

Relacje wagowo-wzrostowe i stosowanie wskaźnika BMI u dzieci i młodzieży

Weight-height relations and the use of BMI in children and youths

Romuald Stupnicki

Wyższa Szkoła Kultury Fizycznej i Turystyki, Pruszków

Streszczenie

Przedstawiono genezę, zakres stosowalności u dzieci i młodzieży oraz ograniczenia dotyczące wskaźnika BMI. Podano warunki, jakie powinny być spełnione w ustalaniu norm wszelkich wskaźników wagowo-wzrostowych: populację referencyjną powinny stanowić osoby niewykazujące nadmiaru bądź niedoboru tkanki tłuszczowej. Przedstawiono wartości referencyjne w postaci siatek centylowych i równań odniesionych do wieku dzieci i młodzieży w zakresie 6 – 20 lat. Podano również zalecenia dotyczące stosowania unormowanych wartości BMI, jeżeli miary sprawności lub stanu zdrowia mają być odniesione do BMI.

Słowa kluczowe: Relacje wagowo-wzrostowe; BMI; Skład ciała

Summary

The paper discusses the origin of BMI, range of its applications and deficiencies of that index. The indispensable requirement pertaining to establishing reference values (“norms”) of all possible weight-height indices was forwarded: the reference population ought to consist of subjects exhibiting no excess or deficiency of body fat. That condition was employed in acquiring reference values from which the presented percentile charts and equations were prepared applicable to the age range 6 – 20 years. Furthermore, recommendations as to the use of standardised BMI values, when measures of health or of physical fitness are to be related to BMI, were discussed.

Key words: Weight-height relationships; BMI; Body composition

Wprowadzenie

Nadwaga i otyłość, narastająca zwłaszcza u dzieci i młodzieży, jest obecnie jednym z najważniejszych problemów, gdyż może skutkować otyłością i wieloma chorobami w życiu dorosłym [1,5,9]. Do ich wykrywania u dzieci i młodzieży najpowszechniej stosuje się wskaźnik BMI (*Body Mass Index*), co wielu autorów uzasadnia tym, że jest łatwy do obliczenia i względnie wysoko skorelowany z zawartością tkanki tłuszczowej [6,7]. Należy od razu podkreślić, że oba argumenty można łatwo podważyć; łatwość obliczenia nie ma żadnego związku z trafnością wskaźnika, a więc z tym, czy wskaźnik jest rzetelną miarą, współczynnik korelacji zaś zależy od zakresu korelowanych wartości. Z tych powodów wskaźnik BMI jest jednak również często krytykowany (por. np. [14]).

Niewłaściwe jest przypisywanie wskaźnikowi BMI możliwości oszacowania zawartości tkanki tłuszczowej [4]. W badaniach na kobietach o zróżnicowanej aktywności fizycznej, mających prawidłową wartość wskaźnika BMI, aż 34% miało nadmiar tkanki tłuszczowej (ponad 25%) [10], zaś u badanych przez nas [13] dziewcząt odsetek ten wyniósł aż 44%, a u chłopców ok. 8%.

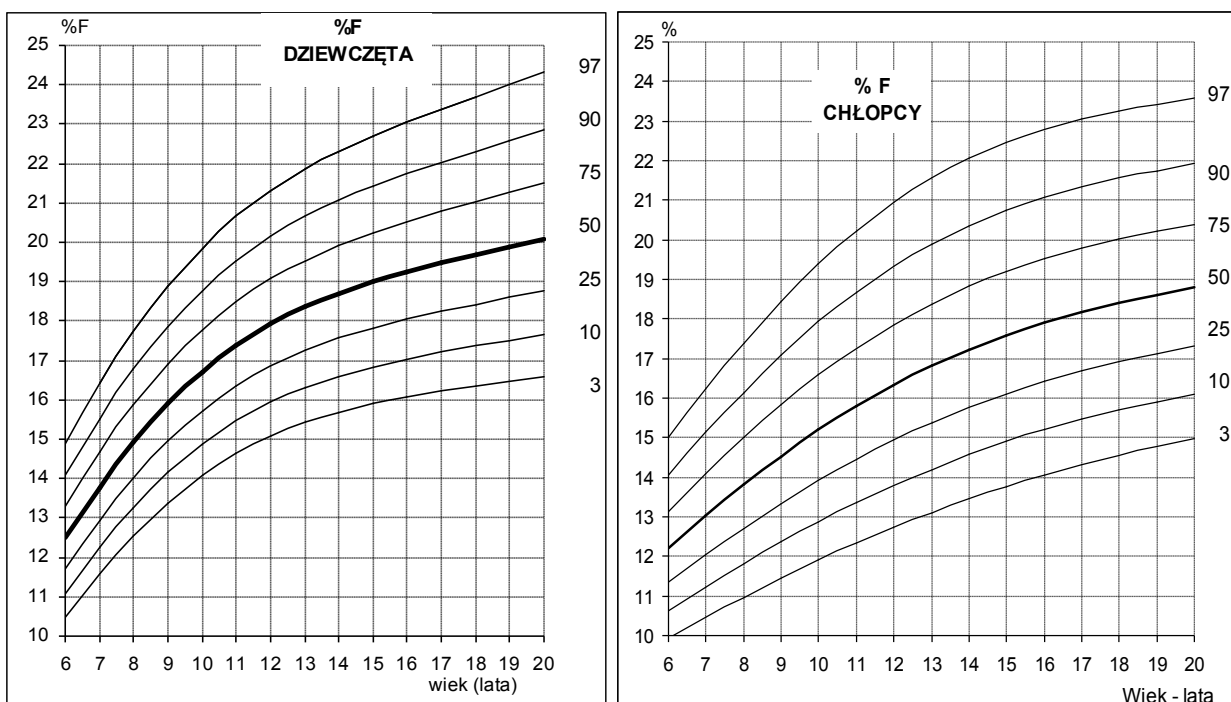
Koncepcja BMI opracowana przez Queteleta polegała na założeniu, że masa ciała jest proporcjonalna do kwadratu wysokości ciała. Założenie to może być uznane za poprawne u dorosłych (aczkolwiek są liczne odstępstwa), ale nie u dzieci i młodzieży, u których potęga, do której należy podnieść wysokość

ciała, aby uzyskać proporcjonalność masy ciała, zmienia się w przebiegu rozwoju od poniżej 2 aż do powyżej 3. Oznacza to, że w przebiegu wzrastania BMI nie odzwierciedla rzeczywistych proporcji masy do wysokości ciała.

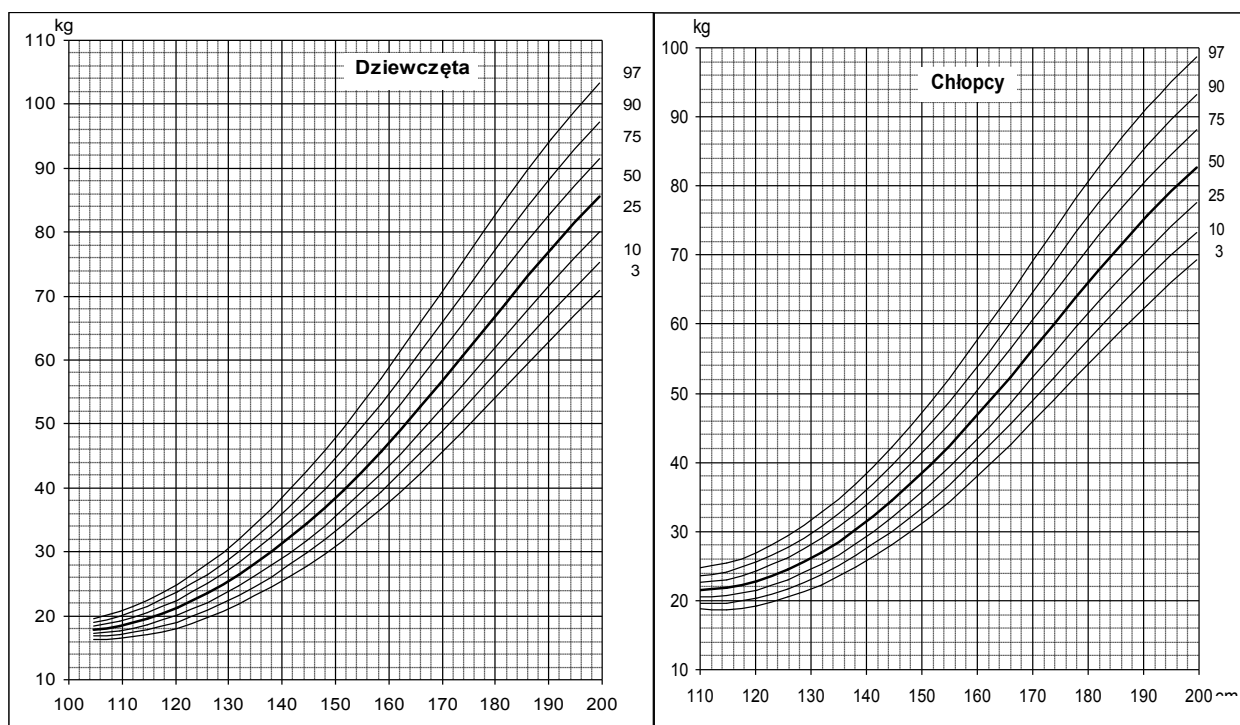
Aby właściwie zrozumieć istotę i możliwości użycia wskaźnika BMI, należy wziąć pod uwagę historię jego zastosowań. W roku 1988 Bray i Gray [2] opublikowali dane dotyczące zależności między zapadalnością dorosłych na różne choroby cywilizacyjne a wielkością BMI. Dane te zostały wykorzystane przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) do porównywania różnych populacji pod względem ryzyka tych chorób. W założeniu, wskaźnik BMI nie był zatem przeznaczony do oceny indywidualnych przypadków, a jedynie większych zbiorowości. Ponadto, ocena taka dotyczy wyłącznie populacji osób dorosłych, gdyż nie stwierdzono dotąd zależności między BMI dzieci i młodzieży a ich zapadalnością na choroby cywilizacyjne.

Zależność między masą a wysokością ciała

O ile wysokość ciała zależy głównie od czynników genetycznych, a tylko w pewnym stopniu od czynników środowiskowych, o tyle masa ciała – odwrotnie, czynniki środowiskowe są tu decydujące. Abstrahując od przyczyn tego stanu rzeczy (uwarunkowania ewolucyjne), w masie ciała można wyróżnić dwa elementy: fizjologiczny („należny”) i nadmiarowy („balastowy” – ponadfizjologiczna zawartość tkanki tłuszczowej). Pytanie, czy dana osoba ma „prawidłową” masę ciała, należy zatem zastąpić innym: czy ma „prawidłową” zawartość tkanki tłuszczowej, a więc należy odnieść się do odpowiednich norm. Tu napotykamy trudność, gdyż nie ma powszechnie obowiązujących, uznanych norm zawartości tkanki tłuszczowej u dzieci i młodzieży. Opierając się na wielu rozmaitych źródłach, w 2009 r. zaproponowano przedziały prawidłowej zawartości tkanki tłuszczowej dla wieku 6 – 20 lat [12]. Poniżej przedstawiono siatki centylowe obliczone na podstawie tych przedziałów.



Ryc. 1. Prawidłowa zawartość tkanki tłuszczowej u dziewcząt i chłopców w wieku szkolnym (na podstawie [12])



Ryc. 2. Siatki centylowe zależności masy od wysokości ciała dziewcząt i chłopców o prawidłowej zawartości tkanki tłuszczowej [12]

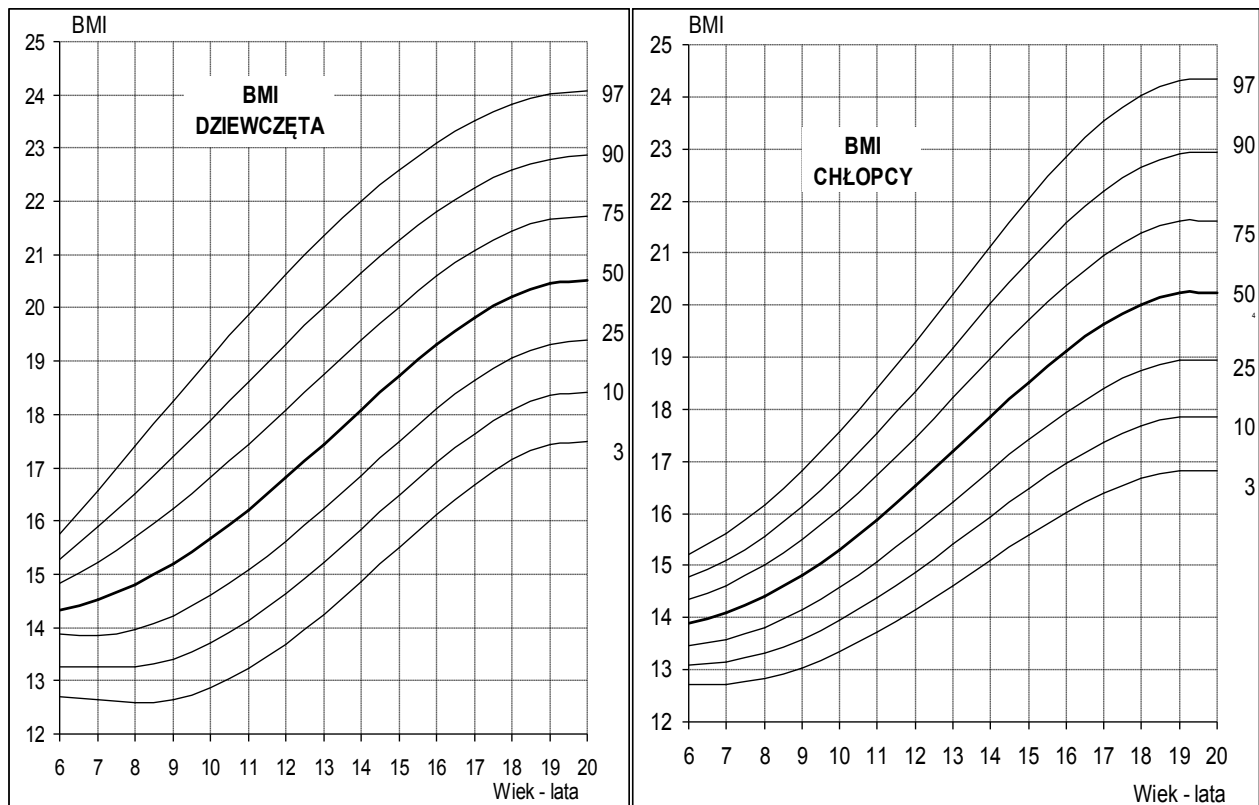
Aby poprawnie określić zależność między masą a wysokością ciała, należy więc najpierw wyselekcjonować te osoby, u których zawartość tkanki tłuszczowej mieści się w prawidłowych granicach. Tylko dane od takich osób posłużą do wyznaczenia „normy” wagowo-wzrostowej. Pamiętając, że przy prawidłowym przebiegu rozwoju masa ciała powinna zależeć od osiągniętej w danym momencie wysokości ciała, a nie od wieku, masę ciała danej osoby należy odnieść do wysokości ciała i porównać z danymi uzyskanymi od osób z prawidłową zawartością tkanki tłuszczowej przedstawionymi na rycinie 2.

Jak wynika z krzywoliniowego przebiegu zależności przedstawionej na ryc. 2 i jak wspomniano we Wprowadzeniu, żaden wskaźnik oparty na stałej potędze wysokości ciała nie będzie rzetelną miarą proporcji wagowo-wzrostowej. Niemniej jednak, przedstawione powyżej warunki poprawnego wyznaczenia zależności masa ciała/wysokość ciała odnoszą się także do wszelkich wskaźników wagowo-wzrostowych, jak np. BMI. Jest to uzasadnione tym, że normy takich wskaźników, czyli zakresy wartości zalecanych (takich, jakie „powinny być”), powinny być wyznaczone dla osób niemających balastowego nadmiaru tkanki tłuszczowej. Tylko takie osoby mogą stanowić poprawną grupę odniesienia. Ten warunek jest najczęściej ignorowany, co prowadzi do zalecania nierzetelnych wartości odniesienia.

Podsumowując, posługiwanie się siatkami obrazującymi bezpośrednią zależność masy od wysokości ciała jest bardziej właściwe w indywidualnej ocenie niż stosowanie wskaźnika BMI. Jak wspomniano wyżej, wskaźnik BMI powinien być bowiem stosowany tylko do oceny grup, a nie indywidualnych przypadków.

Normy wskaźnika BMI w zakresie wieku szkolnego

Powszechność stosowania wskaźnika BMI u dzieci i młodzieży narzuca wymóg rzetelności norm. Omówione wyżej kryteria nie były jednak dotychczas użyte w dostępnym piśmiennictwie; praca opublikowana w roku 2013 przez nasz zespół [13] była pierwszą taką publikacją. Odpowiednie siatki centylowe dla dziewcząt i chłopców przedstawiono na ryc. 3.

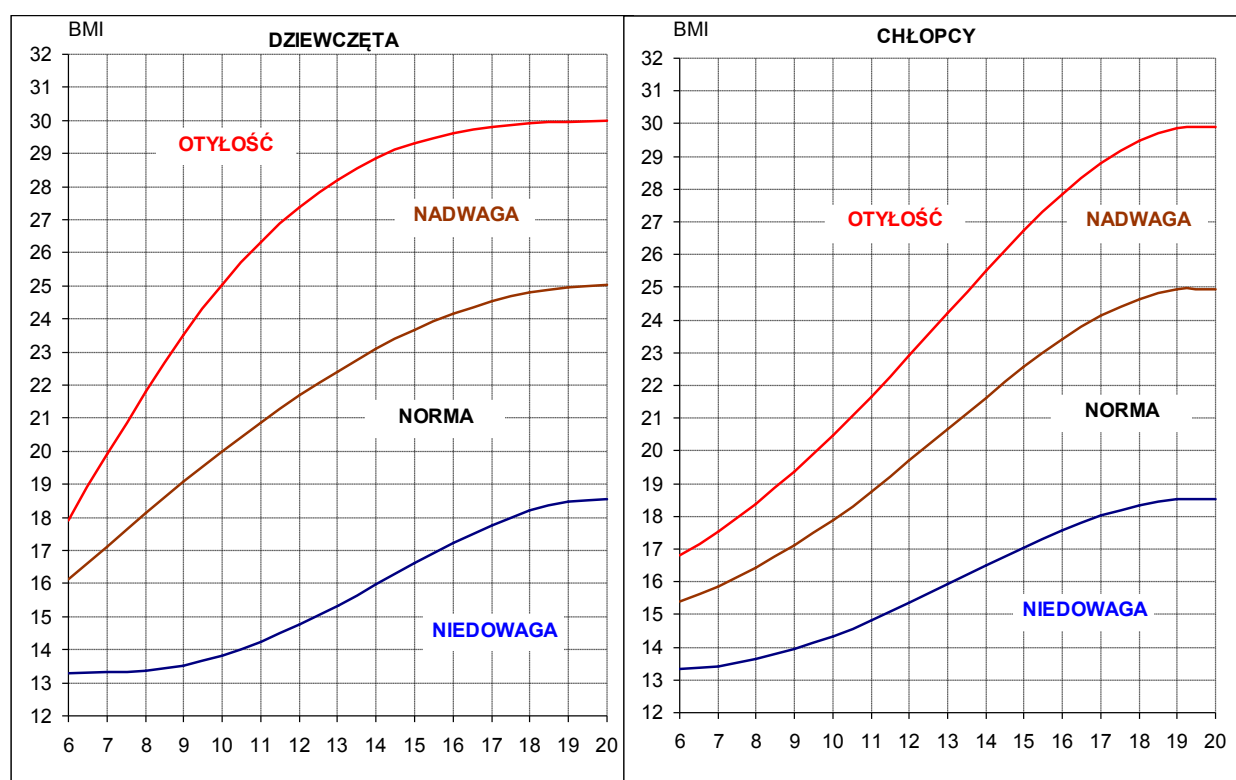


Ryc. 3. Siatki centylowe wartości wskaźnika BMI dziewcząt i chłopców o prawidłowej zawartości tkanki tłuszczowej [13]

Siatki centylowe obrazują odsetki osób mających „prawidłową” zawartość tkanki tłuszczowej i osiągających określone wartości wskaźnika BMI. Siatki te powinny stanowić odniesienie dla danych dotyczących dzieci i młodzieży. Niemniej jednak, wartości 97. centyla dla wieku 19 – 20 lat są niemal równe wartości BMI = 25, przyjętej jako graniczna dla dorosłych, powyżej której mieści się nadwaga. Aby jednak umożliwić „płynne przejście” od wartości przedstawionych w powyższych siatkach centylowych do norm dla dorosłych, zastosowano odpowiednie współczynniki (tab. 1), przez które należy mnożyć odchylenia standardowe wartości BMI obliczone z równań w następnej sekcji. Odpowiednie wykresy pokazano na ryc. 4. Podobne założenie przyjęli Cole i wsp. [3], którzy jednak posłużyli się populacją nie wyselekcjonowaną pod względem zawartości tkanki tłuszczowej, co doprowadziło do obniżonej wykrywalności nadwagi i otyłości [8]; normy Cole’a okazały się znacznie zawyżone dla chłopców w porównaniu z przedstawionymi tu danymi.

Tab. 1. Mnożniki odchylenia standardowych do równań 1 – 2a użytych do uzyskania wykresów (ryc. 4)

	Niedowaga	Nadwaga	Otyłość
Dziewczęta	-1,2	2,35	4,5
Chłopcy	-0,9	2,15	4,0



Ryc. 4. Graniczne wartości BMI do oceny niedowagi, nadwagi i otyłości dziewcząt i chłopców

Posługiwanie się wskaźnikiem BMI

Wyniki testów sprawności fizycznej, wskaźników stanu zdrowia itp. często odnosi się do wartości BMI. O ile jednak u dorosłych można w tym celu użyć bezpośrednio wartości wskaźnika BMI (bo normy dla dorosłych są przyjęte za stałe, niezależne od wieku), o tyle u dzieci i młodzieży nie można tego zrobić, bo np. BMI równe 18,5 jest u dorosłego na granicy niedowagi, u 8-letniego chłopca zaś będzie wskazywać na otyłość. Wartości BMI dzieci i młodzieży należy zatem wyrażać w tzw. wartościach unormowanych (z) obliczanych wg wzoru: $z = (x - M) / SD$, gdzie x jest wartością cechy zmierzoną dla danej osoby, M jest średnią wartością tej cechy dla danego wieku, a SD – odchyleniem standardowym tej cechy dla danego wieku [11]. Ten ogólny wzór jest nieco bardziej skomplikowany w przypadku BMI, bo wielkości M i SD są wyznaczone nie dla kategorii wieku, lecz jako funkcja wieku, a ponadto wartości BMI muszą być zlogarytmowane. Równania średnich logarytmów BMI i odpowiednich odchyłeń standardowych, w których W oznacza wiek, są następujące:

Dziewczęta

$$\text{Średnia log (BMI)} = 1.228 - 0.03083 \cdot W + 0.003752 \cdot W^2 - 0.0001 \cdot W^3 \quad \{1\}$$

$$\text{SD log (BMI)} = -0.0946 + 0.03 \cdot W - 0.002032 \cdot W^2 + 0.000043 \cdot W^3 \quad \{1a\}$$

Chłopcy

$$\text{Średnia log (BMI)} = 1.222 - 0.034 \cdot W + 0.00415 \cdot W^2 - 0.000112 \cdot W^3 \quad \{2\}$$

$$\text{SD log (BMI)} = -0.0024 + 0.00454 \cdot W - 0.000115 \cdot W^2 \quad \{2a\}$$

Podany poniżej przykład obliczeń ułatwi zrozumienie zagadnienia. Obliczenia te są łatwe do przeprowadzenia w Excelu; należy tylko pamiętać o tym, że podane w równaniach współczynniki nie mogą być zaokrąglane.

Przykład:

Chłopiec w wieku 12,7 lat (w dziesiątych częściach roku, nie 12 lat i 7 miesięcy!), wysokość ciała 162 cm, masa ciała 54,3 kg; $BMI = 54,3 / 1,62^2 = 20,7$.

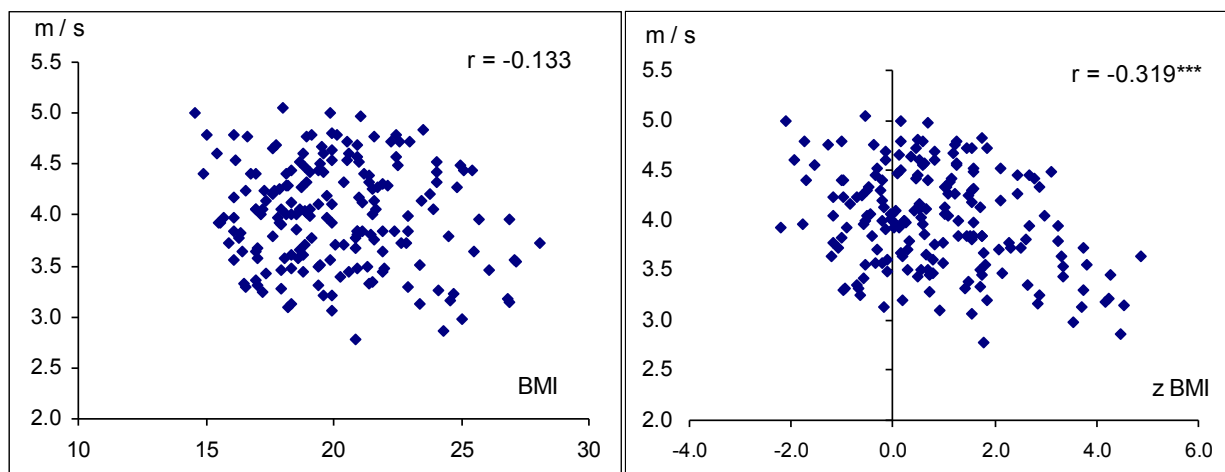
Obliczenie wartości unormowanej:

$$z = (\log(20,7) - (1.222 - 0.034 \cdot 12,7 + 0.00415 \cdot 12,7^2 - 0.000112 \cdot 12,7^3)) / (-0.0024 + 0.00454 \cdot 12,7 - 0.000115 \cdot 12,7^2)$$

$$z = 2,33$$

Jak widać z siatek na ryc. 3 i 4, wartość BMI równa 20,7 u chłopca w wieku 12,7 lat (a więc nieco ponad 12 lat i 8 miesięcy) wskazuje na nadwagę. Taka sama wartość BMI u np. 15-letniego chłopca byłaby w granicach normy, nie można zatem bezpośrednio porównywać dzieci i młodzieży w różnym wieku pod względem surowych wartości BMI, a jedynie za pomocą wartości unormowanych.

Aby zilustrować powyższe wywody, na ryc. 5 pokazano wykresy zależności między prędkością biegu na 1000 m a BMI chłopców w wieku 12 – 18 lat. Brak znamiennej korelacji dla surowych wartości BMI, natomiast w wyniku zastosowania unormowanych wartości BMI otrzymano wysoce znamiennej ujemnej korelację.



Ryc. 5. Zależności między prędkością biegu na 1000 m a BMI (z lewej) lub unormowanymi wartościami BMI (z prawej) chłopców w wieku 12 – 18 lat ($n = 186$)

Podsumowanie

Zapobieganie nadwadze i otyłości dzieci i młodzieży jest jednym z najważniejszych zadań prozdrowotnych. Aby właściwie ocenić, czy nadwaga ma miejsce, konieczne jest oznaczenie zawartości tkanki tłuszczowej w ciele, bo zagrożenia zdrowia wynikają z nadmiaru tłuszczu, a nie masy ciała. Powszechnie stosowany wskaźnik BMI nie nadaje się do tego celu, gdyż nie odzwierciedla należycie zawartości tkanki tłuszczowej. Ponieważ jednak wskaźnik ten jest w powszechnym użyciu, jego normy dla dzieci i młodzieży powinny być wyznaczone dla osób o prawidłowej zawartości tkanki tłuszczowej, stanowiących zatem populację odniesienia (referencyjną). W niniejszym opracowaniu przedstawiono takie normy. Niezależnie jednak od poprawnej konstrukcji tych norm, należy pamiętać o tym, że wskaźnik BMI nie nadaje się do oceny danej osoby, a tylko do porównawczej oceny większych zespołów – grup społecznych, populacji itp. Należy również pamiętać o tym, że żaden wskaźnik wagowo-wzrostowy nie zastąpi bezpośredniego oznaczenia zawartości tkanki tłuszczowej, co dzięki dostępności tanich urządzeń wykorzystujących pomiar bioimpedancji (BIA) nie stanowi obecnie przeszkody.

Piśmiennictwo

1. Branca F, Nikogosian H, Lobstein T. (2007) The challenge of obesity in the WHO European Region and the strategies for response, World Health Organization. www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0008/98243/E89858.pdf
2. Bray G.A, Gray D.S. (1988) Obesity. Part I-Pathogenesis. *Western Journal of Medicine* 149(4): 429-441.
3. Cole T.J., Flegal K.M., Nicholls D., Jackson A.A. (2007) Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *Br.Med.J.* 335(7612):194.
4. Flegal K M, Ogden C L (2011) Childhood obesity: are we all speaking the same language? *Adv. Nutr.* 2:159S-166S.
5. Freedman D.S., Zuguo M, Srinivasan S.R., Berenson G.S., Dietz W.H. (2007) Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Journal of Pediatrics* 150(1):12-17.
6. Ikeda J.P., Crawford P.B., Woodward-Lopez G. (2006) BMI screening in schools: helpful or harmful. *Health Educ.Res.* 21(6):761-769.
7. Rolland-Cachera, M.F. (2011), Childhood obesity: current definitions and recommendations for their use. *International Journal of Pediatric Obesity* 6:325-331.
8. Shields M., Tremblay M.S. (2010) Canadian childhood obesity estimates based on WHO, IOTF and CDC cut-points. *Int.J.Pediatr.Obes.* 5(3): 265-273.
9. Stettler N., Iotova V. (2010) Early growth patterns and long-term obesity risk. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 13:294-299.
10. Sempolska K., Stupnicki R. (2007) Relative fat content in young women with normal BMI but differing in the degree of physical activity. *Roczniki PZH* 58(1):333-338.
11. Stupnicki R., Dobosz J., Tomaszewski P. (2003) Ilościowa analiza zmiennych w przebiegu rozwoju. *Metody Statystyczne w Antropologii*. Wyd. AWF Warszawa, s. 33-43.
12. Stupnicki R., Tomaszewski P., Milde K., Czeczelewski J., Lichota M., Głogowska J.(2009) Body fat-based weight norms for children and youths. *Ped. Endocrinol. Diabetol. Metab.* 15:141-145.
13. Tomaszewski P., Stupnicki R., Milde K. (2013) Body Mass Index – proposed norms for children and youths. *Papers on Anthropology* 22:203-213.
14. www.medonet.pl/zdrowie-na-co-dzien,artykul,1688374,1,bmi-nie-jest-miarodajne,index.html

Podziękowania

Dziękuję Wydawnictwu NCBKF przy AWF w Warszawie za zgodę na przedruk niniejszego artykułu opublikowanego w 2014 r.

Do powyższego tekstu wprowadzono następujące poprawki: dodano angielskie streszczenie i uaktualniono siatki centylowe zawartości tkanki tłuszczowej.

© Wyższa Szkoła Kultury Fizycznej i Turystyki im. Haliny Konopackiej, Pruszków

ISSN 2391-8640

Adres autora: rstupnicki@poczta.onet.pl