

Wskaźnik masy ciała a zawartość tkanki tłuszczowej u dorosłych

Body mass index and body fat content in adults

ROMUALD STUPNICKI^{1/}, PAWEŁ TOMASZEWSKI^{2/}

^{1/} Wyższa Szkoła Kultury Fizycznej i Turystyki im. Haliny Konopackiej w Pruszkowie

^{2/} Zakład Biometrii, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie

W pracy przedstawiono zależności między zawartością tkanki tłuszczowej (%F) a BMI u dorosłych, ograniczenia dotyczące wskaźnika BMI oraz sposób posługiwania się normami %F. Przedstawiono wartości referencyjne w postaci siatek centylowych i równań odniesionych do wieku kobiet i mężczyzn w zakresie 20-90 lat. Podano również zalecenia dotyczące stosowania unormowanych wartości %F, jeżeli miary np. sprawności lub stanu zdrowia mają być odniesione do zawartości tkanki tłuszczowej.

Słowa kluczowe: zawartość tkanki tłuszczowej, wskaźnik masy ciała (BMI), wartości referencyjne

The paper discusses the relations between body fat content (%F) and BMI in adults, as well as the limitations of using BMI in adults and the use of reference values of %F. The reference values were presented as percentile charts and equations for male and female subjects aged 20-90 years. In addition, recommendations were included as to the use of standardised %F values when measures of e.g. fitness or health status would have to be related to the body fat content.

Key words: body fat content, body mass index (BMI), reference ranges

© Hygeia Public Health 2016, 51(4): 335-338

www.h-ph.pl

Nadesłano: 17.01.2016

Zakwalifikowano do druku: 25.10.2016

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Paweł Tomaszewski

Zakład Biometrii

Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego

ul. Marymoncka 34, 00-968 Warszawa

tel. 22 834 04 31, e-mail: pawel.tomaszewski@awf.edu.pl

Wprowadzenie

Narastająca nadwaga i otyłość są jednymi z najpoważniejszych problemów zdrowotnych [1-3]. Należy jednak zaznaczyć na wstępie, że następstwa otyłości wynikają nie z nadmiaru masy ciała (nadwagi), lecz z nadmiaru tkanki tłuszczowej. Warto przy tym zauważyć, że etiologia nadwagi jest niejednorodna i może być związana z silnym rozwojem tkanki mięśniowej (beztłuszczowej masy ciała), z nadmiernym gromadzeniem wody ustrojowej, może również być indukowana rozwojem tkanki tłuszczowej, jednak w mniejszym stopniu niż w przypadku otyłości. Najpowszechniej stosowanym wskaźnikiem do wykrywania nadwagi i otyłości jest BMI (*Body Mass Index*), co wielu autorów uzasadnia tym, że jest on względnie wysoko skorelowany z zawartością tkanki tłuszczowej [np. 4]. Należy zaznaczyć, że współczynnik korelacji, choćby i bardzo wysoki, nie może być wskazaniem do oceny zawartości tłuszczu wskaźnikiem BMI; takim wskazaniem mogłyby być jedynie mały zakres rozrzutu wartości BMI przy danej zawartości tkanki tłuszczowej. To zaś, a będzie to omówione dalej, nie ma miejsca.

Ponadto wysoki współczynnik korelacji może wynikać z dużego zakresu korelowanych wartości. Co więcej, jednym z zasadniczych mankamentów BMI jest to, że nie różnicuje on etiologii nadwagi. Z powyższych względów BMI jest często krytykowany [np. 5-7].

Niewłaściwe jest przypisywanie wskaźnikowi BMI możliwości oszacowania zawartości tkanki tłuszczowej [8]. W badaniach na kobietach o zróżnicowanej aktywności fizycznej, mających prawidłową wartość wskaźnika BMI, aż 34% miało nadmiar tkanki tłuszczowej (ponad 25%) [9], zaś u badanych przez nas dziewcząt [10] odsetek ten wyniósł aż 44%, a u chłopców ok. 8%. Na podobną niezgodność wskazują również wyniki badań prowadzonych wśród dorosłych mężczyzn i kobiet, spośród których odpowiednio 25 i 48% badanych o prawidłowej wartości wskaźnika BMI, cechowała zawartość tkanki tłuszczowej wskazująca na występowanie otyłości [11].

Koncepcja BMI opracowana przez Queteleta polegała na założeniu, że masa ciała jest proporcjonalna do kwadratu wysokości ciała; założenie to jest spełnione w wielu przypadkach u dorosłych. Aby jednak właści-

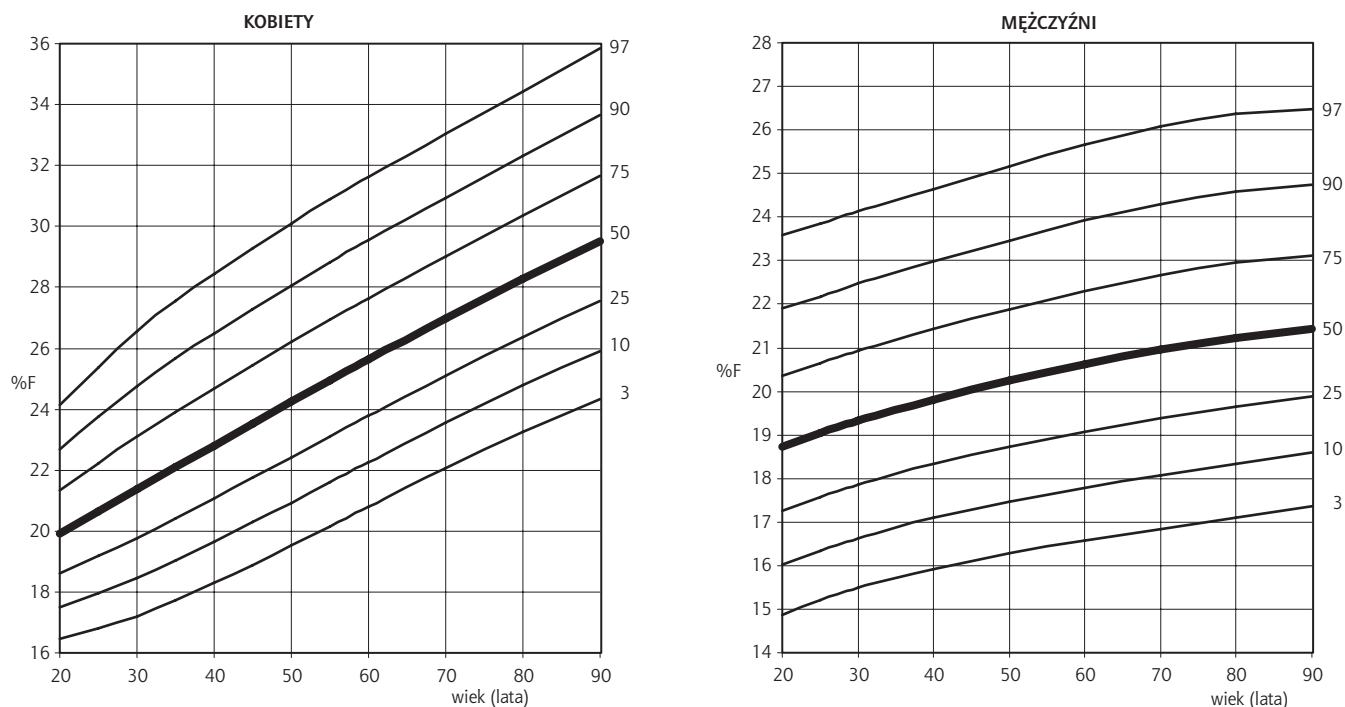
wie zrozumieć istotę i stosowalność tego wskaźnika, trzeba przypomnieć, że posłużono się nim w celu określenia zależności między zapadalnością dorosłych na różne choroby cywilizacyjne a wielkością BMI, a więc do porównywania różnych populacji pod względem ryzyka tych chorób [12]. Łatwość obliczenia wskaźnika BMI sprawiła jednak, że powszechnie używa się go do wagowo-wzrostowej oceny poszczególnych osób. W dalszej części zostaną pokazane rażące błędy wynikające z indywidualnego stosowania BMI.

Zawartość tkanki tłuszczowej

Jak wspomniano na wstępie, główną składową masy ciała, potencjalnie zagrażającą zdrowiu, jest tkanka tłuszczowa. Jej ilość może być fizjologiczna („należna”) i nadmiarowa („balastowa” – ponadfizjologiczna). Ewentualny nadmiar tkanki tłuszczowej wynika z ewolucyjnej adaptacji do warunków środowiska – brak wystarczającej ruchliwości był sygnałem do magazynowania energii w postaci tłuszczu; ten mechanizm przetrwał do dziś. Pytanie, czy dana osoba ma „prawidłową” masę ciała, należy zatem zastąpić innym: czy ma „prawidłową” zawartość tkanki tłuszczowej. Aby odpowiedzieć na to pytanie, należy odnieść się do odpowiednich norm. Nie ma jednak powszechnie obowiązujących, uznanych norm zawartości tkanki tłuszczowej. Opierając się na wielu rozmaitych źródłach, w 2009 r. zaproponowano normy prawidłowej zawartości tkanki tłuszczowej dla wieku 6-20 lat [13], uzupełnione potem danymi dla dorosłych. Siatki centylowe dla wieku 20-90 lat przedstawiono poniżej (ryc. 1).

W naturalnym toku rozwoju osobniczego zawartość tkanki tłuszczowej wzrasta, zatem zmierzona wartość będzie miała różne znaczenie, zależnie od wieku i płci. Poprawną informacją będzie podanie „pozycji centylowej” danego pomiaru; jeżeli np. zmierzona zawartość tkanki tłuszczowej u 50-letniej kobiety wyniesie 28%, to z powyższego wykresu można odczytać odpowiadającą temu wiekowi wartość centylową – 90. Oznacza to, że u 90% kobiet mających prawidłową zawartość tkanki tłuszczowej ta zawartość nie przekroczy 28%. Wartości mieszczące się w przedziale centylowym 10-90 uważa się często za tzw. wąską normę, a mieszczące się w przedziale 3-97 za „szeroką normę”.

Jeżeli jednak zawartość tkanki tłuszczowej jest jednym z elementów badań i należy ją zestawiać z innymi pomiarami, np. BMI, wskaźnikami sprawności fizycznej, diety itp., wówczas posługiwanie się wartościami centylowymi jest niewygodne i należy użyć tzw. zmiennej unormowanej (z) obliczanej wg wzoru: $z = (x - M) / SD$, gdzie x jest wartością cechy zmierzonej dla danej osoby, M jest średnią wartością tej cechy dla danego wieku, a SD odchyleniem standardowym tej cechy dla danego wieku [13]. Ten ogólny wzór jest nieco bardziej skomplikowany w przypadku zawartości tkanki tłuszczowej (%F), bo wielkości M i SD są wyznaczone nie dla kategorii wieku, lecz jako funkcja wieku, a ponadto wartości %F muszą być zlogarytmowane. Równania średnich logarytmów %F i odpowiednich odchyłeń standardowych, w których W oznacza wiek, są następujące [opracowanie własne, niepublikowane]:



Ryc. 1. Proponowana prawidłowa zawartość tkanki tłuszczowej u kobiet i mężczyzn [opracowanie własne, niepublikowane]

Fig. 1. Suggested percentiles of body fat content vs. age in men (right) and women (left) [own study, unpublished data]

Kobiety:

M: $\log(\%F) = 0,902 + 0,05012 \cdot W - 0,0021233 \cdot W^2 + 0,000031 \cdot W^3$ {do 22 lat}

$\log(\%F) = 0,047 - 0,003525 \cdot W + 0,00000989 \cdot W^2$ {powyżej 22 lat}

SD: $\log(\%F) = 0,047 - 0,001656 \cdot W + 0,0001075 \cdot W^2 - 0,00000163 \cdot W^3$ {do 30 lat}

$\log(\%F) = 0,037 + 0,000878 \cdot W + 0,00001696 \cdot W^2 - 0,0000000904 \cdot W^3$ {powyżej 30 lat}

Mężczyźni:

M: $\log(\%F) = 0,859 + 0,0485 \cdot W - 0,001887 \cdot W^2 - 0,0000248 \cdot W^3$ {do 25 lat}

$\log(\%F) = 1,247 + 0,0015 \cdot W + 0,00000626 \cdot W^2$ {powyżej 25 lat}

SD: $\log(\%F) = 0,029 + 0,00421 \cdot W - 0,000153 \cdot W^2$ {do 18 lat}

$\log(\%F) = 0,062 - 0,000664 \cdot W + 0,000012 \cdot W^2 - 0,00000007 \cdot W^3$ {powyżej 18 lat}

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

Kobieta w wieku 45,5 lat (w dziesiętnych częściach roku, nie 45 lat i 5 miesięcy!), wysokość ciała 174 cm, masa ciała 69,3 kg, zawartość tkanki tłuszczowej 30,3%; jej BMI = $69,3 / 1,74^2 = 22,9$.

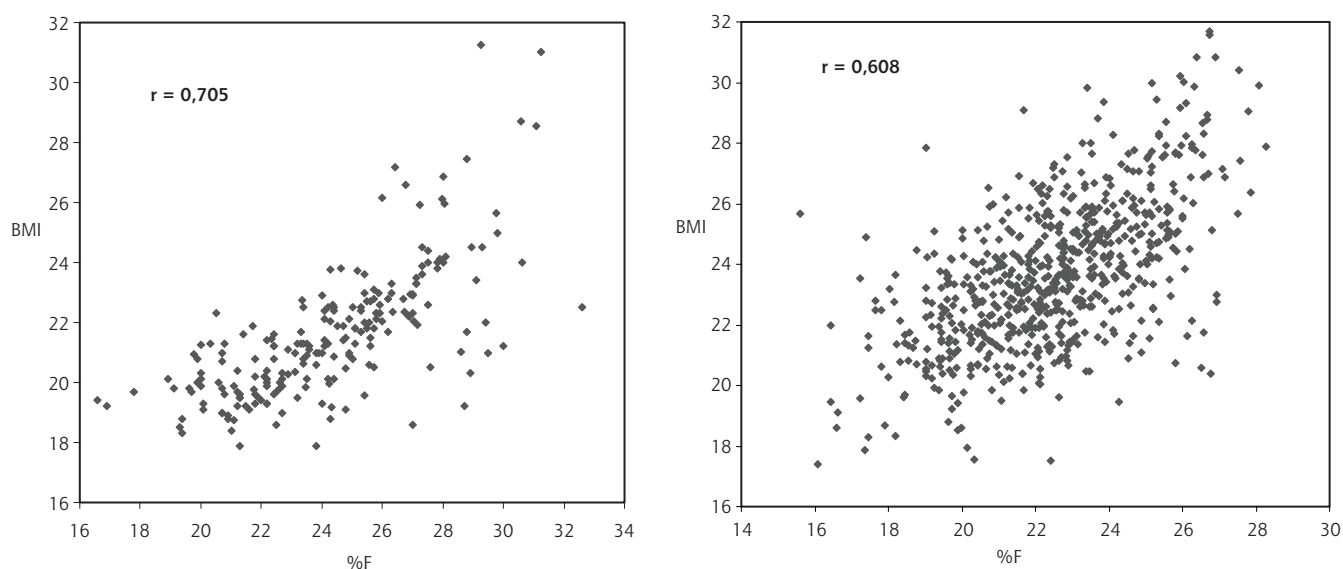
Obliczenie wartości unormowanej:

$z = \{\log(30,3) - (0,047 - 0,003525 \cdot 45,5 + 0,00000989 \cdot 45,5^2)\} / (0,0037 + 0,000878 \cdot 45,5 + 0,00001696 \cdot 45,5^2 - 0,0000000904 \cdot 45,5^3) = 2,16$

Jak widać z siatki na rycinie 1, wartość %F równa 30,3 u kobiety w wieku 45,5 lat wskazuje na nadmiar zawartości tkanki tłuszczowej. Taka sama wartość %F u np. 65-letniej kobiety byłaby w granicach normy, nie można zatem bezpośrednio porównywać osób w różnym wieku pod względem surowych wartości %F, a jedynie za pomocą wartości unormowanych.

Porównanie BMI i zawartości tkanki tłuszczowej

Pokazane na rycinie 2 zależności między BMI i zawartością tkanki tłuszczowej obrazują rozbieżności między wartościami BMI przy podobnej zawartości tkanki tłuszczowej. I tak np. jeden z dwóch mężczyzn mających prawidłową wartość %F (22,5%) ma wartość BMI wskazującą na niedowagę (17,5), a drugi jest na granicy otyłości (29,1), z kolei u innych dwóch mężczyzn o zawartości tkanki tłuszczowej 27% wartości wskaźnika BMI wynosiły 20,4 (wartość prawidłowa) oraz 31,7 (otyłość). Podobne rozbieżności można zaobserwować również u kobiet, np. przy obserwowanej zawartości tkanki tłuszczowej równej 24% wartości BMI wahały się od 17,9 do 23,8, a dla dwóch skrajnych przypadków kobiet o tej samej zawartości tkanki tłuszczowej (29%) różnice BMI były nawet większe i wynosiły 19,2 oraz 31,2. Zatem, pomimo względnie wysokich współczynników korelacji zanotowanych u kobiet i mężczyzn, obserwowane rozbieżności rzędu 12 jednostek BMI uniemożliwiają posługiwanie się wskaźnikiem BMI dla oszacowania zawartości tkanki tłuszczowej.



Ryc. 2. Zależność między wartościami BMI i zawartością tkanki tłuszczowej u kobiet (n=215; po lewej) i mężczyzn (n=670; po prawej) w wieku 18-30 lat [opracowanie własne, niepublikowane]

Fig. 2. BMI vs. body fat content (%F) in women (n=215; left) and men (n=670; right) aged 18-30 years [own study, unpublished data]

Podsumowanie

Zapobieganie nadwadze i otyłości 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. W niniejszym opracowaniu przedstawiono proponowane normy zawartości tkanki tłuszczowej (%F) u dorosłych, co

powinno ułatwić posługiwanie się oznaczeniami %F i ich właściwą interpretację. 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 / References

1. Saydah S, Bullard KM, Cheng Y, et al. Trends in cardiovascular disease risk factors by obesity level in adults in the United States, NHANES 1999-2010. *Obesity* 2014, 22(8): 1888-1895.
2. Ng M, Fleming T, Robinson M, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2014, 384(9945): 766-781.
3. Skinner AC, Perrin EM, Moss LA, Skelton JA. Cardiometabolic risks and severity of obesity in children and young adults. *N Engl J Med* 2015, 373(14): 1307-1317.
4. Ikeda JP, Crawford PB, Woodward-Lopez G. BMI screening in schools: helpful or harmful. *Health Educ Res* 2006, 21(6): 761-769.
5. Rolland-Cachera MF. Childhood obesity: current definitions and recommendations for their use. *Int J Pediatr Obes* 2011, 6(5-6): 325-331.
6. Tomaszewski P, Stupnicki R, Milde K. Body Mass Index – proposed norms for children and youths. *Papers Anthropol* 2013, 22: 203-213.
7. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *Int J Obes* 2008, 32(6): 959-966.
8. Flegal KM, Ogden CL. Childhood obesity: are we all speaking the same language? *Adv Nutr* 2011, 2: 159S-166S.
9. Sempolska K, Stupnicki R. Relative fat content in young women with normal BMI but differing in the degree of physical activity. *Rocz PZH* 2007, 58(1): 333-338.
10. Stupnicki R, Tomaszewski P, Milde K, et al. Body fat-based weight norms for children and youths. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab* 2009, 15(3): 141-145.
11. Shah NR, Braverman ER. Measuring adiposity in patients: the utility of body mass index (BMI), percent body fat, and leptin. *PLoS One* 2012, 7(4): e33308.
12. Bray GA, Gray DS. Obesity. Part I – Pathogenesis. *West J Med* 1988, 149(4): 429-441.
13. Stupnicki R. Relacje wagowo-wzrostowe i stosowanie wskaźnika BMI u dzieci i młodzieży. *Zesz Nauk WSKFiT* 2015, 10: 41-47.