

Walczyk Teresa. Anthropometric indicators of obesity. Are the new indicators a better predictor of body fat content than BMI? *Journal of Education, Health and Sport*. 2021;11(8):11-23. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2021.11.08.001> <https://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/JEHS/article/view/JEHS.2021.11.08.001> <https://zenodo.org/record/5168664>

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. § 8. 2) and § 12. 1. 2) 22.02.2019.
© The Authors 2021;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 22.07.2021. Revised: 26.07.2021. Accepted: 06.08.2021.

Anthropometric indicators of obesity. Are the new indicators a better predictor of body fat content than BMI?

Antropometryczne wskaźniki otyłości. Czy nowe wskaźniki są lepszym predyktorem zawartości tkanki tłuszczowej niż BMI?

Teresa Walczyk¹ <https://orcid.org/0000-0003-4945-0654>
teresakarpiniakwalczyk@gmail.com

¹Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw, Department of Human Biology, St Marymoncka 34, 00-809 Warszawa, Poland

Abstract

Anthropometric measurements are widely used in medicine, scientific research, but also in specialist medical care. Their proper use provides valuable information about the nutritional status, the adipose tissue and even the risk of comorbidities. Numerous scientific works question the usefulness of the BMI (body mass index), which is only an indirect measure of obesity. It does not take into account information on gender and age, and does not provide an answer on the distribution of body fat. Misclassification can result in serious deviations in the estimation of obesity-related effects. Therefore, the aim of this study is to present five new anthropometric obesity indicators as an alternative to BMI.

In response to the dramatically growing problem of overweight and obesity, further exacerbated by the necessary restrictions related to the COVID-19 pandemic, it is necessary to search for precise, yet simple tools for assessing body composition that can be routinely used by individuals but also for population studies. Based on the literature review, five frequently described indicators were selected: Relative Fat Mass (RFM), A Body Shape Index (ABSI), Body Adiposity Index (BAI), Body Roundness Index (BRI) and CUN-BAE. Application possibilities and their effectiveness for the estimation of adipose tissue content and the risk of coexisting diseases are presented.

Growing number of authors confirm the validity of using indicators such as RFM, BRI, CUN-BAE and ABSI. At the same time, researchers point to the need for further verification of their usefulness in clinical practice and public health.

Key words: Relative Fat Mass (RFM), A Body Shape Index (ABSI), Body Adiposity Index (BAI), Body Roundness Index (BRI), Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator (CUN-BAE), obesity

Streszczenie

Pomiary antropometryczne znalazły szerokie zastosowanie w medycynie, prowadzeniu badań naukowych ale także w specjalistycznej opiece medycznej. Ich prawidłowe wykorzystanie dostarcza cennych informacji o stanie odżywienia, udziale tkanki tłuszczowej a nawet ryzyku występowania chorób współistniejących. W licznych pracach naukowych podważa się użyteczność wskaźnika BMI (*body mass index*), który jest tylko pośrednią miarą otyłości. Nie uwzględnia on informacji dotyczących płci, wieku i nie dostarcza danych o dystrybucji tkanki tłuszczowej. Błędna klasyfikacja może skutkować poważnymi odchyleniami w szacowaniu skutków związanych z otyłością. Dlatego też celem tej pracy jest przedstawienie pięciu nowych antropometrycznych wskaźników otyłości jako alternatywy dla BMI.

W odpowiedzi na dramatycznie rosnący problem nadwagi i otyłości, dodatkowo pogłębiony przez wprowadzone restrykcje związane z pandemią COVID-19, konieczne jest poszukiwanie precyzyjnych, ale zarazem prostych narzędzi do oceny składu ciała, które mogą być rutynowo wykorzystywane przez indywidualne osoby, ale także do badań populacyjnych. Na podstawie analizy literatury wybrano pięć często opisywanych wskaźników: relatywnej (względnej) tkanki tłuszczowej (RFM), wskaźnik kształtu ciała (ABSI), wskaźnik otłuszczenia ciała (BAI), wskaźnik krągłości/okrągłości ciała (BRI) oraz wskaźnik CUN-BAE. Przedstawiono możliwości zastosowania i ich skuteczność do szacowania zawartości tkanki tłuszczowej oraz ryzyka występowania chorób współistniejących.

Coraz więcej autorów potwierdza zasadność wykorzystywania wskaźników takich jak RFM, BRI, CUN-BAE oraz ABSI. Jednocześnie badacze wskazują na potrzebę dalszej weryfikacji ich przydatności w praktyce klinicznej i szeroko zakrojonym zdrowiu publicznym.

Słowa kluczowe: wskaźnik relatywnej tkanki tłuszczowej (RFM), wskaźnik kształtu ciała (ABSI), wskaźnik otłuszczenia ciała (BAI), wskaźnik krągłości/okrągłości ciała (BRI), wskaźnik CUN-BAE, otyłość

Wstęp:

Pomiary antropometryczne oraz oparte o nie obliczenia wskaźników są narzędziami wykorzystywanym w podstawowej i specjalistycznej opiece medycznej, w prowadzeniu badań naukowych oraz dietetyce. Prawidłowo przeprowadzone są cennym źródłem wiedzy na temat stanu odżywienia [1]. Tym bardziej podkreśla się rolę antropometrii zważywszy na to, że w ciągu ostatniej dekady na świecie notuje się coraz większą częstość występowania nadmiernej masy ciała i powiązanych z nią chorób współistniejących [2]. Podwyższona zawartość tkanki tłuszczowej jest wiązana z szeregiem schorzeń i dysfunkcji [3]. Otyłość wiąże się z wyższymi wskaźnikami zgonów spowodowanych między innymi: cukrzycą typu 2 [4], dyslipidemią [5], zwiększonym ryzykiem rozwoju choroby sercowo-naczyniowej, szczególnie niewydolności serca i choroby wieńcowej [6], obturacyjnym bezdechem sennym [7] i niektórymi typami nowotworów [8]. Wywiera duży wpływ na oczekiwaną długość życia prowadząc do przedwczesnej śmierci [3, 9].

Do oceny stanu odżywienia powszechnie wykorzystuje się wskaźnik BMI (*body mass index*). Jednak autorzy często poddają pod wątpliwość użyteczność tego wskaźnika wzrostowo-wagowego. Wskaźnik BMI powstał już w 1832 roku i obecnie jest rutynowo wykorzystywany we wszystkich sferach związanych z medycyną, badaniami naukowymi i w dietetyce. Istotne jest aby podkreślić, że jest to parametr, który ma szereg ograniczeń [10]. Wyliczenia BMI są oparte wyłącznie o wartości masy i wysokości ciała. Wskaźnik ten nie mierzy bezpośrednio poziomu tkanki tłuszczowej dlatego trzeba pamiętać, że jest tylko pośrednią miarą otyłości [11]. Nie uwzględnia zmian zawartości tkanki tłuszczowej wynikającej z wieku i płci [12] oraz nie daje informacji o jej rozmieszczeniu [13].

Powszechnie akceptowanym faktem jest, że to wisceralna tkanka tłuszczowa (VAT) jest związana z przewlekłymi zaburzeniami metabolicznymi a nie ogólna nadwaga jaką można oszacować na podstawie BMI [10, 14, 15]. Wyższe wartości BMI były związane ze zwiększonym ryzykiem przedwczesnej śmierci. Jednak obecne dowody wskazują, że istnieje szeroki zakres BMI, w przypadku którego ryzyko śmiertelności jest umiarkowane i jest związane wiekiem [13]. Co ważne, nadal trwają dyskusje nad punktami odcięcia jakie powinny być stosowane dla różnych populacji [16]. Autorzy zwracają uwagę, że błędna klasyfikacja wynikająca z zastosowania tego wskaźnika może skutkować poważnymi odchyleniami w szacowaniu skutków związanych z otyłością [10]. Dlatego też istnieje potrzeba stworzenia/wykorzystania nowych wskaźników, które będą charakteryzowały się większą precyzją [17].

Mimo znacznych wysiłków podejmowanych na rzecz zwiększania świadomości jakie niesie ze sobą nadmierna masa ciała, odnotowuje się gwałtowny wzrost zawartości tkanki tłuszczowej zarówno wśród dzieci jak i dorosłych [18]. W odpowiedzi na ten globalny problem, który dodatkowo został pogłębiony przez wprowadzenie restrykcji związanych z COVID-19 [19, 20, 21, 22] pojawiła się pilna potrzeba zdrowia publicznego do poszukiwania i wykorzystywania przystępnych, nieinwazyjnych narzędzi do oceny stanu odżywienia. Wskaźniki antropometryczne są praktycznym i względnie prostym narzędziem umożliwiającym ocenę stanu odżywienia. Dają możliwość oszacowania poziomu tkanki tłuszczowej a tym samym związanym z nią zwiększonym ryzykiem zapadalności na choroby współistniejące [23, 24, 25, 26]. Dlatego celem pracy jest przedstawienie nowych, nieinwazyjnych wskaźników antropometrycznych opierających się na prostych pomiarach, które mogą stanowić alternatywę i/lub uzupełnienie dla BMI.

Wskaźnik relatywnej (względnej) tkanki tłuszczowej – RFM (*Relative Fat Mass*)

Chociaż istnieją zaawansowane metody, które pozwalają na precyzyjne oszacowanie poszczególnych komponentów ciała [27, 28] nie sprawdzają się one w praktyce klinicznej ani w badaniach populacyjnych. W odpowiedzi na konieczność oznaczania poziomu tkanki tłuszczowej w sposób łatwy i niewymagający specjalistycznego sprzętu w 2018 roku został zaproponowany nowy sposób na oszacowanie relatywnej (względnej) tkanki tłuszczowej – RFM (*relative fat mass*). Do stworzenia modelu autorzy wykorzystali dane antropometryczne prawie 13 tys. dorosłych [26]. Autorzy zaproponowali proste wyliczenia oparte na wynikach pomiarów wysokości ciała, obwodu talii (WC) a także uwzględniające płeć.

Wzór dla kobiet:

$$RFM = 76 - \left(20x \frac{\text{wysokość ciała [m]}}{\text{obwód talii [m]}} \right)$$

Wzór dla mężczyzn:

$$RFM = 64 - \left(20x \frac{\text{wysokość ciała [m]}}{\text{obwód talii [m]}} \right)$$

Wzór ogólny:

$$RFM = 64 - \left(20x \frac{\text{wysokość ciała [m]}}{\text{obwód talii [m]}} \right) + (12 \times \text{płeć})$$

Płeć: 0=dla mężczyzn, 1=dla kobiet

Woolcott i Bergman [26] podkreślają, że zaproponowane wzory lepiej nadają się do szacowania zawartości tkanki tłuszczowej dla obu płci w porównaniu do BMI. Zastosowanie

powyższych modeli spowodowało zmniejszenie błędnej klasyfikacji otyłości w grupach badanych kobiet i mężczyzn. RFM uznany jest za lepszy w identyfikacji cukrzycy [29], czynników ryzyka sercowo-naczyniowych [26] i chorób wieńcowych niż BMI [30]. Kobo i wsp. [31] stwierdzili, że ten nowy wskaźnik zapewnia wysoką przewidywalność dyslipidemii i zespołu metabolicznego, a także niealkoholowej stłuszczeniowej choroby wątroby (NAFLD) [32].

Liczne badania potwierdzają użyteczność przedstawionych wzorów do oceny poziomu tkanki tłuszczowej. Corrêa i wsp. [33] po przebadaniu 81 dorosłych mężczyzn wykazali dobrą korelację RFM z tkanką tłuszczową ciała mierzoną za pomocą impedancji bioelektrycznej (BIA) i podwójnej absorpcjometrii promieniowania rentgenowskiego (DXA) uznanej za złoty standard wśród metod szacujących skład ciała. Badania prowadzone w różnych grupach oraz u osób chorych również podkreślają użyteczność tego prostego narzędzia do oceny względnej masy tłuszczowej w organizmie wykazując silną korelację z DXA [34, 35].

Z drugiej strony w badaniu Nickerson i wsp. [36] nie potwierdzono wyższości RFM nad BMI. Autorzy zalecają ostrożność wykorzystania RFM u osób otyłych. Dodatkowo badania prowadzone w grupie Koreanczyków wykazały podobną do BMI dokładność diagnostyczną do szacowania tkanki tłuszczowej [37] co jednak sugeruje konieczność zastosowania współczynnika korekcji specyficznego dla określonej populacji [38].

W celu diagnozowania otyłości i identyfikacji osób o wyższym ryzyku zgonu autorzy ostatecznie zaproponowali punkty odcięcia RFM na poziomie 40% dla kobiet i 30% dla mężczyzn [39].

Wskaźnik kształtu ciała – ABSI (*A Body Shape Index*)

Wiadomo, że tkanka tłuszczowa wisceralna jest korelowana ze zwiększonym ryzykiem zapadalności na cukrzycę i choroby układu krążenia dlatego też trwały poszukiwania wskaźnika umożliwiającego ocenę dystrybucji tkanki tłuszczowej. W 2012 roku Krakauer i Krakauer [40] przedstawili nowe narzędzie – wskaźnik kształtu ciała (ABSI), który został zaprojektowany tak, aby był w minimalnym stopniu powiązany z masą, wysokością ciała i wskaźnikiem masy ciała (BMI) [40, 41, 42].

$$ABSI = \frac{\text{obwód talii [m]}^2}{\text{BMI}^3 \times \text{wysokość ciała [m]}^2}$$

Autorzy również uwzględnili zależność między ryzykiem przedwczesnej śmierci a wiekiem i płcią. W tym celu oblicza się $ABSI_{z\ score}$ wg wzoru:

$$ABSI_{z\ score} = \frac{ABSI - ABSI_{\text{mean}}}{ABSI_{SD}}$$

Gdzie:

- $ABSI_{\text{mean}}$ = średnia obliczonego ABSI w odniesieniu do wieku i płci
- $ABSI_{SD}$ = odchylenie standardowe obliczonego ABSI w odniesieniu do wieku i płci

Wykazano, że wyższe wartości $ABSI_{z\ score}$ tj. w czwartym i piątym kwintylu wiązały się z postępującym i znacznie zwiększonym ryzykiem zgonu. Interpretację przeprowadza się zgodnie punktami odcięcia zamieszczonymi w tabeli 1 [40].

Tabela 1. Punkty odcięcia ABSI_{z score} i prognozowane ryzyko śmierci [40]

Kwantyl	ABSI _{z score}	Ryzyko śmierci
1	Mniej niż -0.868	Bardzo niskie
2	Między -0.868 a -0.272	Niskie
3	Między -0.272 a +0.229	Średnie
4	Od +0.229 do +0.798	Wysokie
5	Większe niż +0.798	Bardzo wysokie

W ostatnim czasie coraz częściej naukowcy zaczynają wykorzystywać ABSI do oceny ryzyka zgonu. Z ponad 16-letnich badań, dużej europejskiej kohorty wynika, że analizowany parametr wykazał większą stratyfikację ryzyka zgonu niż alternatywne wskaźniki otyłości brzusznej [43]. Dodatkowo w badaniu przeprowadzonym na niepalących Kanadyjczykach wykazano, że ABSI może być użytecznym predyktorem czynności płuc u obu płci [44]. Bozorgmanesh i wsp. [45] stwierdzili, że wskaźnik ten dostarcza więcej informacji niż tradycyjne pomiary antropometryczne i może być wykorzystywane jako kryterium do przewidywania zagrożeń zdrowotnych związanych z chorobami sercowo-naczyniowymi. ABSI jest dodatnio związane z masą tkanki tłuszczowej, może przyczynić się do określenia ryzyka sarkopenii u osób z nadwagą/otyłością [46, 47]. Jednocześnie Biolo i wsp. [46] odnotowali związek ze stężeniem insuliny i białka C-reaktywnego w grupie mężczyzn. W badaniu starszych kobiet i mężczyzn z cukrzycą typu 2 dodatkowo wykazano, że ABSI jest istotnym wskaźnikiem usztywnienia tętnic u tych pacjentów [48]. Autorzy po przebadaniu grupy studentów ze Słowacji potwierdzili użyteczność tego parametru w badaniach przesiewowych [49].

Jednak z badania Bertoli'ego i wsp. [50] przeprowadzonego na dużej grupie osób rasy kaukaskiej wynika, że ABSI stosowane razem z BMI ma znacznie lepsze korelacje z wysokim poziomem trójglicerydów, niskim HDL i wysokim poziomem glukozy. Uznaje się, że wskaźnik kształtu ciała może być użytecznym narzędziem, w przeciwieństwie do obwodu talii, do oceny względnego udziału otyłości centralnej. Jednak autorzy postulują aby w wynikach klinicznych ten wskaźnik stanowił jedynie uzupełnienie, a nie alternatywę dla BMI do oceny ryzyka występowania chorób sercowo-metabolicznych [50]. Również w badaniu przeprowadzonym przez Wu i wsp. [51] na grupie starszych Chińczyków zasugerowano połączenie tego wskaźnika z dodatkowymi parametrami ponieważ stwierdzono, że ABSI jest słabym prognostykiem insulinooporności. Badania kohortowe przeprowadzone w zachodnim regionie Iranu wykazały, że ABSI nie jest dobrym predyktorem zespołu metabolicznego [52].

Naukowcy podkreślają, że głównym problemem ABSI jest fakt, że jest silnie skupiony wokół średniej z małą wariancją, co utrudnia zdefiniowanie klinicznego punktu odcięcia dla praktyki klinicznej [53]. Po przeanalizowaniu danych 12 328 Europejczyków, do wczesnej diagnozy pojedynczego zaburzenia metabolicznego Głuszek i wsp. [16] zaproponował punkt odcięcia: dla kobiet 0.076 a dla mężczyzn 0.080.

Wskaźnik otłuszczenia ciała – BAI (*Body Adiposity Index*)

W odpowiedzi na ograniczoną dokładność BMI Bergman i wsp. [54] przedstawili równanie, które może być używane do odzwierciedlenia procentowej zawartości tkanki tłuszczowej dla dorosłych mężczyzn i kobiet o różnym pochodzeniu etnicznym bez dodatkowej korekty liczbowej. Wskaźnik otłuszczenia ciała BAI (*body adiposity index*) opiera się na stosunku obwodu bioder do wysokości ciała:

$$BAI = \frac{\text{obwód bioder [cm]}}{\text{wysokość ciała [m]}^{1.5}} - 18$$

Autorzy podkreślają prostotę i użyteczność tego wskaźnika zwłaszcza dla pacjentów u których wykonanie innych pomiarów jest problematyczne lub osób z niepełnosprawnością intelektualną [54, 55]. Silva i wsp. [56] potwierdzili użyteczność BAI jako dokładnego narzędzia do oszacowania zawartości tkanki tłuszczowej u niedializowanych pacjentów z przewlekłą chorobą nerek. W badaniu Brazylijczyków [57] wykazano, że wyższe wartości BAI są dodatkowo skorelowane z chorobą niedokrwienną serca. Autorzy uznali, że stosowanie tego wskaźnika nadaje się do badań przesiewowych tej grupy etnicznej. Podobne obserwacje odnotowano w badaniach Kolumbijczyków przeprowadzonych przez Garciaa i wsp. [58].

Jednak ostatnie dane nie potwierdzają, że BAI jest dobrym narzędziem do oceny zawartości tkanki tłuszczowej. Stwierdzono, że ta metoda przeszacowuje procentową zawartość tkanki tłuszczowej (BF) u osób z $\leq 20\%$ BF i niedoszacowuje u osób z $>30\%$ BF, bez względu na pochodzenie etniczne i wiek [59]. Dodatkowo w badaniach prowadzonych przez Bennasar-Veny i wsp. [60] przeprowadzonych na grupie kobiet (n=21 040) i mężczyzn (n=29 214) rasy kaukaskiej podkreślono, że ten wskaźnik nie przewyższa ograniczeń BMI. Stwierdzono, że nie jest dobrym narzędziem do pomiaru ryzyka metabolicznego i sercowo-naczyniowego w populacjach [60]. Również Alkhalafi i wsp. [61] stwierdzili, że BAI jest słabszym predyktorem występowania cukrzycy typu 2 niż BMI i wskaźnik otyłości trzewnej (VAI). W badaniu pacjentów z zanikowym stwardnieniem bocznym Zara i wsp. [62] ustalili, że BAI nie odzwierciedla rzeczywistych zmian w zawartości tkanki tłuszczowej. Polscy autorzy także zwracają uwagę na wątpliwą kliniczną przydatność tego wskaźnika otluszczenia ciała jako markera wiążanego z niekorzystnymi skutkami zdrowotnymi. Zasugerowali potrzebę dalszych badań w celu ustalenia odpowiednich punktów odcięcia [63].

Wskaźnik krągłości/okrągłości ciała – BRI (*Body Roundness Index*)

Kolejną, względnie nową propozycją jest wskaźnik krągłości/okrągłości ciała BRI (*body roundness index*). Jest to narzędzie, które zostało stworzone w związku z często podkreślanymi ograniczeniami BMI. BRI jest matematycznym wyliczeniem, dzięki któremu możliwe jest oszacowanie całkowitej tkanki tłuszczowej, jak i procent tłuszczu brzuszego (VAT) na podstawie pomiarów antropometrycznych [64, 65, 66]. Do opracowania tego wzoru, naukowcy stworzyli schemat kształtu ludzkiego ciała jako elipsy lub owalu, którą rozpoznaje się po obwodzie ciała w stosunku do wysokości. Autorzy stworzyli wzór na podstawie danych pochodzących z trzech baz zawierających informacje o rasie, płci, wysokości i masie ciała, obwodzie talii, całkowitej zawartości i procentowym udziale wisceralnej tkanki tłuszczowej oznaczonego za pomocą DXA lub poprzez badanie rezonansem magnetycznym [64, 67]. Wadą tego parametru jest fakt, że jest bardziej skomplikowany w porównaniu z innymi wskaźnikami co może być sporym utrudnieniem z zastosowaniem go w praktyce [1, 67]. Oblicza się go na podstawie wzoru:

$$BRI = 364.2 - 365.5 \times \sqrt{1 - \left(\frac{(\text{obwód talii [cm]} / (2\pi))^2}{(0.5 \times \text{wysokość ciała [cm]})^2} \right)}$$

Uzyskiwane wyniki mieszczą się w zakresie 1-16 [64, 68]. Jednak autorzy nie są zgodni co do odpowiednich punktów odcięcia. W pracach zwykle mieszczą się w granicach 3.18-5.77 [69]. Na podstawie badań Europejczyków dla ewentualnego wykrycia zaburzenia metabolicznego autorzy uznali za najlepsze punkty odcięcia to 4,90 dla kobiet i 4,612 dla mężczyzn [16].

W pracach naukowych często sprawdzana jest moc predykcyjna tego wskaźnika w odniesieniu do występowania zespołu metabolicznego (MetS). W badaniach Liu i wsp. [69] po

przebadaniu 585 chorujących na cukrzycę typu 2, stwierdzono, że jest to dobry wskaźnik w badaniach przesiewowych dla osób chorych wykrywający MetS po uwzględnieniu wieku, historii cukrzycy i wskaźnika masy ciała [69]. Również po przeprowadzeniu badań na dużej grupie Peruwiańczyków porównujących różne wskaźniki antropometryczne autorzy potwierdzili dobrą skuteczność BRI do wykrywania ryzyka występowania syndromu metabolicznego w badanej populacji [70]. Z niedawno przeprowadzonej metaanalizy wynika, że BRI był lepszy od BMI, WHR, ABSI i BAI w przewidywaniu zespołu metabolicznego. Jednocześnie badacze zauważyli, że ten wskaźnik nie jest tak dobry jak obwód talii i wskaźnik WHtR do badań przesiewowych w kierunku występowania tych schorzeń [71].

Równie często sprawdzana jest możliwość skorelowania BRI z czynnikami i chorobami sercowo-naczyniowymi. W badaniu populacyjnym przeprowadzonym w Nijmegen w Holandii wykazano, że BRI jest w stanie zidentyfikować czynniki ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. Jednak autorzy podkreślają, że zdolność matematycznego modelowania kształtu ciała jaką daje BRI nie jest lepsza od stosowanych metod takich jak BMI czy obwód talii [66]. Podobne wyniki uzyskali Wang i wsp. [25], którzy przebadali dużą grupę osób z obszarów wiejskich Chin w wieku powyżej 35 lat. Autorzy wykazali, że BRI i WHtR mają podobną zdolność predykcyjną chorób niedokrwienne serca tłumacząc ten fakt, że oba wskaźniki są oparte na obwodzie talii i wysokości [25].

Co ciekawe Ozler i wsp. [72] zastosowali BRI w grupie kobiet w I trymestrze ciąży, otyłych i z prawidłową masą ciała do identyfikacji niezależnych czynników ryzyka makrosomii płodu. W pracy autorzy wykazali, że wskaźnik krągłości ciała i WHR (*waist/hip ratio*) mogą być silnymi wyznacznikami w przewidywaniu makrosomii płodu u otyłych kobiet w ciąży.

CUN-BAE (*Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator*)

Ostatnia przedstawiona metoda jest odpowiedzią autorów na powszechnie stosowanie BMI jako zastępczej miary otyłości, którego stosowanie wiąże się ze znacznymi nieścisłościami w odzwierciedlaniu zawartości tkanki tłuszczowej. Ponieważ oznaczenie procentowej zawartości tkanki tłuszczowej ma kluczowe znaczenie na ryzyko kardiometaaboliczne związane z nadmierną masą ciała Gómez-Ambrosi i wsp. [73] zaproponowali matematyczne wyliczenia uwzględniające wiek, płeć oraz podstawowe pomiary antropometryczne zgodnie z równaniem:

$$\text{BF}\% = -44.988 + (0.503 \times \text{wiek}) + (10.689 \times \text{płeć}) + (3.172 \times \text{BMI}) - (0.026 \times \text{BMI}^2) + (0.181 \times \text{BMI} \times \text{płeć}) - (0.02 \times \text{BMI} \times \text{wiek}) - (0.005 \times \text{BMI}^2 \times \text{płeć}) + (0.00021 \times \text{BMI}^2 \times \text{wiek})$$

gdzie płeć oznacza: mężczyźni = 0 and kobiety = 1

Gómez-Ambrosi i wsp. [73] sugerują, że jest skorelowany z ryzykiem sercowo-naczyniowym i cukrzycą typu 2. Znajduje to potwierdzenie w badaniu przekrojowym dużej grupy dorosłych Hiszpanów. Autorzy stwierdzili, że CUN-BAE był istotnie, dodatnio skorelowany z chorobami sercowo-naczyniowymi, ale też z cukrzycą i zespołem metabolicznym zarówno w grupie kobiet jak i mężczyzn [74]. Jednocześnie autorzy ci zauważyli, że CUN-BAE był najlepszym predyktorem BF% wśród równań zbudowanych na podstawie BMI. Również w badaniach prowadzonych przez 6 lat w Norwegii mających na celu określenie korelacji między procentowym udziałem tkanki tłuszczowej a ryzykiem zapadalności na choroby sercowo-naczyniowe i cukrzycę wykazano, że CUN-BAE jest silniej związany z przyszłym ryzykiem zapadalności na wspomniane choroby w porównaniu do BMI [75]. Z drugiej strony Fuster-Parr i wsp. [76] w badaniu którego celem było porównanie różnych modeli regresji do przewidywania BF%, stwierdzili, że zarówno dla osób z

prawidłową masą ciała, ale też z nadwagą i otyłością zastosowanie prostych modeli pozwoliło na uzyskanie podobnych korelacji z zawartością tkanki tłuszczowej, jak przy zastosowaniu złożonego wzoru CUN-BAE.

Według autorów jest to łatwe do zastosowania równanie prognostyczne, które można wykorzystać jako pierwsze narzędzie przesiewowe w praktyce klinicznej ponieważ nie jest konieczny specjalistyczny sprzęt [73]. Inni autorzy również stwierdzają, że zastosowanie tego wzoru jest dobrym narzędziem do oceny dokładnej masy tkanki tłuszczowej, ale także jako pierwszego łatwego/skutecznego narzędzia przesiewowego do identyfikacji osób o zwiększonym ryzyku metabolicznym [77].

Podsumowanie

W walce z pandemią nadwagi i otyłości a w konsekwencji również z chorobami współistniejącymi wszelkie działania z zakresu promocji zdrowia podejmowane w odniesieniu do jednostki czy całej populacji nie pozostają obojętne. Prawidłowe zastosowanie wskaźników antropometrycznych w ocenie nadmiernej masy ciała może być użytecznym narzędziem, które w sposób łatwy i szybki dostarcza ważnych informacji o stanie odżywienia człowieka. Informacja zwrotna o zawartości tkanki tłuszczowej w ciele może być dodatkowym motywatorem do zmian nawyków żywieniowych i podejmowania zachowań prozdrowotnych dla osób zmagających się z nadmierną masą ciała.

Podczas doboru odpowiedniego wskaźnika antropometrycznego należy zwrócić uwagę na jego zastosowanie oraz odpowiednie dobranie punktów odcięcia dla określonej populacji. BMI jest narzędziem niedoskonałym dlatego też sugeruje się wykorzystywanie dodatkowych, nowych wskaźników. Większość parametrów wymaga jeszcze sprawdzenia ich przydatności w różnych grupach etnicznych i wiekowych. Należy zwracać uwagę na moc danego wskaźnika do oceny określonych schorzeń i przedwczesnej śmierci. Niemniej jednak, coraz więcej autorów potwierdza zasadność wykorzystywania wskaźników takich jak RFM, BRI oraz ABSI, jednocześnie sugerując potrzebę dalszej weryfikacji ich przydatności w praktyce klinicznej i szeroko zakrojonym zdrowiu publicznym.

Bibliografia:

1. Stefaniak A, Janion K, Ostręga W, Walkiewicz K, Nowakowska-Zajdel E. Nowe wskaźniki antropometryczne w aspekcie zwiększonej masy ciała osób dorosłych. Nowe trendy w dietetyce. Warszawa, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Inżynierii i Zdrowia w Warszawie; 2019: 90-98.
2. Malik VS, Willet WC, Hu FB. Nearly a decade on — trends, risk factors and policy implications in global obesity. *Nat Rev Endocrinol.* 2000;16:615–616. doi:10.1038/s41574-020-00411-y
3. Abdelaal M, le Roux CW, Docherty NG. Morbidity and mortality associated with obesity. *Ann Transl Med.* 2017;5(7):161. doi:10.21037/atm.2017.03.107
4. Meisinger C, Doring A, Thorand B, et al. Body fat distribution and risk of type 2 diabetes in the general population: are there differences between men and women? The MONICA/KORA Augsburg cohort study. *Am J Clin Nutr.* 2006;84:483-9. doi: 10.1093/ajcn/84.3.483
5. Klop B, Elte JW, Cabezas MC. Dyslipidemia in obesity: mechanisms and potential targets. *Nutrients.* 2013;5(4):1218-1240. doi:10.3390/nu5041218
6. Carbone S, Canada JM, Billingsley HE, Siddiqui MS, Elagizi A, Lavie CJ. Obesity paradox in cardiovascular disease: where do we stand?. *Vasc Health Risk Manag.* 2019;15:89-100. doi:10.2147/VHRM.S168946

7. Jehan S, Zizi F, Pandi-Perumal SR, Wall S, Auguste E, Myers AK, Jean-Louis G, McFarlane SI. Obstructive Sleep Apnea and Obesity: Implications for Public Health. *Sleep Med Disord*. 2017;1(4):00019.
8. Pischon T, Nimpf K. Obesity and Risk of Cancer: An Introductory Overview. *Recent Results Cancer Res*. 2016;208:1-15. doi: 10.1007/978-3-319-42542-9_1
9. Ortega FB, Sui X, Lavie CJ, Blair SN. Body Mass Index, the Most Widely Used But Also Widely Criticized Index: Would a Criterion Standard Measure of Total Body Fat Be a Better Predictor of Cardiovascular Disease Mortality? *Mayo Clin Proc*. 2016;91(4):443-455. doi: 10.1016/j.mayocp.2016.01.008
10. Mahadevan S, Ali I. Is body mass index a good indicator of obesity?. *Int J Diabetes Dev Ctries*. 2016;36:140–142. doi:10.1007/s13410-016-0506-5
11. World Health Organization (WHO). Obesity and overweight factsheet from the WHO.2021 Available from: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/obesity-and-overweight>
12. Rothman K. BMI-related errors in the measurement of obesity. *Int J Obes*. 2008;32:56–59. doi:10.1038/ijo.2008.87
13. Nuttall FQ. Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutrition Today*. 2015;50(3):117–128.
14. Banerji MA, Faridi N, Atluri R, Lebovitz HE, Chaiken RL. Body composition, visceral fat, leptin and insulin resistance in Asian Indian men. *J Clin Endocrinol Metab*. 1999;84:137–44. doi: 10.1210/jcem.84.1.5371
15. Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, Mourtzakis M. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *Br J Radiol*. 2012;85(1009):1-10. doi:10.1259/bjr/38447238
16. Głuszek S, Cieśla E, Głuszek-Osuch M, Koziół D, Kiebzak W, Wypchło Ł, Suliga E. Anthropometric indices and cut-off points in the diagnosis of metabolic disorders. *PLoS One*. 2020;15(6):e0235121. doi: 10.1371/journal.pone.0235121
17. Adab P, Pallan M, Whincup P H. Is BMI the best measure of obesity? *BMJ*. 2018; 360:k1274. doi:10.1136/bmj.k1274
18. Arroyo-Johnson C, Mincey KD. Obesity Epidemiology Worldwide. *Gastroenterol Clin North Am*. 2016;45:571-579. doi: 10.1016/j.gtc.2016.07.012
19. Zachary Z, Brianna F, Brianna L, Garrett P, Jade W, Alyssa D, Mikayla K. Self-quarantine and weight gain related risk factors during the COVID-19 pandemic. *Obes Res Clin Pract*. 2020;14(3):210-216. doi: 10.1016/j.orcp.2020.05.004
20. Bhutani S, Cooper JA. COVID-19–Related Home Confinement in Adults: Weight Gain Risks and Opportunities. *Obesity*. 2020;28:1576–1577. doi: 10.1002/oby.22904
21. Đogaš Z, Lušić Kalcina L, Pavlinac Dodig I, Demirović S, Madirazza K, Valić M, Pecotić R. The effect of COVID-19 lockdown on lifestyle and mood in Croatian general population: a cross-sectional study. *Croat Med J*. 2020;61(4):309-318. doi: 10.3325/cmj.2020.61.309
22. Chew HSJ, Lopez V. Global Impact of COVID-19 on Weight and Weight-Related Behaviors in the Adult Population: A Scoping Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(4):1876. doi:10.3390/ijerph18041876
23. Choi HS, Cho YH, Lee SY, Park EJ, Kim YJ, Lee JG, Yi YH, Tak YJ, Hwang HR, Lee SH. Association between new anthropometric parameters and arterial stiffness based on brachial-ankle pulse wave velocity. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2019;12:1727-1733. doi: 10.2147/DMSO.S211542
24. Ehrampoush E, Arasteh P, Homayounfar R, Cheraghpour M, Alipour M, Naghizadeh MM, Hadibarhaghtalab M, Davoodi SH, Askari A, Razaz JM. New anthropometric

- indices or old ones: Which is the better predictor of body fat? *Diabetes Metab Syndr.* 2017;11(4):257-263. doi: 10.1016/j.dsx.2016.08.027
25. Wang F, Chen Y, Chang Y, Sun G, Sun Y. New anthropometric indices or old ones: which perform better in estimating cardiovascular risks in Chinese adults. *BMC Cardiovasc Disord.* 2018;18(1):14. doi: 10.1186/s12872-018-0754-z
 26. Woolcott OO, Bergman RN. Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage — A cross-sectional study in American adult individuals. *Sci Rep.* 2018;8:10980. doi:10.1038/s41598-018-29362-1
 27. Shepherd JA, Ng BK, Sommer MJ, Heymsfield SB. Body composition by DXA. *Bone.* 2017;104:101-105. doi:10.1016/j.bone.2017.06.010
 28. Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2008;11:566–572. doi: 10.1097/MCO.0b013e32830b5f23
 29. Andreasson A, Carlsson AC, Önerhag K, Hagström H. Predictive Capacity for Mortality and Severe Liver Disease of the Relative Fat Mass Algorithm. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2019;17(12):2619-2620. doi: 10.1016/j.cgh.2018.11.026
 30. Efe SÇ, Karagoz A, Dogan C, Bayram Z, Kalkan S, Altıntas MS, Yuksel Y, Karabag T, Ayca B, Ozdemir N. Relative Fat Mass Index can be solution for obesity paradox in coronary artery disease severity prediction calculated by SYNTAX Score. *Postgrad Med J.* 2021;97(1149):434-441. doi: 10.1136/postgradmedj-2020-138926
 31. Kobo O, Leiba R, Avizohar O, Karban A. Relative fat mass is a better predictor of dyslipidemia and metabolic syndrome than body mass index. *Cardiovasc Endocrinol Metab.* 2019; 10;8(3):77-81. doi: 10.1097/XCE.0000000000000176
 32. Zhang Y, Li B, Liu N, Wang P, He J. Evaluation of Different Anthropometric Indicators for Screening for Nonalcoholic Fatty Liver Disease in Elderly Individuals. *Int J Endocrinol.* 2021;2021:6678755. doi: 10.1155/2021/6678755
 33. Corrêa CR, Formolo NPS, Dezanetti T, Speretta GFF, Nunes EA. Relative fat mass is a better tool to diagnose high adiposity when compared to body mass index in young male adults: A cross-section study. *Clin Nutr ESPEN.* 2021;41:225-233. doi: 10.1016/j.clnesp.2020.12.009
 34. Guzmán-León AE, Velarde AG, Vidal-Salas M, Urquijo-Ruiz LG, Caraveo-Gutiérrez LA, Valencia ME. External validation of the relative fat mass (RFM) index in adults from north-west Mexico using different reference methods. *PLoS One.* 2019;14(12):e0226767. doi: 10.1371/journal.pone.0226767
 35. Fedewa MV, Russell AR, Nickerson BS, Fedewa MP, Myrick JW, Esco MR. Relative accuracy of body adiposity index and relative fat mass in participants with and without down syndrome. *Eur J Clin Nutr.* 2019;73(8):1117-1121. doi: 10.1038/s41430-018-0351-3
 36. Nickerson BS, McLester CN, McLester JR, Kliszczewicz BM. Relative accuracy of anthropometric-based body fat equations in males and females with varying BMI classifications. *Clin Nutr ESPEN.* 2020;35:136-140. doi: 10.1016/j.clnesp.2019.10.014
 37. Paek JK, Kim J, Kim K, Lee SY. Usefulness of relative fat mass in estimating body adiposity in Korean adult population. *Endocr J.* 2019;66(8):723-729. doi: 10.1507/endocrj.EJ19-0064
 38. Ripka WL, Orsso CE, Haqq AM, Prado CM, Ulbricht L, Leite N. Validity and accuracy of body fat prediction equations using anthropometrics measurements in adolescents. *Eat Weight Disord.* 2021;26(3):879-886. doi: 10.1007/s40519-020-00918-3

39. Woolcott OO, Bergman RN. Defining cutoffs to diagnose obesity using the relative fat mass (RFM): Association with mortality in NHANES 1999-2014. *Int J Obes (Lond)*. 2020;44(6):1301-1310. doi: 10.1038/s41366-019-0516-8
40. Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS One*. 2012;7(7):e39504. doi: 10.1371/journal.pone.0039504
41. Krakauer NY, Krakauer JC. Expansion of waist circumference in medical literature: potential clinical application of a body shape index. *J Obes Weight Loss Ther*. 2014;4:216.
42. Krakauer NY, Krakauer JC. An Anthropometric Risk Index Based on Combining Height, Weight, Waist, and Hip Measurements. *J Obes*. 2016;2016: 8094275. doi: 10.1155/2016/8094275
43. Christakoudi S, Tsilidis KK, Muller DC. et al. A Body Shape Index (ABSI) achieves better mortality risk stratification than alternative indices of abdominal obesity: results from a large European cohort. *Sci Rep*. 2020;10:14541. doi:10.1038/s41598-020-71302-5
44. Soltanifar M, Karunanayake C, Khadka D, Henderson R, Konehnek N, et al. Is A Body Shape Index (ABSI) Predictive of Lung Function?. *Int J Respir Pulm Med*. 2019;6(1):101. doi.org/10.23937/2378-3516/1410101
45. Bozorgmanesh M, Sardarinia M, Hajsheikholeslami F, Azizi F, Hadaegh F. CVD-predictive performances of "a body shape index" versus simple anthropometric measures: Tehran lipid and glucose study. *Eur J Nutr*. 2016;55(1):147-157. doi:10.1007/s00394-015-0833-1
46. Biolo G, Di Girolamo FG, Breglia A, Chiuc M, Baglio V, Vinci P, Toigo G, Lucchin L, Jurdana M, Pražnikar ZJ, Petelin A, Mazzucco S, Situlin R. Inverse relationship between "a body shape index" (ABSI) and fat-free mass in women and men: Insights into mechanisms of sarcopenic obesity. *Clin Nutr*. 2015;34(2):323-327. doi: 10.1016/j.clnu.2014.03.015
47. Gomez-Peralta F, Abreu C, Cruz-Bravo M, Alcarria E, Gutierrez-Buey G, Krakauer NY, Krakauer JC. Relationship between "a body shape index (ABSI)" and body composition in obese patients with type 2 diabetes. *Diabetol Metab Syndr*. 2018;10:21. doi: 10.1186/s13098-018-0323-8.
48. Bouchi R, Asakawa M, Ohara N, Nakano Y, Takeuchi T, Murakami M, Sasahara Y, Numasawa M, Minami I, Izumiyama H, Hashimoto K, Yoshimoto T, Ogawa Y. Indirect measure of visceral adiposity 'A Body Shape Index' (ABSI) is associated with arterial stiffness in patients with type 2 diabetes. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2016;4(1):e000188. doi: 10.1136/bmjdr-2015-000188
49. Gažarová M, Galšneiderová M, Mečiarová L. Obesity diagnosis and mortality risk based on a body shape index (ABSI) and other indices and anthropometric parameters in university students. *Rocz Panstw Zakl Hig*. 2019;70(3):267-275. doi: 10.32394/rpzh.2019.0077
50. Bertoli S, Leone A, Krakauer NY, Bedogni G, Vanzulli A, Redaelli VI, De Amicis R, Vignati L, Krakauer JC, Battezzati A. Association of Body Shape Index (ABSI) with cardio-metabolic risk factors: A cross-sectional study of 6081 Caucasian adults. *PLoS One*. 2017;12(9):e0185013. doi:10.1371/journal.pone.0185013
51. Wu K, He S, Zheng Y, Chen X. ABSI is a poor predictor of insulin resistance in Chinese adults and elderly without diabetes. *Arch Endocrinol Metab*. 2018;62(5):523-529. doi: 10.20945/2359-3997000000072
52. Baveicy K, Mostafaei S, Darbandi M, Hamzeh B, Najafi F, Pasdar Y. Predicting Metabolic Syndrome by Visceral Adiposity Index, Body Roundness Index and a Body

- Shape Index in Adults: A Cross-Sectional Study from the Iranian RaNCD Cohort Data. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2020;13:879-887. doi: 10.2147/DMSO.S238153
53. Ji M, Zhang S, An R. Effectiveness of A Body Shape Index (ABSI) in predicting chronic diseases and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2018;19(5):737-759. doi: 10.1111/obr.12666
 54. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, Xiang AH, Watanabe RM. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring).* 2011;19(5):1083-1089. doi: 10.1038/oby.2011.38
 55. Zwierzchowska A, Celebańska D, Rosolek B, Gawlik K, Żebrowska A. Is body mass index (BMI) or body adiposity index (BAI) a better indicator to estimate body fat and selected cardiometabolic risk factors in adults with intellectual disabilities? *BMC Cardiovasc Disord.* 2021;21(1):119. doi:10.1186/s12872-021-01931-9
 56. Silva MI, Vale BS, Lemos CC, Torres MR, Bregman R. Body adiposity index assess body fat with high accuracy in nondialyzed chronic kidney disease patients. *Obesity (Silver Spring)* 2013;21:546–52. doi: 10.1002/oby.20261
 57. Almeida RT, Pereira ADC, Fonseca MJMD, Matos SMA, Aquino EML. Association between body adiposity index and coronary risk in the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Clin Nutr.* 2020;39(5):1423-1431. doi: 10.1016/j.clnu.2019.06.001
 58. García AI, Niño-Silva LA, González-Ruiz K, Ramírez-Vélez R. Body adiposity index as marker of obesity and cardiovascular risk in adults from Bogotá, Colombia. *Endocrinología y Nutrición.* 2015; 62(3):130-137. doi: 10.1016/j.endonu.2014.11.007
 59. Cerqueira MS, Santos CAD, Silva DAS, Amorim PRDS, Marins JCB, Franceschini SDCC. Validity of the Body Adiposity Index in Predicting Body Fat in Adults: A Systematic Review. *Adv Nutr.* 2018;9(5):617-624. doi: 10.1093/advances/nmy043
 60. Bannasar-Veny M, Lopez-Gonzalez AA, Tauler P, Cespedes ML, Vicente-Herrero T, Yañez A, Tomas-Salva M, Aguilo A. Body adiposity index and cardiovascular health risk factors in Caucasians: a comparison with the body mass index and others. *PLoS One.* 2013;8(5):e63999. doi: 10.1371/journal.pone.0063999
 61. Alkhalaf A, Al-Naimi F, Qassmi R, Shi Z, Ganji V, Salih R, Bawadi H. Visceral adiposity index is a better predictor of type 2 diabetes than body mass index in Qatari population. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(35):e21327. doi: 10.1097/MD.00000000000021327
 62. Zara A, Ioannides, Frederik J, Steyn, Robert D, Henderson, Pamela A, Mccombe, Shyuan T, Ngo. Anthropometric measures are not accurate predictors of fat mass in ALS, Amyotrophic Lateral Sclerosis and Frontotemporal Degeneration. 2017;18(7-8):486-491. doi: 10.1080/21678421.2017.1317811
 63. Jabłonowska-Lietz B, Wrzosek M, Włodarczyk M, Nowicka G. New indexes of body fat distribution, visceral adiposity index, body adiposity index, waist-to-height ratio, and metabolic disturbances in the obese. *Kardiol Pol.* 2017;75(11):1185-1191. doi: 10.5603/KP.a2017.0149
 64. Thomas DM, Bredlau C, Bosy-Westphal A, Mueller M, Shen W, Gallagher D, Maeda Y, McDougall A, Peterson CM, Ravussin E, Heymsfield SB. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model. *Obesity (Silver Spring).* 2013;21(11):2264-2271. doi: 10.1002/oby.20408
 65. Chang Y, Guo X, Li T, Li S, Guo J, Sun Y. A Body Shape Index and Body Roundness Index: Two New Body Indices to Identify left Ventricular Hypertrophy among Rural Populations in Northeast China. *Heart Lung Circ.* 2016;25(4):358-364. doi: 10.1016/j.hlc.2015.08.009.

66. Maessen MF, Eijsvogels TM, Verheggen RJ, Hopman MT, Verbeek AL, de Vegt F. Entering a new era of body indices: the feasibility of a body shape index and body roundness index to identify cardiovascular health status. *PLoS One*. 2014;9(9):e107212. doi: 10.1371/journal.pone.0107212
67. Gawrys W, Zyska A, Ślęzak A. Anthropometric indicators and their applications for assessing population's health condition. *Hygeia Public Health*. 2017;52(1):41-47
68. Solak I, Guney I, Cihan FG, Mercan S, Eryilmaz MA. Evaluation of a body shape index and body roundness index, two new anthropometric indices, in obese individuals. *Acta Medica Mediterranea*. 2018;34:1545-1550.
69. Liu B, Liu B, Wu G, Yin F. Relationship between body-roundness index and metabolic syndrome in type 2 diabetes. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2019;12:931-935. doi: 10.2147/DMSO.S209964
70. Stefanescu A, Revilla L, Lopez T, Sanchez SE, Williams MA, Gelaye B. Using A Body Shape Index (ABSI) and Body Roundness Index (BRI) to predict risk of metabolic syndrome in Peruvian adults. *J Int Med Res*. 2020;48(1):300060519848854. doi: 10.1177/0300060519848854
71. Rico-Martín S, Calderón-García JF, Sánchez-Rey P, Franco-Antonio C, Martínez Alvarez M, Sánchez Muñoz-Torrero JF. Effectiveness of body roundness index in predicting metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2020;21(7):e13023. doi: 10.1111/obr.13023
72. Ozler S, Kozanhan B, Bardak O, Arıkan MN. Are body roundness index and a body shape index in the first trimester related to foetal macrosomia? *J Obstet Gynaecol*. 2021;24:1-7. doi: 10.1080/01443615.2021.1907565
73. Gómez-Ambrosi J, Silva C, Catalán V, Rodríguez A, Galofré JC, Escalada J, Valentí V, Rotellar F, Romero S, Ramírez B, Salvador J, Frühbeck G. Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat. *Diabetes Care*. 2012;35(2):383-388. doi: 10.2337/dc11-1334.
74. Davila-Batista V, Molina AJ, Vilorio-Marqués L, Lujan-Barroso L, de Souza-Teixeira F, Olmedo-Requena R, Arias de la Torre J, García-Martínez L, Álvarez-Álvarez L, Freisling H, Llorca J, Delgado-Rodríguez M, Martín V. Net contribution and predictive ability of the CUN-BAE body fatness index in relation to cardiometabolic conditions. *Eur J Nutr*. 2019;58(5):1853-1861. doi: 10.1007/s00394-018-1743-9
75. Vinknes KJ, Nurk E, Tell GS, Sulo G, Refsum H, Elshorbagy AK. The relation of CUN-BAE index and BMI with body fat, cardiovascular events and diabetes during a 6-year follow-up: the Hordaland Health Study. *Clin Epidemiol*. 2017;9:555-566. doi: 10.2147/CLEP.S145130
76. Fuster-Parra P, Bennasar-Veny M, Tauler P, Yañez A, López-González AA, Aguiló A. A comparison between multiple regression models and CUN-BAE equation to predict body fat in adults. *PLoS One*. 2015;10(3):e0122291. doi: 10.1371/journal.pone.0122291
77. Costa A, Konieczna J, Reynés B, Martín M, Fiol M, Palou A, Romaguera D, Oliver P. CUN-BAE Index as a Screening Tool to Identify Increased Metabolic Risk in Apparently Healthy Normal-Weight Adults and Those with Obesity. *J Nutr*. 2021 May 12:nxab117. doi: 10.1093/jn/nxab117