

# Podstawowe pomiary antropometryczne i pochodne wskaźniki w poradnictwie dietetycznym – część druga

## Basic anthropometric measurements and derived indicators in dietary counseling: Part two

Aneta Koszowska<sup>1,A,D-F</sup>, Anna Brończyk-Puzoń<sup>2,D,E</sup>

<sup>1</sup> Wydział Ochrony Zdrowia, Śląska Wyższa Szkoła Medyczna w Katowicach, Katowice, Polska

<sup>2</sup> Śląskie Centrum Rehabilitacji i Prewencji, Ustroń, Polska

A – koncepcja i projekt badania, B – gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – analiza i interpretacja danych, D – napisanie artykułu, E – krytyczne zrecenzowanie artykułu, F – zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Pielęgniarstwo i Zdrowie Publiczne, ISSN 2082-9876 (print), ISSN 2451-1870 (online)

*Piel Zdr Publ.* 2018;8(4):297–303

### Adres do korespondencji

Anna Brończyk-Puzoń  
e-mail: anna.puzon@op.pl

### Zewnętrzne źródła finansowania

Brak

### Konflikt interesów

Nie występuje

Praca wpłynęła do Redakcji: 15.10.2017 r.

Po recenzji: 2.12.2017 r.

Zaakceptowano do druku: 18.06.2018 r.

### Streszczenie

Otyłość jest definiowana jako nadmierne nagromadzenie tkanki tłuszczowej w organizmie. Duże ilości tkanki tłuszczowej trzewnej w organizmie zwiększają ryzyko rozwoju miażdżycy, cukrzycy typu 2, nadciśnienia tętniczego oraz choroby niedokrwiennej serca. Ocena zawartości tkanki tłuszczowej w organizmie ma duże znaczenie w praktyce klinicznej. W pracy zaprezentowano nowe wskaźniki antropometryczne: BAI i VAI oraz przykłady badań naukowych z ich użyciem. Przeprowadzone do tej pory badania nad wskaźnikiem VAI wykazały, że może on być przydatny w ocenie dysfunkcji wisceralnej tkanki tłuszczowej, jak również ryzyka kardiometabolicznego. Dodatkowo jego użycie może być zasadne u młodych pacjentów z chorobami endokrynologicznymi (np. u kobiet z zespołem policystycznych jajników), które nie wykazują jeszcze cech zespołu metabolicznego. Obliczenie wskaźnika VAI może pomóc uzyskać wiele cennych informacji na temat ewentualnej dysfunkcji wisceralnej tkanki tłuszczowej. Zapewne użyteczność nowych wskaźników BAI i VAI musi jeszcze zostać potwierdzona w badaniach naukowych, jednak ich obliczenie wzbogaca zarówno badania epidemiologiczne, jak i badania kliniczne prowadzone wśród pacjentów z chorobami cywilizacyjnymi, a także endokrynologicznymi.

**Słowa kluczowe:** tkanka tłuszczowa, VAI, BAI

### Cytowanie

Koszowska A, Brończyk-Puzoń A. Podstawowe pomiary antropometryczne i pochodne wskaźniki w poradnictwie dietetycznym – część druga. *Piel Zdr Publ.* 2018;8(4):297–303. doi:10.17219/pzp/92368

### DOI

10.17219/pzp/92368

### Copyright

© 2018 by Wrocław Medical University

This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Abstract

Obesity is defined as excessive accumulation of body fat. Large amounts of visceral fat in the body lead to increased risk of developing atherosclerosis, type 2 diabetes, hypertension, and ischemic heart disease. Evaluation of body fat plays a crucial role in everyday clinical practice. The article presents new anthropometric indicators: BAI (Body Adiposity Index) and VAI (Visceral Adiposity Index), and the examples of research where they were used. The studies on VAI index has so far shown that it can be useful in assessing visceral adipose dysfunction as well as cardiometabolic risk. In addition, its use may be practical and justified in young patients with endocrine diseases (for example in women with polycystic ovary syndrome) who do not yet present with symptoms metabolic syndrome. Calculation of VAI could provide much valuable information on possible visceral adipose dysfunction. The usefulness of the new BAI and VAI indicators has yet to be confirmed in scientific studies, but their calculation could enrich epidemiological studies, as well as clinical trials in patients with civilization-related and endocrine diseases.

**Key words:** adipose tissue, VAI, BAI

## Wprowadzenie

Otyłość jest definiowana jako nadmierne nagromadzenie tkanki tłuszczowej w organizmie.<sup>1</sup> Tkanka tłuszczowa jest rozporoszona po całym ciele, a jej największe skupiska znajdują się w okolicy jamy brzusznej (tkanka tłuszczowa brzuszna trzewna, tkanka tłuszczowa brzuszna podskórna) oraz w okolicy pośladkowo-udowej.<sup>2</sup> Pełni nie tylko rolę magazynu energetycznego, skupiając trójglicerydy, ale w świetle najnowszych doniesień naukowych w znacznym stopniu może wpływać na homeostazę metabolizmu zarówno glukozy, jak i lipidów.<sup>3</sup>

Tkanka tłuszczowa, a zwłaszcza wisceralna tkanka tłuszczowa, jest metabolicznie aktywnym organem syntetyzującym duże ilości hormonów peptydowych, które w znaczący sposób mogą wpływać na metabolizm całego organizmu. Hormony te, zwane adipokinami, oddziałują autokrynnie, parakrynnie oraz endokrynnie na tkanki i narządy.<sup>4</sup> Tkanka tłuszczowa trzewna jest bardziej aktywna metabolicznie od tkanki tłuszczowej podskórnej, mianowicie syntetyzuje większe ilości interleukiny 6, rezystyny, wisfatyny i TNF- $\alpha$  (czynnik martwicy nowotworu – ang. *tumor necrosis factor  $\alpha$* ) niż tkanka tłuszczowa podskórna.<sup>2</sup> Duże nagromadzenie tkanki tłuszczowej trzewnej w organizmie zwiększa ryzyko lipotoksyczności, jak również insulinooporności, co sprzyja rozwojowi miażdżycy, cukrzycy typu 2, nadciśnienia tętniczego oraz choroby niedokrwiennej serca.<sup>2,3</sup>

Ocena zawartości tkanki tłuszczowej w organizmie ma duże znaczenie w praktyce klinicznej.<sup>5</sup> Wiele badań naukowych podkreśla, że występuje wyraźny związek pomiędzy akumulacją tkanki tłuszczowej w ciele a ryzykiem metabolicznym czy ryzykiem występowania chorób układu krążenia.<sup>6</sup>

W celu zidentyfikowania otyłości brzusznej i związanych z nią zagrożeń zdrowotnych najczęściej stosuje się w praktyce klinicznej wskaźnik WHR (stosunek obwodu talii do obwodu bioder – ang. *waist to hip ratio*) opisany szczegółowo w pierwszej części pracy, jednak nie pozwala on na rozróżnienie zawartości tkanki podskórnej i wisceralnej.<sup>7</sup> Metody bardziej dokładne, takie jak: rezonans magnetyczny (ang. *magnetic resonance imaging* – MRI), tomografia komputerowa (ang. *computed tomography* – CT), absorpcyjome-

tria promieniowania X o dwóch energiach (ang. *dual-energy X-ray absorptiometry* – DEXA) są złotymi standardami dla oceny funkcjonowania oraz rozróżnienia wisceralnej tkanki tłuszczowej i podskórnej tkanki tłuszczowej, jednak metody te są bardzo drogie, skomplikowane i nie są stosowane powszechnie w praktyce klinicznej, chociażby ze względu na narażenie pacjenta na promieniowanie jonizujące.<sup>5,7,8</sup> Z tego powodu zainteresowanie nowymi parametrami antropometrycznymi, które mogłyby pomóc zobrazować funkcjonowanie tkanki tłuszczowej, stale rośnie wśród naukowców.

Termin „ryzyko kardiometyczne”, zaproponowany przez American Diabetes Association i American Heart Association, obejmuje czynniki ryzyka cukrzycy typu 2, jak i chorób układu krążenia, do których należą np.: otyłość brzuszna, siedzący tryb życia, nadmierna podaż kalorii.<sup>7</sup> W świetle najnowszych danych obiecujące wydaje się zastosowanie nowego wskaźnika wisceralnej tkanki tłuszczowej – VAI (ang. *visceral adiposity index*) do oceny ryzyka kardiometycznego. Również od niedawna opisywany w literaturze wskaźnik otłuszczenia ciała – BAI (ang. *body adiposity index*) jest interesujący, ponieważ w prosty i nieinwazyjny sposób pozwala obliczyć procentową zawartość tłuszczu w organizmie.

Autorki za cel niniejszego opracowania obrały przekazanie wiedzy na temat nowych wskaźników antropometrycznych BAI i VAI. Dodatkowo w pracy przedstawiono przykłady badań naukowych przeprowadzonych z użyciem tych wskaźników.

## VAI – wskaźnik wisceralnej tkanki tłuszczowej

VAI jest nowym parametrem przedstawionym w 2014 r., biorącym pod uwagę płeć pacjenta.<sup>7,9</sup> Aby wyliczyć VAI, potrzebne są dane antropometryczne: BMI oraz obwód talii (ang. *waist circumference* – WC) oraz biochemiczne, takie jak zawartość cholesterolu HDL we krwi i stężenie trójglicerydów (TG).<sup>7,9</sup> VAI dla mężczyzn oblicza się wg wzoru:

$$VAI = \left( \frac{WC}{39,68 + (1,88 \times BMI)} \right) \times \left( \frac{TG [mmol/l]}{1,03} \right) \times \left( \frac{1,31}{HDL [mmol/l]} \right)$$

a dla kobiet wg wzoru:

$$VAI = \left( \frac{WC}{36,58 + (1,89 \times BMI)} \right) \times \left( \frac{TG \text{ [mmol/l]}}{0,81} \right) \times \left( \frac{1,52}{HDL \text{ [mmol/l]}} \right)$$

Przeprowadzone do tej pory badania wykazały, że VAI jest przydatny w ocenie ewentualnej dysfunkcji wisceralnej tkanki tłuszczowej (ang. *visceral adipose dysfunction* – VAD) i ryzyka kardiometabolicznego.<sup>9</sup> Celem autorów VAI było znalezienie prostego w użyciu identyfikatora, który mógłby odzwierciedlać ryzyko kardiometaboliczne, zanim u pacjenta rozwinie się zespół metaboliczny lub komplikacje zdrowotne związane z chorobami układu krążenia.<sup>9</sup>

Proponowane zgodnie z danymi literaturowymi<sup>9</sup> punkty odcięcia VAI zaprezentowano w tabeli 1.

Tabela 1. Proponowane punkty odcięcia dla VAI wskazujące na brak dysfunkcji tkanki tłuszczowej (wg Amata et al.)<sup>9</sup>

Table 1. Cuts-off points for VAI index defining lack or presence of fatty tissue dysfunction (according to Amato et al.)<sup>9</sup>

Wiek [lata]	Punkty odcięcia dla VAI			
	brak ATD	łagodne ATD	średnie ATD	ostre ATD
<30	≤2,52	2,53–2,58	2,59–2,73	>2,73
≥30 i <42	≤2,23	2,24–2,53	2,54–3,12	>3,12
≥42 i <52	≤1,92	1,93–2,16	2,17–2,77	>2,77
≥52 i <66	≤1,93	1,94–2,32	2,32–3,25	>3,25
≥66	≤2,00	2,01–2,41	2,42–3,17	>3,17

ATD – dysfunkcja tkanki tłuszczowej (ang. *adipose tissue dysfunction*).

W badaniach naukowych przeprowadzonych wśród 1764 pacjentów populacji sycylijskiej wykazano, że wskaźnik ten oraz opisane w artykule punkty odcięcia mogą być bardzo pomocne w identyfikowaniu ryzyka metabolicznego w codziennej praktyce klinicznej.<sup>7</sup>

## VAI a adipokiny syntetyzowane przez tkankę tłuszczową

W badaniu Amata et al. za cel obrano ocenę korelacji pomiędzy różnymi parametrami antropometrycznymi: BMI, WC, HC, WHR, BAI, VAI a stężeniem wybranych adipokin tkanki tłuszczowej,<sup>10</sup> m.in.: wisfatyny, rezystyny, leptyny, adiponektyny, greliny, interleukiny 6. Badanie przeprowadzono wśród 91 pacjentów chorych na cukrzycę typu 2 w wieku 65,25 roku ±6,38 roku.<sup>10</sup> Wykazano w nim, że to wskaźnik VAI najlepiej korelował z mierzonymi w badaniu adipokinami, w tym z: leptyną, wisfatyną, interleukiną 6, rezystyną. Zdaniem autorów ich wyniki potwierdzają, że VAI jest dobrym identyfikatorem do wykrywania zmienionego profilu adipokin, które są związane z ryzykiem metabolicznym.<sup>10</sup> Autorzy we wnioskach pracy podkreślają, że jest to dobre narzędzie do oceny funkcjonowania tkanki tłuszczowej u pacjentów bez stwierdzonego zespołu metabolicznego oraz u pacjentów

z rozpoznanym zespołem metabolicznym, co w efekcie przekłada się na ocenę ryzyka występowania chorób metabolicznych, jak również ryzyka kardiometabolicznego.<sup>10</sup>

## VAI a ryzyko sercowo-naczyniowe, zaburzenia homeostazy glukozy

Otyłość niezaprzeczalnie przyczynia się do zwiększenia ryzyka występowania chorób sercowo-naczyniowych (ang. *cardiovascular disease* – CVD).<sup>8</sup> Zwłaszcza otyłość typu brzuszego odgrywa ważną rolę w rozwoju tych schorzeń.<sup>8</sup> Do badania Hana et al. zakwalifikowano 95 pacjentów z chorobą niedokrwienną serca, którzy zostali podzieleni na grupę kontrolną (pacjenci z chorobą niedokrwienną serca bez cukrzycy) i grupę badaną (pacjenci z chorobą niedokrwienną serca chorzy na cukrzycę). Ponadto grupy te zostały podzielone na podgrupy badawcze, odpowiednio: ze stwierdzoną dysfunkcją wisceralnej tkanki tłuszczowej oraz bez stwierdzonej dysfunkcji wisceralnej tkanki tłuszczowej.<sup>8</sup> W badaniu wykazano, że indeks VAI był silnie powiązany ze stopniem ciężkości choroby niedokrwiennej serca oraz że punkty odcięcia dla tego wskaźnika służące identyfikacji stopnia dysfunkcji tkanki tłuszczowej są bardziej użyteczne w grupie pacjentów chorych na cukrzycę i mogą być przydatne w ocenie stopnia ciężkości choroby niedokrwiennej serca.<sup>8</sup> Badanie zostało przeprowadzone na populacji chińskiej i zdaniem autorów ze względu na ciekawe wyniki wskaźnik ten powinien być badany również w innych populacjach.<sup>8</sup>

Jabłonowska-Lietz et al. zbadały 72 kobiety oraz 34 mężczyzn o średniej wieku 38 lat ±5,9 roku z I stopniem otyłości (BMI = 32,6 kg/m<sup>2</sup> ±2,4 kg/m<sup>2</sup>). U wszystkich pacjentów włączonych do badania wykonano pomiary antropometryczne, a następnie obliczono wskaźniki antropometryczne, w tym VAI i opisany w dalszej części pracy BAI. Dokonano również pomiarów składu masy ciała, m.in. zawartości procentowej tkanki tłuszczowej, za pomocą analizy bioimpedancji elektrycznej. Wykonano również badania biochemiczne, np. profil lipidowy: stężenie trójglicerydów, cholesterolu LDL (niezbędnych do wyliczenia wskaźnika VAI) oraz zmierzono stężenie insuliny i glukozy, co posłużyło do obliczenia wskaźnika insulinooporności HOMA-IR.<sup>3</sup> We wnioskach z tego badania autorzy podają, że wskaźniki VAI, WC i WHR są przydatne podczas oceny wisceralnej tkanki tłuszczowej, a co za tym idzie pozwalają na oszacowanie ryzyka zaburzeń związanych z metabolizmem glukozy. Z kolei wskaźnik BAI oceniono jako cenne narzędzie w prognozowaniu rozwoju zaburzeń metabolizmu glukozy, jednak autorzy badania podkreślili konieczność prowadzenia dalszych analiz w tym kierunku.<sup>3</sup> Ponadto stopień insulinooporności wyrażony za pomocą wskaźnika HOMA-IR dodatkowo korelował ze wskaźnikiem VAI ( $r = 0,46$ ;  $p < 0,001$ ).<sup>3</sup>

Użyteczność HOMA-IR w odniesieniu do VAI została również oceniona w badaniu Ji et al. wśród 1834 pacjentów populacji chińskiej z prawidłowym obwodem talii.<sup>11</sup>

W tym badaniu również wykazano pozytywną korelację pomiędzy dwoma omawianymi wskaźnikami – tak u kobiet, jak również u mężczyzn. Dowiedziono, że podwyższone wartości VAI mogą być czynnikiem ryzyka zwiększenia wartości HOMA-IR, nawet u pacjentów bez otyłości centralnej.<sup>11</sup> Autorzy podają również, że poznanie go może być przydatne w terapii mającej na celu poprawę lipogramu, zarówno obejmującej zmianę stylu życia, jak i interwencję farmaceutyczną. Mogłoby to ułatwić podjęcie decyzji o prewencji lub leczeniu chorób układu krążenia.<sup>11</sup>

Schuster et al. przeprowadziły badanie mające na celu sprawdzenie użyteczności VAI w przewidywaniu czynników ryzyka zespołu metabolicznego u młodych ludzi.<sup>12</sup> Do badania zakwalifikowano 444 osoby o średniej wieku 25,6 roku  $\pm$  6,5 roku, z czego większość (77%) stanowiły kobiety. Za pomocą przeprowadzonych badań antropometrycznych i biochemicznych wyliczono wskaźniki antropometryczne, w tym VAI. Zaobserwowano, że zwiększone wartości opisywanego wskaźnika są związane z podwyższonym ryzykiem otyłości brzusznej, co zdaniem autorów czyni go prostym i efektywnym narzędziem służącym do oceny ryzyka występowania zespołu metabolicznego u młodych dorosłych.<sup>12</sup>

## VAI – zastosowanie w chorobach endokrynologicznych

Zaburzona gospodarka hormonalna może oddziaływać na występowanie insulinooporności.<sup>13</sup> Hormony potencjalnie oddziałujące na rozwój cukrzycy to: hormon wzrostu (ang. *growth hormone* – GH), glikokortykosteroidy, tyroksyna, katecholaminy, aldosteron, parathormon, glukagon oraz somatostatyna.<sup>13</sup> Jak donoszą badania naukowe, liczne choroby o podłożu endokrynologicznym mogą mieć wpływ na zaburzenie gospodarki węglowodanowej.<sup>13</sup> Wiele z nich naraża również pacjenta na występowanie ryzyka kardiometabolicznego.<sup>9</sup> Niektóre endokrynopatie mogą nawet zwiększać ryzyko sercowo-naczyniowe nawet u osób szczupłych.<sup>9</sup> Autorzy VAI podkreślają, że jego użycie może być praktyczne i zasadne u młodych pacjentów z chorobami endokrynologicznymi, u których nie rozwinął się jeszcze zespół metaboliczny. Obliczenie tego wskaźnika mogłoby dać wiele cennych informacji na temat występowania ewentualnej dysfunkcji wisceralnej tkanki tłuszczowej.<sup>9</sup>

VAI może mieć ograniczone zastosowanie u pacjentów z rozwiniętym zespołem Cushinga, ponieważ obserwuje się u nich wszystkie cechy dysfunkcji wisceralnej tkanki tłuszczowej. Przydaje się jednak podczas oceny wyniku terapeutycznego w tej grupie pacjentów.<sup>9</sup>

## VAI a zespół policystycznych jajników

Zespół policystycznych jajników (ang. *polycystic ovary syndrome* – PCOS) jest najczęściej występującą endokrynopatią wśród kobiet w okresie rozrodczym.<sup>13,14</sup>

Na PCOS wskazują: zaburzenia miesiączkowania, hiperandrogenizm, obraz policystycznych jajników w badaniu USG.<sup>13</sup> Insulinooporność, a także otyłość brzuszna bardzo często występują u kobiet z PCOS.<sup>9</sup> Często dochodzi u nich także do wystąpienia zespołu metabolicznego.<sup>13</sup> U wielu kobiet z tym schorzeniem BMI jest w normie.<sup>9</sup> Za pomocą VAI można podzielić kobiety z PCOS na metabolicznie „zdrowe” (ang. *metabolic healthy PCOS* – MH-PCOS) i „niezdrowe” (ang. *metabolic unhealthy PCOS* – MHU-PCOS).<sup>9,14</sup> Zgodnie z sugestią Androgen Excess and PCOS Society za punkt odcięcia przyjęto wartość VAI > 1,675 (tabela 2).<sup>9</sup> VAI mógłby mieć zastosowanie w identyfikowaniu kobiet metabolicznie „niezdrowych”.<sup>7,9</sup> Jest również rozważany jako predyktor kliniczny zaawansowania zespołu i jako predyktor ryzyka wystąpienia cukrzycy u kobiet z PCOS.<sup>14</sup>

Tabela 2. Punkty odcięcia dla VAI przyjęte dla kobiet z PCOS (wg Androgen Excess and PCOS Society)<sup>9</sup>

Table 2. Cut-off points for VAI accepted for women with PCOS (according to Androgen Excess and PCOS Society)<sup>9</sup>

Typ PCOS	Punkty odcięcia dla VAI
MH-PCOS	<1,675
MU-PCOS	>1,675

Do badania Aboelnagi i Elshahawy włączono 100 kobiet z PCOS zdiagnozowanym zgodnie z przyjętymi kryteriami rotterdamskimi, ich średnia wieku wynosiła 26,83 roku  $\pm$  6,09 roku.<sup>14</sup> Wartość VAI silnie korelowała z obwodem bioder, wysokością BMI, a także HOMA-IR i stężeniem insuliny. W badaniu potwierdzono użyteczność tego wskaźnika do oceny ryzyka zespołu metabolicznego i ryzyka kardiometabolicznego u kobiet z PCOS.<sup>14</sup>

## VAI a akromegalia

W akromegalii dochodzi do nadmiernej syntezy hormonu wzrostu, a zaburzenie gospodarki węglowodanowej u chorych na nią pacjentów jest bardzo częste. Szacuje się, że u 60–70% pacjentów występuje upośledzona tolerancja glukozy, natomiast u 13–30% jawna cukrzyca.<sup>13</sup> Stopień zaburzeń gospodarki węglowodanowej jest tym większy, im większa jest aktywność tej choroby, bowiem długotrwałe utrzymujące się wysokie stężenie hormonu wzrostu prowadzi do zaburzeń działania insuliny zarówno w samej wątrobie, jak i w tkankach obwodowych.<sup>13</sup> U chorych z nieleczoną akromegalią z powodu efektu lipolitycznego hormonu wzrostu dochodzi do spadku tłuszczowej i wzrostu beztłuszczowej masy ciała.<sup>9</sup> U tych pacjentów obserwuje się też redukcję podskórnej tkanki tłuszczowej, ale z kolei wisceralna tkanka tłuszczowa wydziela duże ilości cytokin, które mogą przyczyniać się do występowania insulinooporności wątrobowej i mięśniowej.<sup>9</sup> Zauważono również, że VAI koreluje ze stężeniem hormonu wzrostu.<sup>9</sup> Dane dowodzą, że ten nowy wskaźnik może być użyteczny w ocenie ryzyka kardiometabolicz-

nego, jak również insulinooporności, zwłaszcza u kobiet z aktywną akromegalią w okresie pomenopauzalnym.<sup>9</sup>

Do badania Ciresi et al. włączono 307 nowo zdiagnozowanych pacjentów z akromegalią: 157 mężczyzn (w wieku 48,01 roku  $\pm$  14,28 roku), 150 kobiet (w wieku 48,67 roku  $\pm$  14,95 roku), z których 73 były w okresie pomenopauzalnym.<sup>15</sup> Zauważono, że wiele zaburzeń metabolicznych u pacjentów z akromegalią występuje specyficznie dla płci. Aktywna akromegalia u kobiet jest mocno związana z dysfunkcją wisceralnej tkanki tłuszczowej ocenianej za pomocą wskaźnika VAI, insulinoopornością i cechami zespołu metabolicznego, zwłaszcza w okresie pomenopauzalnym.<sup>15</sup>

### Limity użycia wskaźnika VAI i grupy pacjentów, u których warto wykonać jego ocenę

Limity użycia wskaźnika VAI to: obwisły brzuch, otyłość olbrzymia, ostra hipertrójglicydemia, stosowanie fibratów, wiek poniżej 16 lat.<sup>9</sup>

Wskaźnik ten jest szczególnie zalecany dla: osób z BMI <40 kg/m<sup>2</sup>, pacjentów z podejrzeniem zespołu metabolicznego, kobiet z PCOS, pacjentów z dysfunkcją gruczołu tarczowego, akromegalią, hiperprolaktynemią.<sup>9</sup>

### BAI – wskaźnik otłuszczenia ciała

Zespół badawczy Bergman et al. w 2011 r. opublikował artykuł sugerujący, że zaproponowany przez nich wskaźnik antropometryczny BAI ma być lepszy niż tradycyjny BMI.<sup>16</sup> Zadaniem BAI jest szacowanie procentowej zawartości tkanki tłuszczowej w organizmie za pomocą prostego wzoru matematycznego, do którego podstawiane są dane antropometryczne: obwód bioder i wzrost:

$$BAI = \frac{\text{obwód bioder [cm]}}{(\text{wzrost [m]})^{1,5}} - 18$$

Obliczenia nie wymagają ważenia pacjenta.<sup>16</sup> Autorzy tego wskaźnika porównali jego wyniki z wynikami uzyskanymi za pomocą tzw. złotego standardu w ocenie zawartości tkanki tłuszczowej w ciele, mianowicie metody DEXA, a pomiarów dokonano wśród osób rasy meksykańsko-amerykańskiej.<sup>16,17</sup>

Badania nad BAI są przeprowadzane coraz częściej, co jest zapewne związane z łatwym użyciem tego wskaźnika i możliwością dokonania szacunkowej oceny zawartości tkanki tłuszczowej u pacjenta. Vinknes et al. postanowili ocenić użyteczność tego wskaźnika wśród osób rasy kaukaskiej oraz populacji europejskiej.<sup>18</sup> Celem badania było porównanie zależności pomiędzy wskaźnikami BMI i BAI a procentową zawartością tkanki tłuszczowej mierzonej za pomocą metody DEXA. Do badania posłużyły dane antropometryczne zebrane od 5193 pacjentów w wieku 47–49 lat i osób starszych (71–74 lat). W całej badanej grupie pacjentów korelacja pomiędzy BAI a procentową

zawartością tkanki tłuszczowej mierzonej za pomocą DEXA była silniejsza ( $r = 0,78$ ) od korelacji pomiędzy BMI a DEXA ( $r = 0,56$ ). Odnotowano podobne wyniki w obu grupach wiekowych.<sup>18</sup> Po dokonaniu podziału ze względu na płeć zauważono, że to jednak dobrze znany wskaźnik BMI lepiej koreluje z procentem tkanki tłuszczowej (mężczyźni:  $r = 0,76$ ; kobiety:  $r = 0,81$ ) niż BAI (mężczyźni:  $r = 0,57$ ; kobiety:  $r = 0,72$ ), dodatkowo zauważono również, że wskaźnik BAI może prowadzić do przeszacowania procentowej zawartości tłuszczu w organizmie u osób szczupłych i niedoszacowania wśród osób ze zwiększoną masą ciała. BAI trafnie oceniał procent zawartości tkanki tłuszczowej u pacjentów, których BMI mieściło się w granicach normy.<sup>18</sup> Ostatecznie w cytowanym badaniu uznano wyższość wskaźnika BMI nad BAI.<sup>18</sup>

Powyższe wnioski znajdują potwierdzenie w badaniu Geliebter et al., w którym porównano wykorzystanie BAI i BMI do wyników procentowej zawartości tłuszczu w organizmie uzyskanych za pomocą metody DEXA wśród 19 kobiet z otyłością olbrzymią (BMI 46,5 kg/m<sup>2</sup>  $\pm$  9,0 kg/m<sup>2</sup>), które były zakwalifikowane do podjęcia leczenia bariatrycznego.<sup>19</sup> Autorzy tego badania wykazali, że BAI nie korelował istotnie statystycznie z wynikami DEXA ( $r = 0,42$ ;  $p > 0,05$ ), natomiast wskaźnik BMI taką korelację wykazywał ( $r = 0,65$ ;  $p < 0,05$ ). W tej grupie chorych wskaźnik BAI nie był dobrą alternatywą.<sup>19</sup> Do podobnych wniosków doszedł również zespół badawczy Belarmina et al.,<sup>20</sup> prowadząc badania wśród 72 osób z BMI >30 kg/m<sup>2</sup>.

Zwierzchowska et al. przeprowadzili ocenę przydatności BAI wśród osób młodych, odpowiednio: 684 kobiet i 528 mężczyzn rasy kaukaskiej. Wskaźnik wskazał ryzyko niedoszacowania nadwagi w grupie badanych kobiet. Wyniki cytowanej pracy również potwierdziły, że dla populacji kaukaskiej, dla której nowy wskaźnik BAI nie został jeszcze zwalidowany, lepszym estymatorem nadwagi i otyłości jest BMI.<sup>21</sup>

Wśród osób starszych problem otyłości, tak jak w innych populacjach, wykazuje tendencję wzrostową.<sup>22</sup> Szuca się, że w Stanach Zjednoczonych ok. 70% osób >65. r.ż. ma nadwagę bądź otyłość, a taki stan rzeczy sprzyja zwiększonej zachorowalności oraz śmiertelności, a także obniża jakość życia.<sup>22</sup> W badaniu Chang et al. przeprowadzonym w grupie osób starszych liczącej 954 uczestników (w tym: 471 kobiet i 483 mężczyzn) spełniających kryteria włączenia zaobserwowano silną korelację pomiędzy wskaźnikiem BAI a procentową zawartością tłuszczu mierzoną za pomocą metody DEXA.<sup>22</sup> W badaniu wykazano, że dla starszych mężczyzn lepszym wskaźnikiem będzie BMI, dodatkowo potwierdzono, że zastosowanie BAI jest mocno ograniczone dla osób z bardzo małą, jak i bardzo dużą ilością tkanki tłuszczowej w organizmie. Wśród badanych kobiet to BAI lepiej korelował z procentową zawartością tkanki tłuszczowej niż tradycyjny BMI. Autorzy badania sugerują, że należy ten wskaźnik poddać badaniom w innych populacjach, jak również zachęcają do prowadzenia dalszych analiz między BAI a długoterminowymi skutkami zdrowotnymi.<sup>22</sup>

W badaniu Melmer et al. przeprowadzonym w grupie 1770 pacjentów za jeden z celów obrano sprawdzenie korelacji pomiędzy wybranymi wskaźnikami antropometrycznymi a stężeniem m.in. adipokiny (hormonów syntetyzowanych przez tkankę tłuszczową). Zaobserwowano, że wskaźnik BAI najlepiej korelował z leptyną.<sup>6</sup>

Johnson et al. również podjęli się oceny skuteczności BAI, ale wśród ludności europejsko-amerykańskiej ( $N = 632$ ), porównując wyniki również z metodą DEXA. Zwłaszcza w grupie osób z niską zawartością tkanki tłuszczowej (<20%) zaobserwowano największe różnice pomiędzy wynikami otrzymanymi za pomocą DEXA a wartością BAI.<sup>23</sup> W celu optymalizacji BAI autorzy podjęli się modyfikacji wzoru, tworząc wskaźnik  $BAI_{Fels}$ :

$$BAI_{Fels} = 1,26 \times \frac{\text{obwód bioder [cm]}}{(\text{wzrost [m]})^{1,4}} - 32,85$$

W badaniu zaobserwowano, że zarówno użycie BAI, jak  $BAI_{Fels}$  powodowało przeszacowanie procentowej zawartości tkanki tłuszczowej u mężczyzn, natomiast niedoszacowanie u kobiet.<sup>23</sup>

Podjęto się również próby modyfikacji wskaźnika BAI w populacji dziecięcej.<sup>1</sup> Aarbaoui et al. przeprowadzili badania wśród 1615 dzieci w wieku 5–12 lat, a wyniki BAI porównali z procentową zawartością tkanki tłuszczowej mierzoną za pomocą metody bioimpedancji elektrycznej.<sup>1</sup> „Zwykły” BAI nie sprawdził się w tej grupie wiekowej, ponieważ powodował przeszacowanie procentowej zawartości tkanki tłuszczowej u dzieci, więc po wykonaniu stosownych obliczeń matematycznych w cytowanej pracy zaprezentowano  $BAI_p$ :

$$BAI_p = \frac{\text{obwód bioder [cm]}}{(\text{wzrost [m]})^{0,8}}$$

Ze względu na tendencję wzrostową nadwagi i otyłości autorzy zachęcają do walidacji tego wskaźnika w populacji dziecięcej, co pozwoliłoby na szybkie oszacowanie procentowej zawartości tkanki tłuszczowej u dzieci.<sup>1</sup>

## Podsumowanie

Zapewne użyteczność nowych wskaźników BAI i VAI musi jeszcze zostać potwierdzona w badaniach naukowych, jednak już wiadomo, że ich obliczenie może wzbogacić badania epidemiologiczne i kliniczne prowadzone wśród pacjentów z chorobami cywilizacyjnymi, a także endokrynologicznymi. Ich największy plus to łatwość i szybkość wykonania, więc mogą one zostać wyliczone nawet przy ograniczonym budżecie lub braku dostępności do specjalistycznego sprzętu oceniającego zawartość tkanki tłuszczowej bądź drogich testów biochemicznych.

Przykładowo wskaźnik BAI po walidacji i przyjęciu dobrze wyważonych punktów odcięcia mogłyby posłużyć do szacunkowej oceny zawartości tkanki tłuszczowej u osób starszych, możliwe jest jego obliczenie nawet

u pacjentów leżących. Choć wskaźnik BMI jest wykorzystywany w praktyce klinicznej i epidemiologicznej od wielu lat, to posiada ograniczenia (opisane w części pierwszej niniejszej pracy). Należy podkreślić, że opisane nowe wskaźniki mają obiecującą przyszłość, a jeśli zostaną dopracowane w sposób rzetelny, mogą stanowić ważne narzędzie zarówno w badaniach klinicznych, jak i epidemiologicznych, ale też w celach praktycznych, aby dobrać pacjentowi odpowiednie zalecenia terapeutyczne czy żywieniowe i zapobiegać chorobom cywilizacyjnym.

## Piśmiennictwo

1. El Aarbaoui T, Samouda H, Zitouni D, et al. Does the body adiposity index (BAI) apply to paediatric populations? *Ann Hum Biol.* 2013;40(5):451–458. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/03014460.2013.802011?journalCode=iahb20>. Dostęp 15.08.2017.
2. Siemińska L. Tkanka tłuszczowa – patofizjologia, rozmieszczenie, różnice płciowe oraz znaczenie w procesach zapalnych i nowotworowych. *Endokrynol Pol.* 2007;4:330–342. [https://journals.viamedica.pl/endokrynologia\\_polska/article/viewFile/25618/20441](https://journals.viamedica.pl/endokrynologia_polska/article/viewFile/25618/20441). Dostęp 15.08.2017.
3. Jabłonowska-Lietz B, Wrzosek M, Włodarczyk M, Nowicka G. New indexes of body fat distribution VAI, BAI, WHtR and metabolic disturbances in obese [opublikowano jako ahead of print 17.07.2018]. *Kardiologia Pol.* 2017. doi:10.5603/KP.a2017.0149
4. Skowrońska B, Fichna M, Fichna P. Rola tkanki tłuszczowej w układzie dokrewnym. *Endokrynol Otyłość.* 2005;1(3):21–29. <https://journals.viamedica.pl/eoizpm/article/view/26089>. Dostęp 15.08.2017.
5. Kęska A, Tkaczyk J, Czajkowska A, et al. Zawartość tkanki tłuszczowej u młodych dorosłych oceniona na podstawie pomiaru fałdów skórno-tłuszczowych i wskazań analizatora składu ciała. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab.* 2012;18:33–36.
6. Melmer A, Lamina C, Tschoner A, et al. Body adiposity index and other indexes of body composition in the SAPHIR study: Association with cardiovascular risk factors. *Obesity (Silver Spring).* 2013;21(4):775–781. doi:10.1002/oby.20289
7. Amato MC, Giordano C, Pitrone M, Galluzzo A. Cut-off points of the visceral adiposity index (VAI) identifying a visceral adipose dysfunction associated with cardiometabolic risk in a Caucasian Sicilian population. *Lipids Health Dis.* 2011;10:183. doi:10.1186/1476-511X-10-183
8. Han L, Fu KL, Zhao J, et al. Visceral adiposity index score indicated the severity of coronary heart disease in Chinese adults. *Diabetol Metab Syndr.* 2014;6(1):143. doi:10.1186/1758-5996-6-143
9. Amato MC, Giordano C. Visceral adiposity index: An indicator of adipose tissue dysfunction. *Int J Endocrinol.* 2014;730827. doi:10.1155/2014/730827
10. Amato MC, Pizzolanti G, Torregrossa V, Misiano G, Milano S, Giordano C. Visceral adiposity index (VAI) is predictive of an altered adipokine profile in patients with type 2 diabetes. *PLoS One.* 2014;9(3):e91969. doi:10.1371/journal.pone.0091969
11. Ji B, Qu H, Wang H, Wei H, Wei H, Deng H. Association between the visceral adiposity index and homeostatic model assessment of insulin resistance in participants with normal waist circumference. *Angiology.* 2017;68(8):716–721. doi:10.1177/0003319716682120
12. Schuster J, Vogel P, Eckhardt C, Morelo SD. Applicability of the visceral adiposity index (VAI) in predicting components of metabolic syndrome in young adults. *Nutr Hosp.* 2014;30(4):806–812. doi:10.3305/nh.2014.30.4.7644
13. Rogowicz-Frontczak A, Majchrzak A, Zozulińska-Ziółkiewicz D. Insulin resistance in endocrine disorders: Treatment options. *Endokrynol Pol.* 2017;68(3):334–351. doi:10.5603/EP.2017.0026
14. Aboelnaga M, Elshahawy A. Visceral adiposity index correlation with Rotterdam criteria in patients with polycystic ovary syndrome. *Int J Reprod Contracept Obstet Gynecol.* 2016;5(8):2553–2560. doi:10.18203/2320-1770.ijrcog20162623
15. Ciresi A, Amato MC, Pivonello R, et al. The metabolic profile in active acromegaly is gender-specific. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013;98(1):E51–59. doi:10.1210/jc.2012-2896

16. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, et al. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19(5):1083–1089. doi:10.1038/oby.2011.38
17. Przybylska D, Kurowska M, Przybylski P. Otyłość i nadwaga w populacji rozwojowej. *Hygeia Public Health*. 2012;47(1):28–35. <http://www.h-ph.pl/pdf/hyg-2012/hyg-2012-1-028.pdf>. Dostęp 15.08.2017.
18. Vinknes KJ, Elshorbagy AK, Drevon CA, et al. Evaluation of the body adiposity index in a Caucasian population: The Hordaland Health Study. *Am J Epidemiol*. 2013;177(6):586–592. doi:10.1093/aje/kws271
19. Geliebter A, Atalayer D, Flancbaum L, Gibson CD. Comparison of body adiposity index (BAI) and BMI with estimations of % body fat in clinically severe obese women. *Obesity (Silver Spring)*. 2013;21(3):493–498. doi:10.1002/oby.20264
20. Belarmino G, Horie LM, Sala PC, Torrinhas RS, Heymsfield SB, Waitzberg DL. Body adiposity index performance in estimating body fat in a sample of severely obese Brazilian patients. *Nutr J*. 2015;14(1):130. doi:10.1186/s12937-015-0119-8
21. Zwierzchowska A, Grabara M, Palica D, Zając A. BMI and BAI as markers of obesity in Caucasian population. *Obes Facts*. 2013;6(6):507–511. doi:10.1159/000356402
22. Chang H, Simonsick EM, Ferrucci L, Cooper JA. Validation study of the body adiposity Index as a predictor of percent body fat in older individuals: Findings from the BLSA. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69(9):1069–1075. doi:10.1093/gerona/glt165
23. Johnson W, Chumlea WC, Czerwinski SA, et al. Concordance of the recently published body adiposity index with measured body fat percent in European-American adults. *Obesity (Silver Spring)*. 2012;20(4):900–903. doi:10.1038/oby.2011.346