



Wpływ sposobu szacowania powierzchni ciała wykorzystywanej do indeksowania masy lewej komory na częstość stwierdzenia jej przerostu

Impact of the method of estimating body surface area used to index the left ventricular mass on the frequency of its hypertrophy

Michał Sawicki¹, Piotr Nowak²

¹ Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. Szpitalna 37, 15-295 Białystok, e-mail: 39741@student.umb.edu.pl

² Zakład Radiologii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 24A, 15-276 Białystok, tel. +48 85 831 88 72, e-mail: piotr.nowak@umb.edu.pl

Streszczenie

Wprowadzenie: Powierzchnia ciała jest parametrem powszechnie używanym do indeksowania wymiarów sercowo-naczyniowych, jednak w zależności od sposobu jej szacowania może przyjmować różne wartości u jednego pacjenta. Te różnice potencjalnie mogą wpływać na rozpoznanie lub też nie zespołu chorobowego, ocenę jego progresji oraz podjęte decyzje kliniczne.

Cel: Celem analizy była ocena wpływu sposobu obliczania BSA na częstość stwierdzenia LVH na podstawie LVM obliczanego w oparciu o badanie echokardiograficzne.

Materiały i metody: Analizą objęto 200 badań echokardiograficznych wykonanych w Uniwersyteckim Szpitalu Klinicznym w Białymstoku. Badanie obejmowało dane metrykalne oraz wymiary LVEDD, IVT, PTW. Na podstawie LVEDD, IVT, PWT obliczona została LVM zgodnie z równaniem zaproponowanym przez American Society of Echocardiography. Na podstawie masy ciała i wzrostu obliczona została dla każdego z pacjentów wartość współczynnika BMI. Dla każdej osoby cierpiącej na nadwagę obliczono hipotetyczną najwyższą dopuszczalną masę ciała, natomiast dla osób z niedowagą – minimalną masę ciała stanowiącą wartość normatywną. Obie te wartości określone zostały jako masa ciała normalizowana. Na podstawie wzrostu i masy ciała obliczono wartości BSA. Obliczenia wartości BSA dokonano z wykorzystaniem trzech równań. Uzyskaną dla każdego pacjenta wartość LVM podzielono przez BSA, obliczone na trzy sposoby, z wykorzystaniem faktycznej masy ciała pacjenta, dając LVM_I , oraz masę ciała normalizowaną, dając LVM_{I_N} . Wartości LVM_I oraz LVM_{I_N} porównano z wartością referencyjną, za którą przyjęto $95g/m^2$ dla kobiet i $115g/m^2$ dla mężczyzn [12]. Zebrane dane poddano analizie statystycznej przy użyciu programu

Statistica 13.5. Przy wykonywaniu obliczeń statystycznych przyjęto poziom istotności $p = 0,05$.

Wyniki: Większą część badanej grupy (140; 70,00%) stanowili mężczyźni. Wartości BMI kobiet i mężczyzn objętych badaniem różniły się od siebie w sposób istotny statystycznie, przyjmując wyższe wartości w przypadku mężczyzn ($28,70 kg/m^2$ vs $26,80 kg/m^2$). Częstość występowania nadwagi u badanych kobiet była równa 73,33%, natomiast u mężczyzn 80,71%. Przeciętna wartość BSA oszacowana na podstawie równania Dubboisa wyniosła $1,95 m^2$, równania Haycock $1,99 m^2$, natomiast Fujimoto $1,90 m^2$. Oszacowane wartości LVM mieściły się w przedziale od 99,68 do 632,95 g z wartością średnią 283,79 g oraz wartością środkową równą 270,62 g. Wartości LVM_{I_N} pozwolił w zależności od sposobu szacowania BSA na stwierdzenie występowania LVH u 79,00-80,00% badanych, po poddaniu masy ciała normalizacji odsetek ten wzrósł do 84,50-87,50%. Wykazano istotną statystycznie różnicę pomiędzy częstością stwierdzeń LVH w zależności od sposobu szacowania BSA ($p < 0,001$), przy czym analiza post hoc wskazała, że nie występują istotne statystycznie różnice pomiędzy danymi w obszarze grupy wyników LVM_{I_N} i LVM_I , jednakże występują one pomiędzy tymi grupami nawet dla danych uzyskanych w oparciu o te same równania służące do estymacji BSA (we wszystkich przypadkach $p < 0,05$).

Wnioski: Sposób obliczania BSA nie wpłynął w sposób istotny statystycznie na częstość stwierdzenia LVH, jednakże na częstość jej diagnozowania istotnie wpłynął proces normalizacji masy ciała do wartości nieprzekraczających norm zalecanych przez WHO obliczonych na podstawie transformacji równania służącego do obliczania BMI.

Słowa kluczowe: powierzchnia ciała, otyłość, masa lewej komory, przerost lewej komory, echokardiografia

otrzymano / received:

05.09.2022

poprawiono / corrected:

07.09.2022

zaakceptowano / accepted:

10.10.2022



Abstract

Introduction: Body surface is a parameter commonly used to index cardiovascular dimensions, but depending on the way it is estimated, it can take different values in one patient. These differences can potentially affect the diagnosis or not of the syndrome, the assessment of its progression and the clinical decisions made.

Aim: The aim of the analysis was to assess the influence of BSA calculation on the frequency of LVH determination based on LVM calculated on echocardiographic examination.

Materials and methods: The analysis included 200 echocardiographic examinations performed in University Clinical Hospital in Białystok. The examination included metric data and dimensions of LVEDD, IVT, PTW. Based on LVEDD, IVT, PTW, LVM was calculated according to the equation proposed by the American Society of Echocardiography. Based on body weight and height, BMI was calculated for each patient. For each overweight patient a hypothetical maximum body weight was calculated, while for underweight patients the minimum body weight was calculated as a normative value. Both these values were defined as normalized body weight. Based on height and body weight BSA values were calculated. BSA values were calculated using three equations. The LVM value obtained for each patient was divided by BSA, calculated in three ways, using the patient's actual body weight to give LVMII and normalized body weight to give LVMIN. The LVMII and LVMIN values were compared with a reference value of 95 g/m² for women and 115 g/m² for men [12]. The collected data were analyzed statistically using Statistica 13.5. The statistical calculations were based on the significance level $p = 0.05$.

Results: The majority of the studied group (140; 70.00%) were men. BMI values of men and women included in the study differed significantly from each other, assuming higher values for men (28.70 kg/m² vs 26.80 kg/m²). The prevalence of overweight in the examined women was 73.33% and 80.71% in men. The average BSA value estimated on the basis of Dubois equation was 1.95 m², Haycock equation 1.99 m² and Fujimota 1.90 m². The estimated LVM values ranged from 99.68 to 632.95 g with an average value of 283.79 g and a middle value of 270.62 g. The LVMII values allowed, depending on the BSA estimation method, to determine the occurrence of LVH in 79.00-80.00% of the subjects, after the body weight normalization this percentage increased to 84.50-87.50%. There was a statistically significant difference between the frequency of LVH findings depending on how the BSA was estimated ($p < 0.001$), but post hoc analysis indicated that there are no statistically significant differences between the data in the LVMII and LVMIN results group, but they do occur between these groups even for data obtained from the same equation used to estimate BSA (in all cases $p < 0.05$).

Conclusions: The method of BSA calculation did not have a significant static influence on the frequency of LVH determination, however, the frequency of its diagnosis was significantly influenced by the process of normalization of body mass to values not exceeding the norms recommended by WHO calculated on the basis of transformation of the equation used to calculate BMI.

Key words: body surface area, obesity, left ventricular mass, left ventricular hypertrophy, echocardiography

Wprowadzenie

Według danych Światowej Organizacji Zdrowia WHO (*World Health Organization*) 65% ludności żyje w krajach, gdzie otyłość daje większe ryzyko śmierci niż niedowaga [1, 2]. Szacuje się, że stopień występowania otyłości na terenie Europy wynosi w przybliżeniu w przypadku mężczyzn 10-20% oraz 10-30% w przypadku kobiet [3]. Na podstawie wyników badania WOBASZ prowadzonego w latach 2003-2005 wnioskować możemy, że otyłość dotyczyła 21,2% mężczyzn i 22,4% kobiet zamieszkujących na terytorium Rzeczypospolitej [4]. Pomimo że wiele analiz wykazało występowanie związku pomiędzy zwiększeniem masy lewej komory LVM (Left Ventricular Mass) a otyłością, dokładna etiologia tego zjawiska pozostaje nadal nieustalona. Przypuszcza się, że zależność ta może być powiązana z występowaniem trzewnej tkanki tłuszczowej pomiędzy mięśniem sercowym a osierdziem trzewnym, określaną jako nasierdziowa tkanka tłuszczowa [5].

Mechanizmy wpływu nasierdziowej tkanki tłuszczowej na strukturę i czynność mięśnia sercowego obejmują powstawanie nacieków włóknisto-tłuszczowych w podserdziu oraz wydzielanie profibrotycznych adipocytokin o działaniu prozapalnym

i proksydacyjnym [6]. Adipocyty w odpowiedzi na działanie interleukiny-6 oraz kachektyny produkują białko C-reaktywne, stanowiące nieswoisty marker toczących się procesów zapalnych [7]. W związku z pojawieniem się reakcji zapalnej organizm wyzwała mechanizmy zapewniające dostęp glukozy koniecznej do zaspokojenia zwiększonego zapotrzebowania energetycznego układu odpornościowego, prowadząc do insulinooporności [8]. Upośledzenie wrażliwości organizmu na działanie insuliny wiąże się z kolei z aktywacją procesów miażdżycorodnych, prozakrzepowych i indukujących rozwój cukrzycy typu 2, które to stanowią czynniki indukujące przebudowę mięśnia lewej komory [9].

Ocena LVM jest ważnym narzędziem diagnostycznym i prognostycznym u pacjentów cierpiących na różnego rodzaju schorzenia serca [10]. Metoda szacowania LVM zaproponowana przez American Society of Echocardiography oparta jest na założeniu, że lewa komora LV (*Left Ventricle*) ma kształt wydłużonej elipsoidy. Odmienne podejście prezentuje metoda Teichholza, która zakłada, że średnica LV ulega powiększeniu wraz z przesuwaniami się wzdłuż jej osi długiej [10]. Określenie granic referencyjnych ułatwia spójne, jednolite, a zatem porównywalne przekazywanie wyników badań kardiologicznych wśród klinicystów



[11]. W przypadku LVM zgodnie z wytycznymi European Society of Cardiology i European Society of Hypertension wartości masy lewej komory indeksowane powierzchnią ciała większe od 115 g/m² w przypadku mężczyzn oraz większe od 95 g/m² w przypadku kobiet świadczą o przeroście lewej komory LVH (*Left Ventricular Hypertrophy*) [12].

Powszechnie wiadomym jest, że na wartości LVM, obliczonego na podstawie badania echokardiograficznego, wpływ mają wszelkie zmienne obecne na każdym z poszczególnych kroków jego szacowania [10]. Dodatkowy aspekt zmienności estymowanych wyników wynikać może z procesu indeksowania. Brak jest konsensusu w kwestii wyższości zastosowania BSA (*Body Surface Area*) nad bardziej złożonymi czynnikami allometrycznymi. Także brak jest jednoznacznego stanowiska odnośnie wyboru preferowanego sposobu obliczania powierzchni ciała [13, 14]. Ocena wpływu sposobu obliczania BSA na proces indeksowania masy lewej komory stała się przedmiotem niniejszego badania.

Cel

Celem analizy była ocena wpływu sposobu obliczania BSA na częstość stwierdzenia LVH na podstawie LVM obliczanej w oparciu o równanie zaproponowane przez American Society of Echocardiography.

Materiały i metody

Retrospektywnej analizie poddano 200 opisów badań echokardiograficznych wykonanych w Uniwersyteckim Szpitalu Klinicznym w Białymstoku w okresie od 2008 do 2012 roku. Badanie obejmowało dane metrykalne (wiek, płeć) oraz wzrost *H* (*height*) i wagę *W* (*weight*) pacjenta, a także wymiar końcoworozkurczowy lewej komory LVEDD (*left ventricular enddiastolic dimension*), grubość przegrody międzykomorowej IVT (*intraventricular septal thickness*) i tylnej ściany lewej komory (PWT) oraz frakcję wyrzutową lewej komory LVEF (*Left Ventricular Ejection Fraction*).

Na podstawie LVEDD, IVT, PWT obliczona została LVM zgodnie z równaniem zaproponowanym przez American Society of Echocardiography [15]:

$$LVM = 0,8 \left\{ 1,04 \cdot \left[(LVEDD + IVT + PWT)^3 - LVEDD^3 \right] \right\} + 0,6$$

Na podstawie masy ciała i wzrostu obliczona została dla każdego z pacjentów wartość współczynnika indeksu masy ciała (BMI, *body mass index*) zgodnie z równaniem:

$$BMI = \frac{W}{H^2}$$

Uzyskane wartości współczynnika BMI przyporządkowano do trzech grup, w których wartości z przedziału 18,5-24,99 kg/m² przyjęto za wartości normalne. Wartości niższe uznano za świadczące o niedowadze, natomiast wyższe – o nadwadze [16].

Dla każdej osoby cierpiącej na nadwagę obliczona została hipotetyczna najwyższa dopuszczalna masa ciała, natomiast dla osób z niedowagą minimalna masa ciała stanowiąca wartość

normatywną. Obie te wartości określone zostały jako masa ciała normalizowana.

Na podstawie wzrostu i masy ciała obliczona została dla każdego pacjenta powierzchnia ciała BSA (*Body Surface Area*). Obliczenia wartości BSA dokonano z wykorzystaniem trzech równań [17, 18, 19]:

$$BSA_{Dubbois} = 0,007184 \cdot H^{0,725} \cdot W^{0,425} \quad (1)$$

$$BSA_{Haycock} = 0,024265 \cdot H^{0,3964} \cdot W^{0,5378} \quad (2)$$

$$BSA_{Fujimoto} = 0,008883 \cdot H^{0,663} \cdot W^{0,444} \quad (3)$$

Uzyskaną dla każdego pacjenta wartość LVM podzielono przez BSA, obliczone na trzy powyższe sposoby, z wykorzystaniem faktycznej masy ciała pacjenta, pozwalając na uzyskanie masy lewej komory indeksowane liniowym BSA LVMI_L (*Left Ventricular Mass Index to Linear BSA*) oraz masą ciała normalizowaną, dając normalizowaną indeksowaną masę lewej komory LVMI_N (*Left Ventricular Mass Indexed to Normalized BSA*).

Wartości LVMI_L oraz LVMI_N porównano z wartością referencyjną, za którą przyjęto 95 g/m² dla kobiet i 115 g/m² dla mężczyzn [12].

Zebrane dane poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 13.5. Dla zmiennych mierzalnych obliczono miary rozkładu, natomiast dla zmiennych nominalnych frakcję oraz częstości występowania. Zgodność rozkładu z rozkładem normalnym sprawdzono przy użyciu testu Shapiro-Wilka. Celem ustalenia zależności między zmiennymi nominalnymi wykonano test chi². W przypadkach, w których nie zostały spełnione założenia testu, korzystano z poprawki Yatesa. Do porównania dwóch grup niezależnych, w zależności od rozkładu zmiennych, wykorzystano test U Manna-Whitneya lub t-Studenta klasyczny, natomiast do porównania wielu grup niezależnych, w zależności od zgodności rozkładu z rozkładem normalnym, zastosowano test ANOVA lub Kruskala-Willisa. Aby sprawdzić korelację między dwiema zmiennymi ilościowymi, w zależności od rozkładu zmiennych, wykorzystano test rang Spearmana lub rang Pearsona. Celem sprawdzenia zależności między parami zmiennych zależnych wykonano test par Wilcoxon lub test t-Studenta dla par. Aby porównać wiele prób zmiennych zależnych przedstawionych na skali ilościowej, wykonano test rang Friedmana, w przypadku wystąpienia istotnej statystycznie zależności przeprowadzono analizę post hoc celem doprecyzowania zależności. Przy wykonywaniu obliczeń statystycznych przyjęto poziom istotności p = 0,05.

Wyniki

Większą część badanej grupy (140; 70,00%) stanowili mężczyźni. Wiek badanych mieścił się w przedziale od 33,00 do 87,00 lat ze średnią wartością równą 65,09 lat przy odchyleniu standardowym równym 11,28 lat. Szczegółowe dane dotyczące wieku, wzrostu, masy ciała oraz wskaźnika BMI u mężczyzn i kobiet z badanej grupy przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1** Analiza wartości wieku, wzrostu, masy ciała, BSA u kobiet i mężczyzn objętych badaniem

Zmienna	Wartość*		Wartość-p
	Mężczyźni	Kobiety	
Wiek [lata]	63,18 ± 11,47 (33,00-85,00); 65,00	69,53 ± 9,51 (36,00-87,00); 71,00	< 0,001
Wzrost [cm]	173,46 ± 8,35 (141,00-190,00); 173,46	161,83 ± 5,53 (150,00-173,00); 162,00	< 0,001
Masa ciała [kg]	88,03 ± 17,24 (50,00-156,00); 87,50	70,55 ± 12,04 (46,00-95,00); 70,00	< 0,001
BMI [kg/m ²]	29,28 ± 5,45 (17,30-49,24); 28,70	27,00 ± 4,70 (18,43-40,00); 26,80	< 0,001

* Średnia ± odchylenie standardowe (wzrost); mediana

Źródło: Opracowanie własne.

Analiza wartości BMI pozwoliła na stwierdzenie występowania niedowagi u 2 (1,00%) badanych, wagi prawidłowej u 41 (20,50%) pacjentów, natomiast nadwagi u 157 (78,50%) osób objętych analizą. Nie wykazano istotnej statystycznie różnicy w procentowym udziale osób między kobietami a mężczyznami w grupie osób z niedowagą (1,67% vs. 0,71%), nadwagą (73,33% vs. 80,71%) i wagą w granicach normy (25,00% vs. 18,57%).

Średnia wartość BSA obliczana z wykorzystaniem wzoru zaproponowanego przez D. Du Bois i E.F. Du Bois z wykorzystaniem natywnej masy ciała pacjenta wyniosła 1,94 m² przy odchyleniu standardowym równym 0,22 m², natomiast wartości te przy wykorzystaniu normalizowanej masy ciała było odpowiednio równe 1,69 i 0,33m². Szczegółową analizę wartości BSA oszacowanych z wykorzystaniem wzorów zaproponowanych przez różnych autorów przedstawiono w tabeli 2.

Przeciętne wartości BSA obliczone z wykorzystaniem jednego wzoru z wykorzystaniem właściwej masy ciała pacjenta oraz

Tabela 2 Wybrane miary rozkładu i rozrzutu wartości BSA

Zmienna	Wartość [m ²]*						
	Śr.	Me	Q ₁	Q ₃	Min.	Max.	SD
Wartości obliczane na podstawie faktycznej masy ciała							
BSA _{Dubois}	1,94	1,95	1,78	2,07	1,44	2,63	0,22
BSA _{Haycock}	1,99	1,99	1,83	2,12	1,42	2,86	0,25
BSA _{Fujimota}	1,89	1,90	1,75	2,01	1,39	2,60	0,22
Wartości obliczane na podstawie normalizowanej masy ciała							
BSA _{Dubois}	1,69	1,80	1,55	1,92	0,99	2,19	0,33
BSA _{Haycock}	1,68	1,82	1,58	1,94	0,88	2,19	0,38
BSA _{Fujimota}	1,64	1,76	1,52	1,87	0,95	2,13	0,33

* Śr. – średnia, Me – mediana, Q₁ – kwartyl dolny, Q₃ – kwartyl górny, Min. – wartość minimalna, Max. – wartość maksymalna, SD – odchylenie standardowe, wiel. – moda wielokrotna

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3 Wybrane parametry echokardiograficzne lewej komory

Zmienna	Wartość*						
	Śr.	Me	Q ₁	Q ₃	Min.	Max.	SD
LVEDD [mm]	50,67	49,00	45,00	55,00	20,00	73,00	8,46
PWT [mm]	12,93	13,00	12,00	14,00	8,00	21,00	1,91
IVT [mm]	13,74	13,00	12,00	15,00	10,00	28,00	2,44
LVEF [%]	56,42	57,50	55,00	60,00	20,00	80,00	9,13
LVM [g]	283,79	270,62	213,53	345,79	99,68	632,95	91,37

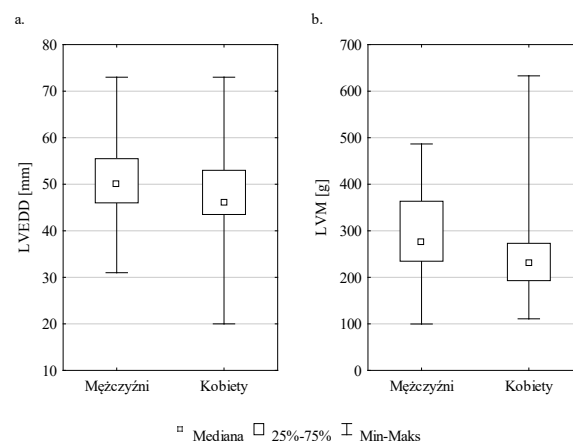
* Śr. – średnia, Me – mediana, Q₁ – kwartyl dolny, Q₃ – kwartyl górny, Min. – wartość minimalna, Max. – wartość maksymalna, SD – odchylenie standardowe, wiel. – moda wielokrotna

Źródło: Opracowanie własne.

masy ciała normalizowanej różniły się od siebie w sposób istotny statystycznie (w przypadkach wszystkich wzorów p < 0,001).

Frakcja wyrzutowa lewej komory u osób objętych analizą mieściła się w przedziale od 20,00 do 80,00%. Szczegółową analizę wartości LVEDD, PWT, IVT, LVEF i LVM przedstawiono w tabeli 3.

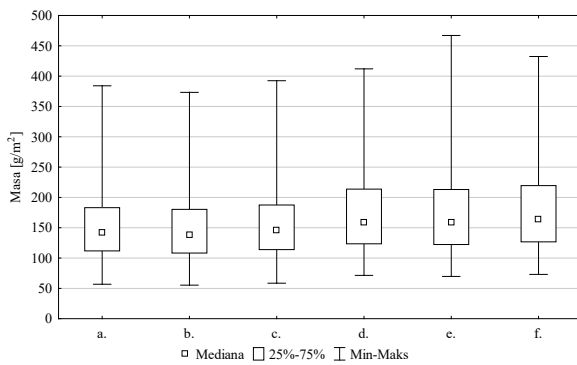
Płeć wpływała w sposób istotny statystycznie na LVEDD (p < 0,001) oraz na LVM (p = 0,001), szczegółową analizę zależności przedstawiono na rycinie 1. Płeć nie wpływała w sposób istotny statystycznie na wymiar PWT, IVT i LVEF (wartości poziomu istotności statystycznej odpowiednio p = 0,180, p = 0,441 i p = 0,188).

**Ryc. 1** Wykres ramka wąsy: a. płeć a LVEDD, b. płeć a LVEF

Źródło: Opracowanie własne.

Wykazano występowanie istotnej statystycznie (p = 0,002) dodatniej korelacji o niewielkiej sile pomiędzy wymiarem LVEDD a wzrostem pacjentów (r = 0,222) oraz pomiędzy LVEDD a masą ciała normalizowaną (r = 0,169). Nie wykazano występowania istotnego statystycznie związku pomiędzy żadnym z analizowanych wymiarów serca a masą ciała pacjenta oraz BMI (we wszystkich wypadkach p > 0,05). Dla nieokreślonych zależności pomiędzy wzrostem i masą ciała normalizowaną a analizowanymi parametrami nie wykazano istotności statystycznej (we wszystkich przypadkach p > 0,05).

Średnia wartość LVM indeksowanej właściwą masą ciała pacjenta (LVMI) obliczaną na podstawie równania Dubois wyniosła 148,01 g/m² przy odchyleniu standardowym równym 49,64 g/m² i wartości środkowej równej 142,14 g/m². Wartości te przy zastosowaniu indeksacji za pomocą powierzchni ciała obliczanej na podstawie równania Dubois z wykorzystaniem masy ciała normalizowanej wyniosły odpowiednio 175,36 g/m², 68,86 g/m² i 159,08 g/m². Szczegółowe dane dotyczące miar rozkładu wartości LVM indeksowanego na różne sposoby przedstawiono na rycinie 2. Analiza statystyczna wykazała występowanie istotnej różnicy (p < 0,001) pomiędzy wartościami indeksowanego LVM w zależności od sposobu szacowania wartości, szczegółowe dane z analizy post hoc zmiennych przedstawiono w tabeli 4.



Ryc. 2 Miary rozkładu masy mięśnia lewej komory

Gdzie: a. LVM_L obliczone na podstawie BSA ze wzoru Dubboisa, b. LVM_L obliczone na podstawie BSA ze wzoru Haycocka, c. LVM_L obliczone na podstawie BSA ze wzoru Fujimota, d. LVM_N obliczone na podstawie BSA ze wzoru Dubboisa, e. LVM_N obliczone na podstawie BSA ze wzoru Haycocka, f. LVM_N obliczone na podstawie BSA ze wzoru Fujimota

Źródło: Opracowanie własne.

Analiza wartości LVM_L indeksowanych za pomocą BSA, obliczonych ze wzoru Dubboisa z wykorzystaniem właściwej masy ciała pacjenta pozwoliło na stwierdzenie występowania przerostu u 121 (60,50%) pacjentów. Szczegółowe dane dotyczące częstości stwierdzenia przerostu lewej komory w zależności od sposobu obliczania LVM indeksowanej BSA przedstawiono w tabeli 5.

Analiza statystyczna wykazała występowanie istotnych statystycznie różnic pomiędzy częstością stwierdzenia LVH w zależności od sposobu indeksowania LVM ($p < 0,001$). Szczegółową analizę post hoc przedstawiono w tabeli 6.

Dyskusja

Od dawna wiadomym jest, że masa lewej komory wykazuje korelację ze wzrostem i masą ciała pacjenta. Według aktualnych wytycznych Amerykańskiego Towarzystwa Echokardiograficznego i Europejskiego Towarzystwa Obrazowania Sercowo-Naczyniowego zalecane jest przeprowadzanie indeksowania LVM powierzchnią ciała, estymowaną z równań opartych o wzrost i masę ciała. U pacjentów z wagą w granicach normy sprawa jest dość prosta, kontrowersje budzi natomiast sytuacja, gdy waga odbiega od przyjętych norm [20]. W badaniu de Simone i wsp. częstość występowania LVH u osób z nadciśnieniem o wadze w granicach normy oszacowana została na 5,6% przy bezwzględnej ocenie masy lewej komory, natomiast przy zastosowaniu indeksowania LVM BSA wartość ta wzrosła do 11,7%, w przypadku pacjentów otyłych wartości te wyniosły odpowiednio 9,5 i 48,4% [21]. W sprzeczności z opinią Amerykańskiego Towarzystwa Echokardiografii i Europejskiego Towarzystwa Obrazowania Sercowo-Naczyniowego stoją wnioski Framingham Heart Study, które zalecają stosowanie indeksowania LVM u pacjentów otyłych samym wzrostem jako czynnika wykluczającego ryzyko niedoszacowania wymiarów lewej komory w związku ze sposobem szacowania powierzchni ciała [22]. W badaniu własnym w celu określenia wpływu otyłości na niedoszacowanie częstości występowania LVH zastosowano do indeksowania

Tabela 4 Analiza post hoc – porównanie wartości LVM_L i LVM_N w zależności od sposobu obliczania BSA. Za istotne uznano wartości $> 0,549$ (oznaczone kolorem czerwonym)

Zmienna	LVM_L			LVM_N			
	Dubbois	Haycock	Fujimota	Dubbois	Haycock	Fujimota	
LVM_L	Dubbois	---	0,835	1,390	2,665	2,150	3,810
	Haycock	0,835	---	2,225	3,500	2,985	4,645
	Fujimota	1,390	2,225	---	1,275	0,760	2,420
LVM_N	Dubbois	2,665	3,500	1,275	---	0,515	1,145
	Haycock	2,150	2,985	0,760	0,515	---	1,660
	Fujimota	3,810	4,645	2,420	1,145	1,660	---

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 5 Częstość stwierdzenia przerostu lewej komory w zależności od sposobu indeksowania jej masy

Sposób indeksowania	Równanie BSA	Częstość	Procent
LVM_L	Dubbois	158	79,00
	Haycock	154	77,00
	Fujimota	160	80,00
LVM_N	Dubbois	169	84,50
	Haycock	169	84,50
	Fujimota	175	87,50

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 6 Analiza post hoc częstości stwierdzenia LVH w zależności od metodologii obliczania indeksowanej LVM

Zmienna	LVM_L			LVM_N			
	Dubbois	Haycock	Fujimota	Dubbois	Haycock	Fujimota	
LVM_L	Dubbois	-	1,00	1,00	0,008	0,008	< 0,001
	Haycock	1,00	-	0,879	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	Fujimota	1,00	0,879	-	0,684	0,684	< 0,001
LVM_N	Dubbois	0,008	< 0,001	0,684	-	0,684	0,879
	Haycock	0,008	< 0,001	0,684	0,684	-	0,879
	Fujimota	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,879	0,0879	-

Źródło: Opracowanie własne.

masy lewej komory oprócz klasycznie obliczanego BSA (z wykorzystaniem właściwej masy ciała pacjenta) w przypadku pacjentów otyłych BSA, obliczane z wykorzystaniem maksymalnej normatywnej masy ciała wynikającej z równania służącego szacowaniu BMI. Podejście to oparte zostało o założenie, że otyłość stanowi stan patologiczny.

Metabolicznie zdrowa otyłość jest terminem nieposiadającym sprecyzowanej definicji, jednak w większości badań stosowanymi kryteriami diagnostycznymi jest BMI większe lub równe 30 kg/m², brak zaburzeń profilu lipidowego, występowanie wartości glukozy mierzonej we krwi na czczo w granicach przyjętych norm, prawidłowe ciśnienie tętnicze, brak leczenia farmakologicznego dyslipidemii, nadciśnienia oraz cukrzycy, a także brak objawów wskazujących na występowanie chorób układu sercowo-naczyniowego [23]. Hinnouho i wsp. Oszacowali, że 9-41% otyłych objętych badaniem stanowiły osoby zdrowe metabolicznie [24]. Dane pochodzące z Chin wskazują natomiast na występowanie otyłości zdrowej metabolicznie MHO (*Metabolically Healthy Obesity*) u 4,2% osób otyłych przy częstości występowania zwiększenia BMI na poziomie 24,3% [23]. Zastosowana normalizacja BSA w materiale własnym wpłynęła w sposób



istotny statystycznie na zwiększenie częstości stwierdzenia LVH w porównaniu ze standardowym sposobem obliczania BSA. Za słuszością traktowania otyłości jako stanu patologicznego przemawia też fakt zmniejszenia LVM i regresja LVH u pacjentów leczonych bariatrycznie po spadku masy ciała [25]. Przy czym istotnym jest, aby sam spadek masy ciała był spowodowany nie tylko zmniejszeniem podaży kalorii, ale również aktywnością fizyczną. Wiadomym powszechnie jest, że utracie masy tkanki tłuszczowej u osób nieprowadzących aktywności fizycznej i nie stosujących diety szczególnie bogatej w białko towarzyszy utrata masy mięśniowej, która u osób leczonych bariatrycznie może sięgać nawet jednej czwartej utraconej wagi [26]. Zwiększeniu aktywności fizycznej towarzyszy także zwiększenie wydolności sercowo-oddechowej, które prowadzi z kolei do zmniejszenia ryzyka wystąpienia chorób układu sercowo-naczyniowego [27].

W materiale własnym częstość występowania zaburzeń wagi określona została w oparciu o analizę wartości BMI. Problematyczność stosowania wskaźnika BMI wynika z braku możliwości zróżnicowania beztłuszczowej masy ciała i masy tkanki tłuszczowej, co sprowadzić możemy do dwóch skrajnie odmiennych sytuacji – osoby o jednakowym BMI mogą mieć niską masę tłuszczową i wysoki poziom tkanki mięśniowej lub odwrotnie – wysoki poziom tkanki tłuszczowej przy niskim komponente masy mięśniowej. Z punktu widzenia anatomiczno-metabolicznego sformułowanie otyłość powinno mieć zastosowanie tylko do drugiej ze wspomnianych wyżej sytuacji. Dodatkowo wskaźnik BMI nie pozwala na określenie poziomu trzewnej tkanki tłuszczowej, której to wzrost poziomu koreluje dodatnio ze wzrostem ryzyka śmiertelności. Rogesrs i wsp. Ustalili, że BSA i BMI wykazują dodatnią korelację z LVM, podczas gdy poziom tkanki tłuszczowej – ujemną [26].

Równanie braci Du Bois stanowi jedno z najczęściej stosowanych wzorów matematycznych do obliczania powierzchni ciała, pomimo że zostało ono opracowane z zastosowaniem próby badanej liczącej zaledwie 9 osób [28]. Looney i wsp. analizą objęli 6068 (1986 kobiet i 4082 mężczyzn) żołnierzy Armii Stanów Zjednoczonych. Grupa pod kierownictwem Lonney porównała wartości powierzchni ciała obliczone w oparciu o trójwymiarowy skan wykonany przy użyciu niskoenergetycznego światła podczerwonego z BSA oszacowanym przy użyciu 15 równań podawanych w literaturze, w tym autorstwa Du Bois, Fujimoto i Haycocka, które zostały wykorzystane również w opracowaniu własnym. Analiza wskazała, że równanie braci Du Bois tuż obok równania Yu i wsp. wykazują najlepszą korelację z danymi zebranymi przy pomocy skanera 3D [29]. Analiza materiału własnego nie wykazała występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy BSA obliczonymi przy pomocy różnych równań, w przeciwieństwie do badania Lonney, w którym wyniki uzyskane przy użyciu poszczególnych równań dawały wyniki zbieżne w zmiennym stopniu z wartością uzyskaną przy użyciu skanera 3D [29]. Villa i wsp. przeprowadzili podobne badanie do tego realizowanego przez Lonney i wsp., jednak zamiast trójwymiarowego skanera wykorzystali rekonstrukcję trójwymiarowej tomografii


komputerowej całego ciała. Grupa pod kierownictwem Villa wykazała, że w przypadku mężczyzn otyłych równanie Du Bois może dawać zaniżone wyniki przy jednocześnie bardzo wysokiej spójności pomiarów w grupie pacjentów o wadze w granicach normy. BSA pacjentów z przytoczonego badania w zależności od sposobu jego szacowania wynosiło średnio 1,78-1,8,74 m², czyli niewiele mniej niż w przypadku analizy własnej (1,89-1,94 m²) [28]. Verbraecken i wsp. wskazują na występowanie zaniżenia wartości BSA obliczanego z wykorzystaniem równania Du Bois względem równania Mostellera o 2,74% w grupie otyłych mężczyzn i aż 4,47% w grupie otyłych kobiet, sugeruje to występowanie analogicznego niedoszacowania w opracowaniu własnym [30]. Idea skalowania proporcjonalnego zakłada występowanie liniowej zależności pomiędzy wymiarami sercowo-naczyniowymi a zmiennymi stanowiącymi wymiary ciała. Jednakże występowanie prostych liniowych zależności jest negowane w toku badań empirycznych. Dodatkowo LVM estymowana jest z równania trójwymiarowego. Korelacja zmiennej trójwymiarowej ze zmienną dwuwymiarową, jaką jest BSA, skutkuje występowaniem niezgodności pomiędzy geometrią dwóch zmiennych [31].

Literatura sugeruje możliwość zastosowania do indeksowania LVM wzrostu podniesionego wykładniczo do określonej potęgi jako czynnika wykluczającego wpływ masy ciała na wartość indeksowaną. Wyniki badania Framingham Heart Study wskazują na słuszość zastosowania wykładnika równego 2,7, podczas gdy wyniki badania Asclepios sugerują stosowanie wartości na poziomie 1,7, a więc znacząco mniejszej [31]. W badaniu Strong Heart Study częstość występowania LVH przy zastosowaniu indeksowania LVM wzrostem podnoszonym wykładniczo do potęgi 2,13 wyniosła 17,5%, przy zmianie wykładnika na 2,7 wartość wzrosła do 19,5%, natomiast przy indeksowaniu wymiaru LVM BSA częstość występowania LVH wyniosła zaledwie 5,8%, a BSA podniesionego do potęgi 1,5-6,8%. W badaniu Strong Heart Study odsetek osób otyłych wyniósł 55,6% [32]. Bluemke i wsp. zauważają, że wykładnicze indeksowanie LVM podniesione do potęgi 1,9 nie znosi całkowicie wpływu płci na otrzymaną wartość, z czym pozostają w sprzeczności wyniki badania Chirinos i wsp. Grupa pod kierownictwem Chirinos wskazuje również, że w świetle prowadzonych przez nich analiz wzrost podniesiony do potęgi 1,7 jako czynnik indeksujący całkowicie znosi wpływ płci i czynnika etnicznego na otrzymane wartości [33]. Warto też zauważyć, że czynnikiem wykluczającym pacjenta z udziału w badaniu Asclepios była nadwaga [31].

Jeszcze inne podejście zakłada zastosowanie pomiarów antropometrycznych do indeksowania wymiarów sercowo-naczyniowych [31]. W przypadku LVM wielu autorów wskazuje na użyteczność beztłuszczowej masy ciała jako czynnika indeksującego. Szeroko stosowanymi metodami do określenia składu ciała są dwuenergetyczna absorpcyjometria rentgenowska DEXA (*Dual Energy X-ray Absorptiometry*) oraz analiza impedancji bioelektrycznej BIA (*Bioelectrical Impedance Analysis*). DEXA uznawana jest powszechnie za metodę referencyjną oceny składu masy ciała w badaniach klinicznych, podczas gdy BIA znajduje



szerokie zastosowanie w badaniach epidemiologicznych [34]. Pomiar BIA odbywać się może na kilka sposobów. Starsze systemy oparte były i przesyłane przez ciało niskonapięciowego prądu o jednej częstotliwości w celu obliczenia wartości oporności elektrycznej ciała, która jest zależna przede wszystkim od całkowitej zawartości wody w organizmie. Zmierzona wartość przedstawiana była do równań prognostycznych zawierających także takie zmienne, jak wiek, płeć, wzrost czy masa ciała. Równania prognostyczne opracowane zostały na pewnej reprezentatywnej grupie osób, a więc ich stosowanie w przypadku pacjentów odbiegających znacznie od wzorca lub pochodzących z odmiennej np. grupy etnicznej niż populacja walidowana prowadzi do uzyskania nieprecyzyjnych wyników, a także ich błędnej interpretacji. Nowsze rozwiązania opierają się na stosowaniu pomiaru impedancji przy zastosowaniu prądu o niskim napięciu i zmiennej częstotliwości. Pomiar z zastosowaniem zmiennej częstotliwości umożliwia określenie ilości wody zewnątrzkomórkowej, wewnątrzkomórkowej oraz kąta fazowego [35]. Wartość kąta fazowego wykazuje ujemną korelację z wiekiem, ogólnym pogrożeniem, a dodatnią – ze wzrostem wolnej tkanki tłuszczowej [34, 35]. Zaletą stosowania kąta fazowego jest to, że obliczany jest on z funkcji trygonometrycznej współczynnika reakcji do rezystancji, a więc z pominięciem równania prognostycznego. Według Wingo i wsp. metody pomiaru składu masy ciała – BIA i DEXA – wykazują korelację, jednak metoda BIA wykazuje tendencję do przeszacowania wartości beztłuszczowej tkanki ciała (średnia różnica 5,58 kg przy $p < 0,001$) w obszarze tułowia i ramion (średnia różnica 0,97 kg przy $p < 0,001$) oraz zawyżenia poziomu tkanki tłuszczowej w obszarze nóg (średnia różnica 1,94 kg przy $p < 0,001$) i rąk 0,42 kg przy $p < 0,001$) [36]. Wyniki badania grupy pod kierownictwem Achamrah wskazują na większą zgodność pomiędzy DEXA i BIA w szacowaniu ilości masy tłuszczowej niż beztłuszczowej. Naukowcy wykazali także, że BIA miało tendencje do zniżania masy tłuszczowej i zawyżania masy beztłuszczowej dla pacjentów o BMI większym od 40 kg/m^2 i mniejszym od $18,5 \text{ kg/m}^2$. Wartości obydwu wskaźników w badaniu Achamrah w grupie pacjentów o BMI w granicach cechowały się większą zbieżnością [35]. Literatura wskazuje na możliwość zastosowania beztłuszczowej masy ciała do indeksowania wymiarów sercowo-naczyniowych. Gona i wsp. wskazują na lepszą korelację masy beztłuszczowej ciała niż BMI z LVM [37]. Stosowanie w codziennej praktyce klinicznej beztłuszczowej masy ciała do indeksowania masy lewej komory jest wysoce niepraktyczne i w związku z wykonaniem dodatkowego badania wiąże się z wydłużeniem procesu diagnostycznego.

- Nadwaga występowała u ponad 7 na każde 10 badanych kobiet oraz u ponad 8 na każdym 10 mężczyzn objętych analizą.
- Znormalizowanie wartości masy ciała służącej do obliczenia powierzchni ciała skutkowało zwiększeniem częstości stwierdzenia LVH indeksowanego powierzchnią ciała o 5,5-7,5 punktu procentowego względem LVH obliczane w oparciu o powierzchnię ciała obliczaną standardowo.
- Zastosowanie norm bezwzględnych oraz indeksowanie masy lewej komory wartością BSA u osób otyłych może prowadzić do błędnego rozpoznania lub nierozpoznania LVH. Literatura wskazuje na możliwość indeksowania wymiarów sercowo-naczyniowych u tej grupy osób samym wzrostem, pomijając komponentę masy ciała, lub beztłuszczową masą ciała szacowaną w oparciu o pomiary wykonane wagą impedancyjną lub densytometrem, co z kolei jest niepraktyczne, nieekonomiczne i prowadzi do znacznego wydłużenia procesu diagnostycznego. 

Piśmiennictwo

1. G. Piechota, P. Kalinowski, I. Karwat: *Otyłość – epidemia o zasięgu światowym*, Nowiny Lekarskie, 77(2), 2008, 158-161.
2. M. Jarosz, E. Rychlik: *Otyłość wyzwaniem zdrowotnym i cywilizacyjnym*, Postępy Nauk Medycznych, 24(9), 2011, 712-717.
3. F. Branca, H. Nikogosian, T. Lobstein (red.): *The challenge of obesity in the WHO European Region and the Strategies for response*, World Health Organisation, Copenhagen 2007.
4. M. Mikoś, M. Mikoś, H. Mikoś, M. Obara-Moszczyńska, M. Niedziela: *Nadwaga i otyłość u dzieci i młodzieży*, Nowiny Lekarskie, 79(5), 2010, 397-402.
5. M.J. Bakkum, I. Danad, M.A.J. Romijn, W.J.A. Struijffzand, R.M. Leonora, I.I. Tulevski, G.A. Somsen, A.A. Lammertsma, C. van Kuijk, A.C. Rossum, P.G. Rajmakers, P. Knaapen: *The impact of obesity on the relationship between epicardial adipose tissue, left ventricular mass and coronary microvascular function*, European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 42(10), 2015, 1562-1573.
6. J. Manico, D. Azevado, M. Fragao-Masrques, I. Falcon-Pires, A. Leite-Moreira, N. Lunet, R. Fontes-Carvalho, N. Bettencourt: *Meta-Analysis of Relation of Epicardial Adipose Tissue Volume to Left Atrial Dilatation and to Left Ventricular Hypertrophy and Functions*, The American Journal of Cardiology, 123(3), 2019, 523-531.
7. S.D. de Feranti, J. Steinberger, R. Ameduri, A. Baker, H. Godding, A.S. Kelly, M. Mietus-Snyder, M.M. Mitsnefes, A.L. Peterson, J. St-Pierre, E.M. Urbina, J.P. Zachariah, A.N. Zaidi: *Cardiovascular Risk Reduction in High-Risk Pediatric Patients: A Scientific Statement From the American Heart Association*, Circulation, 139(13), 2019, e603-e634.
8. K. Bergmann, K. Olender, G. Odrowąż-Sypniewska: *Rola otyłości i stanu zapalnego w cukrzycy typu 2 – znane fakty, nowe kontrowersje*, Diagnostyka Laboratoryjna, 48(3), 2012, 313-322.
9. W. Cichy (red.): *Podstawy endokrynologii wieku rozwojowego*, ZWL, Warszawa 1999.
10. C.E. Barbier, L. Johansson, L. Lind, H. Ahlström, T. Bjerner: *Several sources of error in estimation of left ventricular mass with M-mode echocardiography in elderly subjects*, Upsala Journal of Medical Sciences, 116(4), 2011, 258-264.
11. P.S. Wild, C.R. Sinning, A. Roth, S. Wilde, R.B. Schnabel, E. Lubos, T. Zeller, T. Keller, K.J. Lackner, M. Blettner, R.S. Vasani, T. Münzel, S. Blankenbiller: *Distribution and Categorization of Left Ventricular Measurements in the General Population: Results From the Population-Based Gutenberg Heart Study*, Circulation: Cardiovascular Imaging, 3(5), 2010, 604-613.

Wnioski

- Powierzchnie ciała obliczone przy pomocy trzech równań objętych analizą dawały zbieżne wyniki, a co za tym idzie – brakiem istotnej statystycznie różnicy cechowały się wartości masy lewej komory indeksowane przy użyciu powierzchni ciała obliczanych w oparciu o nie.

12. B. Williams, G. Mancía, W. Spierging, E.A. Rosei, M. Azizi, M. Burrier, D.L. Clement, A. Coco, G. de Simone, A. Dominiczak, T. Kahan, F. mohfoud, J. Redon, L. Ruilope, A. Zachetti, M. Kerns, S.E. Kjeldsen, R. Kreutz, S. Laurent, G.Y.H. Lip, R. McMancus, K. Narkiewicz, F. Ruschitzka, R.E. Schmiedr, E. Shlyakhto, C. Tsiofufis, V. Aboyans, I. Desormais: *2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH)*, European Heart Journal, 39(33), 2018, 3021-3104.
13. M.R. Del Bone, G. Barlatta, F. Venditti, C. Di Mario, C. Blanzola, P. Stefàno: *Left Ventricular mass regression after aortic valve replacement: Sex differences or Effect of different methods of indentation*, Echocardiography, 36(2), 2019, 219-228.
14. M. Korre, L. Guilherme, A. Farioli, J. Yang, D.C. Christiani, C.A. Christophi, D.A. Lombardi, R.J. Lombardi, R.J. Kovacs, R. Mastouri, S. Abbasi, M. Steiger, S. Moffatt, D. Smith, S.N. Kales: *Effect of body Mass Index of left ventricular mass in career male firefighters*, The American Journal of Cardiology, 118(11), 2016, 1769-1773.
15. H.Y. Seo, S.P. Lee, J.B. Park, J.M. Lee, E.A. Park, S.A. Chang, H.K. Kim, S.J. Park, W. Lee, Y.J. Kim, S.C. Lee, S.W. Park, D.W. Sohn, Y.H. Choe: *Discrepancies in Left Ventricular Mass Calculation Based on Echocardiography and Cardiovascular Magnetic Resonance Measurements in Patients with Left Ventricular Hypertrophy*, J Am Soc Echocardiogr, 28(10), 2015, 1194-1203.
16. F.X. Pi-Sunyer: *Obesity: criterial and classification*, Proceeding of the Nutrition Society, 59(4), 2000, 505-509.
17. D. Du Bois, E.F. Du Bois: *A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known*, Archives of Internal Medicine, 17(6), 1916, 863-871.
18. G.B. Haycock, G.J. Schwartz, D.H. Wisotsky: *Geometric method for measuring body surface area: A height-weight formula validated in infants, children and adults*, J Pediatr, 93(1), 1978, 62-66.
19. S. Fujimoto, T. Watanabe, A. Sakamoto, K. Yukawa, K. Morimoto: *Studies on the physical surface area of Japanese. 18. Calculation formulae in three stages over all ages*, Nippon Eisegaku Zasshi, 5, 1968, 443-450.
20. M.H. Stewart, C.J. Lavie, S. Shah, J. Englert, Y. Gilliland, S. Qamruddin, H. Dinshaw, M. Cash, H. Ventura, R. Milani: *Prognostic Implications of Left Ventricular Hypertrophy*, Progress in Cardiovascular Diseases, 61(5-6), 2018, 446-455.
21. A.J. Woodiwiss, G.R. Norton: *Obesity and Left Ventricular Hypertrophy: The Hypertension Connection*, Curr Hypertens Rep., 17, 2015, 28.
22. G. de Simone, R.B. Devereux, A.P. Maggioni, Massimo G.O. de Divitiis, P. Verdecchia: *Different Normalizations for Body Size and Population Attributable Risk of Left Ventricular Hypertrophy: The MAVI Study*, American Journal of Hypertension, 18(10), 2005, 1288-1293.
23. M. Blüher, *Metabolically Healthy Obesity*, Endocrine Reviews, 41(3), 2020, 405-420.
24. G.M. Hinnouho, S. Czernichow, A. Dugravot, G.D. Batty, M. Kivimaki, A. Singh-Manoux: *Metabolically healthy obesity and risk of mortality: does the definition of metabolic health matter?*, Diabetes Care, 36(8), 2013, 2294-2230.
25. M. Singh, A. Sethi, A.K. Mishra, N.K. Subrayappa, D.D. Stapleton, P.A. Pellikka: *Echocardiographic Imaging Challenges in Obesity: Guideline Recommendations and Limitations of Adjusting to Body Size*, J Am Heart Assoc., 21, 9(2), 2020, e014609.
26. R.J. Rogers, E.B. Schelbert, W. Lang, Y. Fridman, N. Yuan, J.M. Jankovic: *Association of fitness and body fatness with left ventricular mass: The Heart Health Study*, Obes Sci Pract., 6, 2020, 19-27.
27. U. Gurunathan, P.S. Myles: *Limitations of body mass index as an obesity measure of perioperative risk*, BJA, 116(3), 2016, 319-321.
28. C. Villa, C. Primeau, U. Hesse, H.P. Hougen, N. Lynnerup, B. Hesse: *Body surface area determined by whole-body CT scanning: need for new formulae?*, Clin Physiol Funct Imaging, 37, 2017, 183-193.
29. D.P. Looney, D.P. Sanford, P. Li, W.R. Santee, E.M. Doughty, A.W. Potter: *Formulae for calculating body surface area in modern U.S. Army Soldiers*, Journal of Thermal Biology, 92, 2020, 102650.
30. J. Verbraecken, P.V. de Heyning, W. De Backer, L. Van Gaal: *Body surface area in normal-weight, overweight, and obese adults. A comparison study*, Metabolism, 55(4), 2006, 515-524.
31. G. de Simone, M. Galderisi: *Allometric normalization of cardiac measures: producing better, but imperfect, accuracy*, J Am Soc Echocardiogr., 27(12), 2014, 1275-1278.
32. G. de Simone, J.R. Kizer, M. Chinali, M.J. Roman, J.N. Bella, L.G. Best, E.T. Lee, R.B. Devereux: *Strong Heart Study Investigators. Normalization for body size and population-attributable risk of left ventricular hypertrophy: the Strong Heart Study*, Am J Hypertens., 18(2 Pt 1), 2005, 191-196.
33. J.A. Chirinos, P. Segers, M.L. De Buyzere, R.A. Kronmal, M.W. Raja, D. De Bacquer, T. Claessens, T.C. Gillebert, M.St. John-Sutton, E.R. Rietzschel: *Left Ventricular Mass. Allometric Scaling, Normative Values, Effect of Obesity, and Prognostic Performance*, Hypertension, 56(1), 2010, 91-98.
34. M. Marra, R. Sammarco, A. De Lorenzo, F. Iellamo, M. Siervo, A. Pietrobelli, L.M. Donini, L. Santarpia, M. Cataldi, F. Pasanisi, F. Contaldo: *Assessment of Body Composition in Health and Disease Using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) and Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): A Critical Overview*, Contrast Media & Molecular Imaging, 9, 2019, 2019.
35. N. Achamrah, G. Colange, J. Delay, A. Rimbart, V. Folope, A. Petit, S. Grigioni, P. Déchelotte, M. Coëffier: *Comparison of body composition assessment by DXA and BIA according to the body mass index: A retrospective study on 3655 measures*, PLoS One, 12,13(7), 2018, e0200465.
36. B.C. Wingo, V.G. Barry, A.C. Ellis, B.A. Gower: *Comparison of segmental body composition estimated by bioelectrical impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry*, Clinical Nutrition ESPEN, 28, 2018, 141-147.
37. P.N. Gona, J.J. Lee, C.J. Salton, S. Qazi, C.J. O'Donnell, W.J. Manning, M.L. Chuang: *Abstract P261: Associations of Left Ventricular Mass, Total Body Weight, and Fat-Free Mass With Body Mass Index: The Framingham Heart Study*, Circulation, 137, 2018, AP261.

reklama

KONTROLA DAWEK



http://dawki.ifj.edu.pl

copyright © LADIS

LABORATORIUM DOZYMETRII INDYWIDUALNEJ I ŚRODOWISKOWEJ

ul. Radzikowskiego 152 tel.: 12 662 84 57
31-342 Kraków fax: 12 662 81 58
e-mail: ladis@ifj.edu.pl

