок в длину с места толчком двумя ногами; количество подниманий туловища из положения лежа на спине за 1 мин. В группу с высоким уровнем физической подготовки вошли студенты, выполнившие все нормативы; в группу с низким уровнем подготовки – студенты, не выполнившие комплекс нормативов. Длину тела определяли с помощью медицинского ростомера. Массу и композицию тела оценивали биоимпедансным методом (Tanita bc-545n, Япония) в режиме частоты переменного тока 50 кГц и силы тока в 500 мА при ручном наложении электродов и расположении ступней стоящего пациента на ширине плеч.

Для расчета общего содержания жира (ОСЖ, %) измеряли толщину кожно-жировых складок на животе (d_1), спине (d_2), предплечье (d_3), плече (передняя и задняя поверхность – d_4 , d_5), бедре (d_6), голени (d_7), груди (d_8) (только у мужчин) [2] и производили перерасчет по формуле Матейки: $D = d \times S \times K$, где D – абсолютное содержание жира (кг); d – средняя толщина кожно-жировой складки ($d = (d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7 + d_8)$); K – константа, равна 0,13; S – площадь поверхности тела (m^2 ; $S = 1 + (P + H)/100$; P – масса тела (кг), H – отклонение в росте от 160 см с соответствующим знаком). Среднее содержание жира (%) вычисляли по формуле: $ОСЖ = (D/P) \times 100$.

Проверку нормальности распределения данных выполняли с помощью гистограмм путем расчета коэффициента асимметрии и куртозиса, используя тест Шапиро – Уилка. Для переменных с нормальным распределением рассчитывали среднее значение и ошибку среднего ($X \pm m$). При допущении нормального распределения данных значимость различий оценивали с помощью t -теста Стьюдента для независимых выборок. Для оценки зависимости между переменными вычисляли коэффициент корреляции Пирсона (r). При анализе значимости различий категориальных признаков использовали критерий χ^2 Пирсона. Достоверными считали результаты при $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Морфологические показатели и компонентный состав тела юношей достоверно отличались от значений девушек (табл. 1). Так, независимо от уровня физической подготовки юноши отличались более высокими показателями длины, массы тела, мышечного и костного компонентов, но меньшим содержанием жировой массы. Различия в зависимости от уровня физической подготовки выявлены только по показателям массы тела у

юношей ($p < 0,05$), массы тела и жирового компонента – у девушек ($p < 0,05$). Масса тела девушек со слабой физической подготовкой была ниже, а жировой компонент выше, чем у тренированных девушек. Среди юношей масса тела также была больше у студентов с высоким уровнем физической подготовки.

Результаты нашего исследования совпадают с данными других авторов [1, 4]. Так, ИМТ спортсменов и представителей неатлетической группы не различался, но толщина кожно-жировых складок у спортсменов была достоверно меньше [4]. Эти результаты показывают, что ИМТ не является показательным индикатором для оценки жирового компонента у физически активных молодых людей [1, 4]. Поэтому в нашем исследовании была поставлена цель оценить взаимосвязь ИМТ с компонентным составом тела в сравниваемых группах спортсменов и неспортсменов.

Для оценки взаимосвязи показателей индекса Кетле с компонентным составом тела был проведен корреляционный анализ (табл. 2). У юношей, независимо от уровня тренированности, масса тела и ИМТ положительно коррелировали с мышечным и костным компонентами тела. У девушек данная взаимосвязь была средней силы в группе тренированных, тогда как у девушек со слабым уровнем физической подготовки корреляция была слабой. Общее содержание жира было обратно пропорционально мышечной и костной массе, при этом у тренированных юношей и девушек корреляция была средней силы ($r = -0,47$), тогда как у нетренированных – слабой и недостоверной ($r = -0,11$; $-0,24$).

У физически нетренированных юношей и девушек масса тела и ИМТ тесно коррелировали с общим содержанием жира, тогда как у тренированных юношей корреляция не проявлялась, а у тренированных девушек была слабой. Следовательно, характер взаимосвязей между массой, ин-

Таблица 1. Морфологические показатели и компонентный состав тела юношей и девушек с различным уровнем физической подготовки

Table 1. Morphological parameters and component composition of body the of boys and girls with different levels of physical fitness

Уровень физической подготовки	Пол, n	Длина тела, см	Масса тела, кг	ИМТ, кг/м ²	Компонент тела, %		
					Жировой	Мышечный	Костный
Высокий	Ю, 22	171,6 ± 1,2 ⁺⁺	67,9 ± 1,4 ^{++*}	22,3 ± 0,4	13,0 ± 0,9 ⁺⁺	83,0 ± 1,3 ⁺⁺	4,4 ± 0,1 ⁺⁺
	Д, 17	161,5 ± 1,2	58,3 ± 1,6 *	22,9 ± 0,4*	22,0 ± 1,2*	74,3 ± 1,1*	4,0 ± 0,04*
Низкий	Ю, 30	173,8 ± 1,4 ⁺⁺	64,6 ± 1,9 ⁺	21,4 ± 0,5 ⁺	12,8 ± 0,7 ⁺⁺	82,9 ± 1,3 ⁺⁺	4,3 ± 0,1 ⁺⁺
	Д, 38	162,1 ± 1,0	54,9 ± 1,3	20,0 ± 0,4	26,5 ± 1,0	69,8 ± 0,7	3,7 ± 0,04

Примечание. Обозначены статистически значимые отличия от величин соответствующих показателей девушек (+ – при $p < 0,05$, ++ – при $p < 0,001$) и лиц с низким уровнем тренированности (* – при $p < 0,05$).

Таблица 2. Коэффициент корреляции между показателями массы тела, ИМТ и компонентного состава тела студентов с различным уровнем физической подготовки

Table 2. Correlation coefficient between indicators of weight, body mass index and component composition of the body of students with different levels of physical fitness

	Уровень физической подготовки							
	Высокий				Низкий			
	МТ	ИМТ	Компонент тела		МТ	ИМТ	Компонент тела	
Мышечный			Костный	Мышечный			Костный	
<i>Юноши</i>								
МТ		0,81*	0,91*	0,90*		0,70*	0,75*	0,76*
ИМТ	0,81*		0,61*	0,59*			0,62*	0,65*
ОСЖ			-0,46*	-0,47*	0,50*	0,58*	-0,22	-0,24
<i>Девушки</i>								
МТ		0,75*	0,80*	0,79*		0,75*	0,81*	0,76*
ИМТ			0,49*	0,51*	0,75*		0,35*	0,32*
ОСЖ	0,32*	0,41*	-0,47*	-0,31*	0,59*	0,64*	-0,11	-0,14

Примечание. МТ – масса тела; ОСЖ – общее содержание жира; * – коэффициент корреляции статистически значим.

дексом массы и композиционным составом тела позволяет выявить значение жирового или мышечного компонентов в увеличении массы тела.

Таким образом, в зависимости от уровня физической подготовки молодых людей ИМТ может отражать вклад мышечного или жирового компонента, что требует дополнительного исследования компонентного состава тела.

Заключение

Тренированных юношей и девушек отличают более высокие показатели массы тела, положительная корреляция между массой, ИМТ, мышечным и костным компонентами и обратная корреляция между ИМТ и общим содержанием жира. У юношей и девушек со слабой физической подготовкой масса и индекс массы тела положительно коррелируют с жировым компонентом.

Список литературы / References

1. Бондарева Э.А., Попова Е.В., Кетлерова Е.С., Коданева Л.Н., Отгон Г. Регулярная физическая нагрузка снижает влияние А-аллеля гена *FTO* на предрасположенность к ожирению в группе русских

мужчин. *Человек. Спорт. Медицина.* 2019. 19 (3): 119–124. doi: 10.14529/hsm190315

Bondareva E.A., Popova E.V., Ketlerova E.S., Kodaneva L.N., Otgon G. Physical activity attenuates the effect of the T/A polymorphism on obesity-related phenotypes in adult Russian males. *Human. Sport. Medicine.* 2019; 19 (3): 119–124. doi: 10.14529/hsm190315

2. Филатова О.В., Куцева Е.В., Бурцева Ю.С. Сравнительный анализ различных методов диагностики ожирения: антропометрия и биоимпедансный анализ. *Экол. человека.* 2018; (9): 48–51.

Filatova O.V., Kutseva E.V., Burtseva Yu.S. Comparative analysis of different obesity diagnostic methods: antropometry and body impedance. *Ekologiya cheloveka = Human Ecology.* 2018; (9): 48–51. [In Russian].

3. Sheikh A.B., Nasrullah A., Haq S., Akhtar A., Ghazanfar H., Nasir A., Afzal R.M., Bukhari M.M., Chaudhary A.Y., Naqvi S.W. The interplay of genetics and environmental factors in the development of obesity. *Cureus.* 2017; 9 (7): e1435. doi: 10.7759/cureus.1435

4. Wallner-Liebmann S.J., Kruschitz R., Hübler K., Hamlin M.J., Schnedl W.J., Moser M., Tafeit E. A measure of obesity: BMI versus subcutaneous fat patterns in young athletes and nonathletes. *Coll. Antropol.* 2013; 37 (2): 351–357.

Сведения об авторах:

Елена Анатольевна Чанчаева, д.б.н., доцент, ORCID: 0000-0001-5281-1145, e-mail: chan.73@mail.ru

Сергей Сергеевич Сидоров, ORCID: 0000-0001-9201-5805, e-mail: sidorovss10@mail.ru

Александр Васильевич Козлов, ORCID: 0000-0001-9430-5769, e-mail: kozlov-raft@mail.ru

Вера Алексеевна Водолева, ORCID: 0000-0002-0612-2290, e-mail: vodoleeva401@mail.ru

Роман Иделевич Айзман, д.б.н., профессор, ORCID: 0000-0002-7776-4768, e-mail: aizman.roman@yandex.ru

Information about authors:

Elena A. Chanchaeva, doctor of biological sciences, docent, ORCID: 0000-0001-5281-1145,
e-mail: chan.73@mail.ru

Sergey S. Sidorov, ORCID: 0000-0001-9201-5805, e-mail: sidorovss10@mail.ru

Aleksandr V. Kozlov, ORCID: 0000-0001-9430-5769, e-mail: kozlov-raft@mail.ru

Vera A. Vodoleeva, ORCID: 0000-0002-0612-2290, e-mail: vodoleeva401@mail.ru

Roman I. Aizman, doctor of biological sciences, professor, ORCID: 0000-0002-7776-4768,
e-mail: aizman.roman@yandex.ru

Поступила в редакцию 17.12.2019

После доработки 24.12.2019

Принята к публикации 06.03.2020

Received 17.12.2019

Revision received 24.12.2019

Accepted 06.03.2020