Czy wybór wartości referencyjnej wpływa na częstość stwierdzenia poszerzenia aorty?

Are the choosing referential value have impact on the frequency diagnose aortic dilatation?

Piotr Nowak[1], *Klaudia Lubecka*[2], *Urszula Łebkowska*[1]

[1] Zakład Radiologii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. M. Skłodowskiej-Curie 24a, 15-276 Białystok, tel. +48 72 887 26 15, e-mail: p.nowak2706@gmail.com
[2] Wydział Lekarski z Oddziałem Stomatologii i Oddziałem Nauczania w Języku Angielskim, ul. J. Kilińskiego 1, 15-089 Białystok

Streszczenie

Wstęp: Szacowanie rzeczywistej wielkości średnicy aorty jest niezmiernie istotne i odgrywa kluczową rolę w doborze właściwej metody leczenia jej poszerzenia.
Cel: Celem pracy było porównanie częstości stwierdzenia poszerzenia oraz tętniaka aorty przy przyjęciu wymiarów referencyjnych bezwzględnych i względnych (indeksowanych powierzchnią ciała) podawanych przez różnych autorów.
Materiały i metody: Analizie retrospektywnej poddano 100 opisów badań echokardiograficznych wykonanych w Klinice Kardiologii Inwazyjnej z OIOK i Pracownią Hemodynamiki Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku. Analiza obejmowała wymiary pierścienia aortalnego (AoVA), zatoki Valsalvy (SoV), łącza zatokowo-cylindrycznego (STJ), proksymalnej części aorty wstępującej (AoA), wiek, płeć, a także miejsce zamieszkania pacjenta oraz wzrost i wagę, na podstawie których korzystając ze wzoru Duboisa, wyliczone zostały powierzchnie ciała (BSA). Wymiary bezwzględne (AAD) poszczególnych odcinków aorty podzielono przez powierzchnię ciała, uzyskując wymiary indeksowane BSA (ADI). Opracowane w ten sposób wymiary porównano z wartościami referencyjnymi zaproponowanymi przez trzy grupy badaczy (Roman i wsp., Vriz i wsp., Mirea i wsp.), a następnie wszystkie zmienne poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 13.3. ($p = 0,05$).
Wyniki: Średnia wartość AoVA wyniosła 28,63 mm (wymiar ADI 14,75 mm/m²), podczas gdy SoV była równa 48,04 mm (ADI BSA 34,27 mm/m²), STJ 42,65 mm (wymiar ADI 21,55 mm/m²), a AoA 52,27 (wymiar ADI 28,07 mm/m²). W przypadku AoVA w sposób istotny statystycznie ($p = 0,001$) różniły się od siebie częstość stwierdzenia jego poszerzenia przy przyjęciu ADI norm Roman i wsp. (63,04%) oraz Vriz i wsp. (91,30%). Natomiast przy przyjęciu AAD wartości w sposób istotny statystycznie różniły się od siebie częstości stwierdzenia poszerzenia AoVA przy przyjęciu norm zaproponowanych przez Roman i wsp. a Vriz i wsp. ($p < 0,001$ Roman i wsp. 50,00% *vs* Vriz i wsp. 97,83%) oraz Roman i wsp. a Mirea i wsp. ($p < 0,001$ Roman i wsp. 50,00% *vs* Mirea i wsp. 82,61%). Częstości stwierdzenia poszerzenia SoVA różniły się od siebie w sposób istotny statystycznie ($p = 0,013$) przy przyjęciu wartości ADI oraz AAD zaproponowanych przez Mirea i wsp. (95,00% *vs* 100,00%). Analogiczną zależność jak dla SoVA wykazano dla STJ ($p = 0,027$) przy przyjęciu norm zaproponowanych przez Roman i wsp. (70,00% *vs* 35,00%). Istotnie statystycznie ($p < 0,001$) różniły się od siebie częstości stwierdzenia tętniaka AoA przy przyjęciu wszystkich analizowanych norm w grupach wymiarów ADI i przy przyjęciu norm AAD (Roman i wsp. 15,00% *vs* 21,00%, Vriz i wsp. 16,00% *vs* 22,00%, Mirea i wsp. 17,00% *vs* 23,00%). We wszystkich przypadkach większe częstości wykazano dla norm AAD.
Wnioski: Częstość stwierdzeń poszerzenia i tętniaka aorty przy przyjęciu kryteriów zaproponowanych przez różnych autorów różniły się od siebie. Istotnym czynnikiem wpływającym na potwierdzenie lub wykluczenie poszerzenia aorty przy przyjęciu norm indeksowanych powierzchnią ciała jest masa ciała, która u osób cierpiących na nadwagę może dawać fałszywie ujemne, a u osób cierpiących na niedowagę fałszywie dodatnie wyniki.

Słowa kluczowe: poszerzenie aorty, echokardiografia, powierzchnia ciała

Abstract

Introduction: Estimating the actual size of the aortic diameter is extremely important and plays a key role in selecting the right method of treating aortic dilation.
Objective: The aim of the study was to compare the frequency of aortic dilatation and aneurysm with the absolute and relative reference dimensions (indexed by body surface area) given by various authors.
Materials and methods: Retrospectively analysed 100 descriptions of echocardiographic examinations were performed in the Department of Invasive Cardiology with ICU and catheterization laboratory the Medical University of Białystok clinical Hospital. The analysis obtained the dimensions of the aortic valve annulus (AoVA), the sinus of Valsalva (SoV), the sinotubular junction (STJ), the proximal part of the ascending aorta (AoA), age, sex and patient place of residence, height and weight. The basis of the height and weight, using the Dubois formula, the body surfaces area (BSA) were calculated. The absolute aortic dimensions (AAD) of the each sections of the aorta were divided by the BSA (ADI). The dimensions developed this way were compared with the reference values proposed by three groups of researchers (Roman et al., Vriz et al., Mirea et al.) and then all variables were statistically analysed using the Statistica 13.3 ($p = 0,05$).
Results: Average value of the AoVA was 28,63 mm (dimension ADI 14,75 mm/m²), while SoV was equal 48,04 mm (ADI BSA 34,27 mm/m²), STJ 42,65 mm (dimension ADI 21,55 mm/m²) and AoA 52,27 (dimension ADI 28,07 mm/m²). In the case of AoVA, in a statistically significant ($p = 0.001$), the frequency of finding its extension differed from each other when adopting the ADI of the norms by Roman et al. (63,04%) and Vriz et al. (91,30%). While, when adopting the AAD value the frequencies of AoVA extension were statistically significantly different when adopting the standards proposed by Roman et al. and Vriz et al. ($p < 0,001$ Roman et al. 50,00% vs Vriz et al. 97,83%) and Roman et al. and Mirea et al. ($p < 0,001$ Roman et al. 50,00% vs Mirea et al. 82,61%). The frequencies of SoVA enlargement were statistically significantly different ($p = 0.013$) with the ADI and AAD values proposed by Mire et al. (95,00% vs 100,00%). A similar relationship as for SoVA was demonstrated for STJ ($p = 0.027$) with the adoption of the standards proposed by Roman et al. (70,00% vs 35,00%). Statistically significant ($p < 0.001$) differed in the frequencies of AoA aneurysm with the adoption of all the analyzed standards in the groups of ADI dimensions and with the adoption of the AAD standards (Roman et al. 15,00% vs 21,00%, Vriz et al. 16,00% vs 22,00%, Mirea et al. 17,00% vs. 23,00%). In all cases, higher frequencies were demonstrated for AAD standards.
Conclusions: The frequency of aortic dilatation and aneurysm was different according to the criteria proposed by different authors. An important factor affecting the confirmation or exclusion of aortic dilatation when adopting norms indexed by the body surface area is body weight, which may give false-negative results in overweight people, and false-positive results in underweight people.

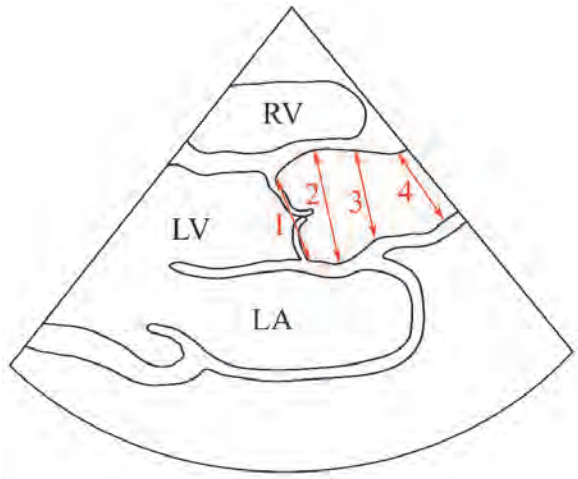
Key words: aortic dilatation, echocardiography, body surface area

otrzymano / received:
05.01.2021
poprawiono / corrected:
11.01.2021
zaakceptowano / accepted:
02.02.2021

Wprowadzenie

Niekiedy w wyniku osłabienia naczynia, zwiększenia sił na nie oddziałujących lub zaburzeń odżywiania dochodzi do uwypuklenia jego ścian. Uwypuklenie ścian naczynia skutkuje zwiększeniem jego średnicy. W literaturze wśród czynników zwiększających ryzyko powstania poszerzenia aorty wymieniane są: płeć męska, nadciśnienie tętnicze, obecność dwupłatkowej zastawki aortalnej oraz występowanie wad genetycznych związanych z zaburzeniami budowy tkanki łącznej, np. zespół Marfana czy Ehlers-Danlos [1]. Poszerzenie średnicy światła naczynia powyżej 50% normy, ustalonej dla danego odcinka, określane jest mianem tętniaka [2]. W większości przypadków tętniaki aorty piersiowej (*thoracic aorta aneurysm*, TAA) przebiegają w sposób bezobjawowy, niekiedy chorobie towarzyszy ostry ból w klatce piersiowej m.in. kiedy dochodzi do ostrego rozwarstwienia światła naczynia [3]. Schorzenie cechuje stosunkowo wysoka śmiertelność, szczególnie w konsekwencji wystąpienia jego powikłań takich jak pęknięcie tętniaka. Blisko 22% pacjentów umiera w wyniku wystąpienia powikłań związanych z TAA przed dojazdem do szpitala, natomiast przeżywalność 5-letnia pacjentów planowo operowanych wynosi około 85%, w przypadku pacjentów operowanych w trybie pilnym frakcja ta spada do zaledwie 37% [4].

Decyzja o wdrożeniu postępowania klinicznego w przypadku pacjenta z tętniakiem aorty opiera się na pomiarach anatomicznych i hemodynamicznych [5]. Obecnie dostępnych jest wiele metod pozwalających obrazować aortę w odcinku piersiowym, w tym obrazowanie ultradźwiękowe (USG) obejmujące: echokardiografię przezklatkową (*transthoracic echocardiography*, TTE), echokardiografię przezprzełykową (*transesophageal echocardiography* TEE), ultrasonografię jamy brzusznej z wykorzystaniem technik dopplerowskich oraz ultrasonografię wewnątrznaczyniową (*intravascular ultrasound*, IVUS) [6]. Oprócz USG do obrazowania aorty można wykorzystać: angiografię klasyczną (aortografię), angiografię rezonansu magnetycznego (Angio-MR) oraz angiografię tomografii komputerowej (Angio-CT), która jest metodą referencyjną do oceny wymiarów tętnicy głównej. Pomimo że Angio-CT jest standardem w ocenie stopnia poszerzenia aorty piersiowej, to znacznie częściej ze względu na ogólną dostępność, niski koszt badania oraz brak potencjalnie szkodliwego promieniowania jonizującego wykonywana jest echokardiografia przezklatkowa. Kompleksowe badanie aorty przy pomocy TTE wymaga wykorzystania kilku projekcji. Zatokę Valsalvy i bliższą część aorty wstępującej uwidocznić można w projekcji przymostkowej w osi długiej, tzw. klasycznej. Długi fragment aorty wstępującej widoczny będzie w tzw. wysokiej projekcji przymostkowej w osi długiej, natomiast łuk aorty oraz bliższa część aorty zstępującej – w projekcji nadmostkowej, a podmostkowej – bliższy odcinek aorty brzusznej. Zmodyfikowana projekcja koniuszkowa dwujamowa pozwala uwidocznić część aorty piersiowej. Wykorzystanie wszystkich projekcji może być utrudnione w przypadku braku dobrego okna akustycznego, szczególnie u pacjentów, u których niemożliwe jest przyjęcie ułożenia na lewym boku z lewą ręką pod głową [7]. Schemat wykonywania pomiarów aorty wstępującej w projekcji w osi długiej przedstawiono na rycinie 1. Dodatkowo pogorszenie jakości okna akustycznego będzie miało miejsce u pacjentów z rozedmą płuc, na skutek zwiększenia upowietrznienia, które skutkować będzie dodatkowym obniżeniem ich i tak niskiej z natury impedancji akustycznej.



Ryc. 1 *Schemat wykonywania pomiarów poszczególnych odcinków aorty, gdzie: 1 – AoVA (aortic annulus) – pierścień aortalny, 2 – SoV (sinuses of valsalva) – zatoka Valsalwy, 3 – STJ (sinotubular junction) – łącze zatokowo-cylindryczne, 4 – AoA (ascending aorta) – aorta wstępująca (mierzona powyżej korzenia aorty), LV (left ventricule) – komora lewa, LA (left atrium) – przedsionek lewy.*
Źródło: Opracowanie własne.

Niezależnie od wykorzystanej do obrazowania metody uzyskane wyniki trzeba odnieść do wartości uznanych za referencyjne. Istnieje wiele norm opracowanych na podstawie badań przeprowadzonych na zdrowej populacji. Część uzyskanych wartości opracowano jako bezwzględne przedziały, a część jako normy indeksowane m.in. powierzchnią ciała. Różnice wartości uzyskiwanych przez poszczególnych autorów oraz możliwość stosowania wartości bezwzględnych oraz indeksowanych powierzchnią ciała nasuwają pytanie, które z nich stosować oraz jaką różnicę w częstości stwierdzenia poszerzenia oraz tętniaka aorty uzyskamy.

Cel

Celem pracy było porównanie częstości stwierdzania poszerzeń oraz tętniaków aorty wstępującej przy przyjęciu wymiarów referencyjnych bezwzględnych i względnych (indeksowanych powierzchnią ciała) podawanych przez trzech autorów.

Materiały i metody

Analizie retrospektywnej poddano 100 opisów badań echokardiograficznych wykonanych w Klinice Kardiologii Inwazyjnej z OIOK i Pracownią Hemodynamiki Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku w latach 2008-2012. Badanie

Tabela 1 *Referencyjne średnice poszczególnych odcinków aorty, gdzie: ♂ – kobiety, ♀ – mężczyźni*

Autor	Roman i wsp.				Vriz i wsp.				Mirea i wsp.			
Pomiar	AAD		ADI		AAD		ADI		AAD		ADI	
Płeć	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
AoVA	21-25	23-29	12-14		17-21	19-23	10-12		17-22	19-25	11-13	
SoV	27-33	31-37	16-20	15-19	26-30	28-36	15-19	14-18	23-32	27-37	15-19	
STJ	23-29	26-32	13-17		20-26	22-30	13-15		19-28	22-32	13-17	12-16
AoA	23-31	26-34	13-19	13-17	22-30	24-32	14-18	13-17	23-33	25-36	15-19	14-18

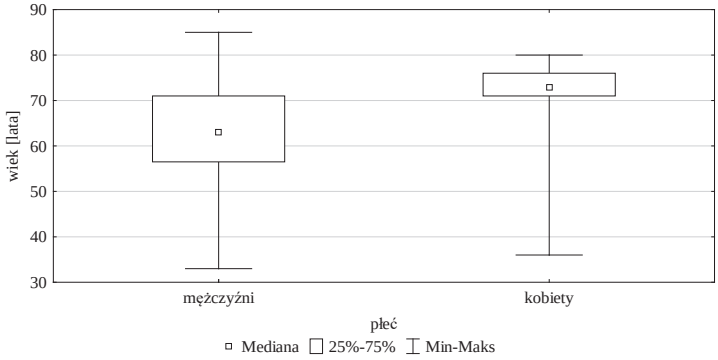
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [13].

obejmowało wymiary AoVa, SoV, STJ, AoA, dane metrykalne pacjenta oraz wzrost i masę ciała, na podstawie których korzystając ze wzoru Duboisa, wyliczone zostały powierzchnie ciała (*body surface area*, BSA). Następnie na podstawie zebranych z opisów średnic bezwzględnych (AAD) poszczególnych odcinków aorty oraz BSA wyliczono średnice indeksowane powierzchnią ciała (ADI). Zebrane z opisów badań echokardiograficznych średnice oraz średnice indeksowane powierzchnią ciała porównano z wartościami referencyjnymi, zaproponowanymi przez trzech autorów, które zostały przedstawione w tabeli 1. Za kryterium tętniaka przyjęto poszerzenie światła naczynia powyżej 50,00% normy wybranych wartości normatywnych. Na podstawie wzrostów i mas ciał wyliczono także wskaźnik masy ciała (BMI, *body mass index*), który następnie przyporządkowano do trzech grup, w których wartości z przedziału 18,5-24,99 kg/m² przyjęto za normę, wartości niższe za świadczące o niedowadze, a wyższe o nadwadze [11].

Zebrane w ten sposób dane poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 13.3. Dla zmiennych mierzalnych wyliczono miary rozkładu, natomiast dla zmiennych nominalnych frakcję oraz częstości występowania. Sprawdzenia zgodności rozkładu z rozkładem normalnym dokonano przy użyciu testu Shapiro-Wilka. W celu 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-Wallisa. Aby sprawdzić korelację między dwiema zmiennymi ilościowymi w zależności od rozkładu zmiennych, wykorzystano test rang Spearmana lub rang Persona. Przy wykonywaniu obliczeń statystycznych przyjęto poziom istotności p = 0,05.

Wyniki

Większą część (84; 84,00%) badanej grupy stanowili mężczyźni. Mediana wieku badanych była równa 65,00 lat, jedna czwarta wieku najmłodszych pacjentów mieściła się w przedziale od 33,00 do 57,50 lat, natomiast 25,00% najstarszych pacjentów była w wieku mieszczącym się w granicach 71,5-85,00 lat. Wartość modalna wieku osób objętych badaniem wyniosła 71,00 lat (liczność mody = 11), natomiast średnia wieku była równa 64,51 lat. Miary rozkładu wieku badanych z podziałem pod względem płci przedstawiono na rycinie 2. Kobiety i mężczyźni różnili się od siebie w sposób istotny statystycznie pod względem wieku (p = 0,003).



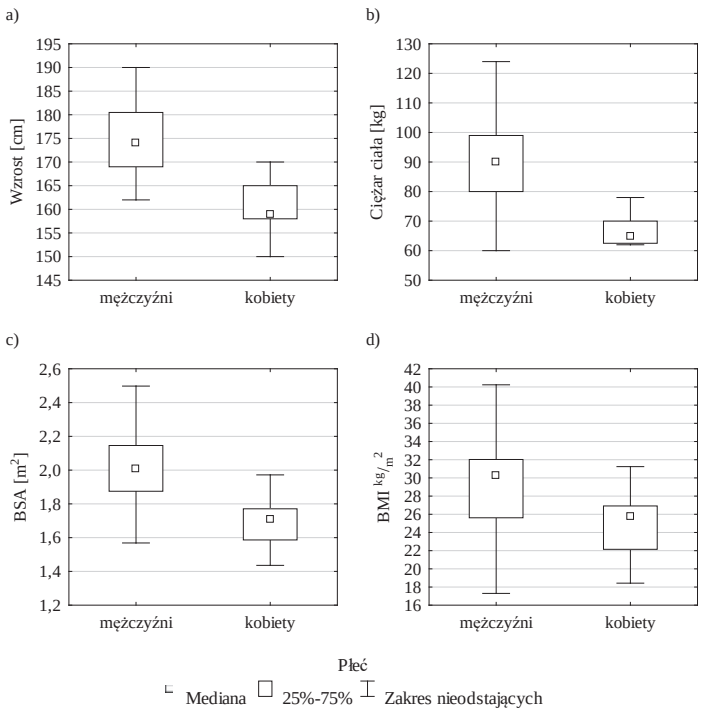
Ryc. 2 *Wykres ramka – wąsy płeć a wiek pacjentów*
Źródło: Opracowanie własne.

W materiale własnym większa część pacjentów (61,61,00%) mieszkała w miastach, pozostałe 39 (39,00%) objętych badaniem zamieszkiwało wsie. Kobiety i mężczyźni nie różnili się od siebie w sposób istotny statystycznie pod względem miejsca zamieszkania (p = 0,671).

Wzrost chorych przyjął środkową wartość równą 170,00 cm (średnia 170,96 cm), jedna czwarta najniższych wyników mieściła się w przedziale od 141,00 do 165,00 cm, natomiast ćwierć najwyższych wyników przyjęło wartości od 178,50 do 190,00. Masa ciała osób objętych badaniem mieściła się w przedziale od 46,00 do 150,00 kg z wartością środkową równą 85,00 kg (średnia = 85,42 kg), środkowa połowa wartości mieściła się w przedziale od 70,00 do 96,00 kg. Miary rozkładu wzrostu, masy ciała oraz wyliczonych na ich podstawie BSA i BMI z uwzględnieniem płci przedstawiono na rycinie 3.

Płeć wpływała w sposób istotny statystycznie na przeciętne wartości wzrostu (p < 0,001) oraz masy ciała (p < 0,001), a w konsekwencji na BSA (p < 0,001) i BMI (p = 0,005). We wszystkich przypadkach przeciętne wartości były wyższe u mężczyzn niż u kobiet.

Analiza wartości BMI pozwoliła na stwierdzenie występowania nadwagi u 78 (78,00%) badanych. Szczegółowe dane dotyczące częstości występowania nadwagi, niedowagi i wagi w granicach normy u badanych przedstawiono w tabeli 2. Stosunek liczby kobiet i mężczyzn z nadwagą, wagą prawidłową i niedowagą nie różnił się od siebie w sposób istotny statystycznie (p = 0,538).



Ryc. 3 *Wykres ramka – wąsy płeć a: a) wzrost, b) masa ciała, c) BSA, d) BMI*
Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2 *Częstość występowania nadwagi, niedowagi i wagi w granicach wartości normatywnych*

Płeć	Niedowaga	Waga w granicach normy	Nadwaga
Kobiety	1 (6,25%)	4 (25,00%)	11 (68,75%)
Mężczyźni	2 (2,38%)	15 (17,86%)	67 (79,76%)
Ogółem	3 (3,00%)	19 (19,00%)	78 (78,00%)

Źródło: Opracowanie własne.

Wymiar pierścienia aortalnego został określony w 46 (46,00%) opisach, zatoki Valsalvy w 80 (80,00%), łącza zatokowo-cylindrycznego w 20 (20,00%), natomiast proksymalnej części aorty wstępującej we wszystkich 100 (100,00%) analizowanych opisach. Pomiary bezpośrednie oraz indeksowane powierzchnią ciała średnic: pierścienia aortalnego, zatoki Valsalvy, łącza zatokowo-cylindrycznego oraz proksymalnej aorty wstępującej przedstawiono w tabeli 3.

Przy przyjęciu kryteriów bezwzględnych poszerzenie AoVA opracowanych przez Roman i wsp. odnotowano u 23 (50,00%) badanych, przy przyjęciu kryteriów uzyskanych przez Vriz i wsp. 45 (97,83%) pacjentów, natomiast Mirea i wsp. 38 (82,61%) osób. Szczegółowe dane dotyczące częstości stwierdzeń poszerzenia i tętniaka poszczególnych odcinków aorty przy przyjęciu norm wyliczonych przez Roman i wsp., Vriz i wsp. oraz Mirea i wsp. u kobiet i mężczyzn z grupy objętej badaniem przedstawiono w tabeli 4.

Płeć wpływała w sposób istotny statystycznie (p = 0,003) na częstość rozpoznawania tętniaka bliższej części aorty wstępującej przy przyjęciu kryteriów indeksowanych BSA, opracowanych przez Mirea i wsp. (kobiety 81,25% *vs* mężczyźni 41,67%). W przypadku pozostałych odcinków aorty i norm określonych przez pozostałych autorów nie wykazano różnicy między częstością stwierdzania poszerzenia i tętniaka tętnicy głównej u obu płci (we wszystkich przypadkach p > 0,05).

W przypadku pierścienia aortalnego w sposób istotny statystycznie (p = 0,001) różniły się od siebie częstość stwierdzenia jego poszerzenia przy przyjęciu indeksowanych norm zaproponowanych przez Roman i wsp. (63,04%) oraz Vriz i wsp. (91,30%). Podczas gdy przy przyjęciu bezwzględnych wartości w sposób istotny statystycznie różniły się od siebie częstości stwierdzenia poszerzenia pierścienia aortalnego, gdy za wartości referencyjne uznano przedziały zaproponowane przez Roman i wsp. a Vriz i wsp. (p < 0,001 Roman i wsp. 50,00% *vs* Vriz i wsp. 97,83%) oraz Roman i wsp. a Mirea i wsp. (p < 0,001 Roman i wsp. 50,00% *vs* Mirea i wsp. 82,61%).

Częstości stwierdzenia poszerzenia zatoki Valsalvy różniły się od siebie w sposób istotny statystycznie (p = 0,013) przy przyjęciu wartości ADI oraz bezwzględnych zaproponowanych przez Mirea i wsp. (95,00% *vs* 100,00%).

Analogiczną zależność jak dla zatoki Valsalvy wykazano dla łącza zatokowo-cylindrycznego (p = 0,027) przy przyjęciu norm ADI i AAD zaproponowanych przez Roman i wsp. (70,00% *vs* 35,00%).

W sposób istotny statystycznie (we wszystkich przypadkach p < 0,001) różniły się od siebie częstości stwierdzenia poszerzenia proksymalnego odcinka aorty wstępującej spełniającego kryteria tętniaka przy przyjęciu wszystkich analizowanych norm w grupach wymiarów ADI i przy przyjęciu norm bezwzględnych (Roman i wsp. 15,00% *vs* 21,00%, Vriz i wsp. 16,00% *vs* 22,00%, Mirea i wsp. 17,00% *vs* 23,00%). We wszystkich przypadkach większe częstości wykazano dla norm bezwzględnych.

Tabela 3 *Miary rozkładu wartości bezpośrednich i indeksowanych BSA AoVA, SoV, STJ, AoA. Wyniki podano w milimetrach, gdzie: Śr. – średnia, Me – mediana, Mo – wartość modalna, Licz. Mo – liczność wartości modalnej, Min – wartość minimalna, Max – wartość maksymalna, Q1 – kwartyl dolny, Q3 – kwartyl górny, Odch. std – odchylenie standardowe*

Zmienna	Śr.	Me	Mo	Licz. Mo	Min	Max	Q1	Q3	Odch. std
AAD									
AoVA	28,63	28,00	27,00	7	22,00	40,00	26,00	31,00	4,21
SoV	48,04	46,00	43,00	10	33,00	68,00	43,00	54,00	7,59
STJ	42,65	44,00	44,00	7	27,00	61,00	39,00	45,00	8,46
AoA	52,27	54,00	50,00	14	34,00	87,00	50,00	60,00	9,46
ADI									
AoVA	14,75	14,35	14,35	3	10,40	19,76	12,93	15,91	2,40
SoV	34,27	23,88	18,81	4	17,22	35,58	21,27	26,67	4,08
STJ	21,55	21,26	Wiel.	2	12,20	26,68	19,37	25,98	4,23
AoA	28,07	26,89	41,26	5	18,53	41,26	22,99	31,83	6,29

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 4 *Częstość rozpoznania poszerzenia i tętniaka aorty przy przyjęciu różnych wartości referencyjnych u kobiet i mężczyzn z badanej populacji, wartości procentowe wyliczono dla ogółu grupy objętej badaniem z pominięciem informacji o brakach danych wynikających z retrospektywnego charakteru badania, gdzie: ♂ – kobiety, ♀ – mężczyźni*

Autor	Roman i wsp.				Vriz i wsp.				Mirea i wsp.			
Pomiar	AAD		ADI		AAD		ADI		AAD		ADI	
Płeć	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Poszerzenie												
AoVA	5 (31,25%)	18 (21,43%)	2 (12,50%)	27 (32,14%)	8 (50,00%)	37 (44,05%)	6 (37,50%)	36 (42,86%)	6 (37,50%)	32 (38,10%)	6 (37,50%)	28 (33,33%)
SoV	11 (68,75%)	67 (79,76%)	11 (68,75%)	61 (72,62%)	13 (81,25%)	67 (79,76%)	13 (81,25%)	65 (77,38%)	13 (81,25%)	67 (79,76%)	13 (81,25%)	61 (72,76%)
STJ	4 (25,00%)	13 (15,48%)	4 (25,00%)	13 (15,48%)	4 (25,00%)	13 (15,48%)	4 (25,00%)	14 (16,67%)	4 (25,00%)	8 (9,52%)	4 (25,00%)	13 (15,48%)
AoA	16 (100,00%)	84 (100,00%)	16 (100,00%)	84 (100,00%)	16 (100,00%)	84 (100,00%)	16 (100,00%)	84 (100,00%)	16 (100,00%)	84 (100,00%)	16 (100,00%)	84 (100,00%)
Tętniak												
AoVA	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	5 (5,95%)	0 (0,00%)	7 (8,33%)	0 (0,00%)	2 (2,38%)	0 (0,00%)	2 (2,38%)
SoV	2 (12,50%)	12 (14,29%)	2 (12,50%)	9 (10,71%)	2 (12,50%)	17 (20,24%)	2 (12,50%)	14 (16,67%)	2 (12,50%)	12 (14,29%)	2 (12,50%)	9 (10,71%)
STJ	4 (25,00%)	3 (3,57%)	4 (25,00%)	10 (11,90%)	4 (25,00%)	5 (5,95%)	4 (25,00%)	8 (9,52%)	4 (25,00%)	4 (3,57%)	4 (25,00%)	10 (11,90%)
AoA	16 (100,00%)	77 (91,67%)	13 (81,25%)	47 (55,95%)	16 (100,00%)	81 (96,43%)	13 (81,25%)	47 (55,95%)	14 (87,50%)	84 (100,00%)	13 (81,25%)	35 (41,67%)

Źródło: Opracowanie własne.

Dyskusja

Określenie rzeczywistych wymiarów aorty piersiowej może mieć kilka ważnych implikacji klinicznych u pacjentów leczonych doraźnie, w tym wykrycie pacjentów, u których średnice naczynia znajdują się w okolicach wartości progowych kwalifikujących do wdrożenia leczenia chirurgicznego [12].

Wiele analiz wykazało występowanie korelacji pomiędzy średnicą naczynia a powierzchnią ciała [13-15]. Powierzchnia ciała jest często używanym wskaźnikiem do określenia normatywnych wymiarów narządów, parametrów fizjologicznych czy też wyliczenia dawkowania leków. Jednakże BSA podlega pewnej zmienności osobniczej np. poprzez znaczące zwiększenie wagi u osób otyłych, co może doprowadzić do niedoszacowania wymiarów sercowo-naczyniowych [16-18].

Otyłość stanowiąca czynnik ryzyka wystąpienia TAA jest globalnym problemem zdrowotnym. Dane przedstawione przez National Health and Nutrition Examination Survey wskazują na występowanie otyłości aż w 36,5% populacji mieszkańców Stanów Zjednoczonych Ameryki. Analiza prowadzona w latach 2011-2014 wykazała, że problem dotyka głównie osób w wieku 40-59 lat i występuje w tej grupie populacji z częstością 40,2% (kobiety 42,1% *vs* mężczyźni 38,3%) [19]. W Polsce, według danych Głównego Urzędu Statystycznego (GUS), w 2014 roku na nadwagę lub otyłość cierpiało 53,3% osób w przedziale wiekowym od 15. roku życia wzwyż [20]. Analiza własna wykazała występowanie nadwagi i otyłości aż u 78,00% badanych, a więc w sposób znacząco częstszy niż w ogólnej populacji. Nadwaga występowała w materiale własnym częściej u mężczyzn niż u kobiet, a więc w sposób odwrotny w stosunku do wyników analizy prowadzonej przez Ogden i wsp. [19]. Ogden i wsp. analizą objęli mieszkańców USA, które jest krajem o znacznie większej różnorodności etnicznej niż ma to miejsce w Polsce oraz odrębnej kulturze i znacznie różniącym się stylem życia mieszkańców. Przyczyną większej częstości występowania nadwagi w badanej grupie u mężczyzn może być fakt, że stanowili oni aż 84,00% osób objętych analizą, podczas gdy według danych GUS w latach, kiedy prowadzono badanie w populacji mieszkańców województwa podlaskiego, nieprzerwanie utrzymywała się przewaga liczebności kobiet [20]. Przy czym pamiętać należy, że płeć męska stanowi czynnik ryzyka wystąpienia TAA, czego naturalną konsekwencją wydaje się być większa frakcja mężczyzn w stosunku do kobiet w grupie badanej [1].

Oszacowanie wymiarów referencyjnych aorty u pacjentów otyłych jest szczególnie trudne ze względu na dobór grupy badanej. Szacuje się, że tak zwani metabolicznie zdrowi otyli stanowią 9-41% osób otyłych, a właśnie ta grupa stanowić powinna kohortę w badaniu mającym na celu określenie wymiarów normatywnych aorty u osób z nadmiernym BMI [21]. Grupa pod kierownictwem A.E. Davis przeprowadziła analizę porównawczą wymiarów poszczególnych odcinków aorty w grupie pacjentów z masą ciała w granicach normy oraz u osób otyłych. Wykazano istotną statystycznie różnicę otrzymanych średnic w obydwu grupach (mężczyźni AVA $p < 0,05$, SoV $p < 0,05$, STJ $p < 0,05$, AoA $p < 0,01$, kobiety AVA $p < 0,01$, SoV $p < 0,05$, STJ $p < 0,05$, AoA $p < 0,01$), przy czym statystycznie większe wartości otrzymano w grupie osób z nadmierną wagą [22]. Vasan i wsp. zasugerowali zastosowanie samego wzrostu pacjenta jako czynnika indeksującego średnicę zatoki Valsalvy w zamian za BSA, jako sposób na wykluczenie czynnika otyłości przy szacowaniu wymiarów ADI [21]. Grupa pod kierownictwem O. Mirea przeanalizowała oddzielnie wzrost, wagę i BSA jako parametry służące do indeksowania średnicy aorty. Badacze wykazali większy stopień korelacji w regresji jednoczynnikowej dla masy ciała niż jego powierzchni zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn [9]. Alternatywną metodą wykluczenia czynnika nadmiernej masy ciała przy indeksowaniu

wymiarów sercowo-naczyniowych jest wykorzystanie tzw. beztłuszczowej masy ciała. Wykorzystanie beztłuszczowej masy ciała jako czynnika indeksującego jest trudne w codziennej praktyce klinicznej ze względu na konieczność wykonywania analizy masy ciała każdorazowo przy wykonywaniu badania echokardiograficznego. Innym możliwym do wdrożenia rozwiązaniem jest przyjęcie indeksowania średnic aorty BSA wyliczonym na podstawie rzeczywistej masy ciała pacjentów, ale jedynie u osób z BMI w granicach normy. W przypadku osób z nadwagą i niedowagą wydaje się być zasadnym stosowanie do kalkulacji masy ciała normalizowanej, to jest dla osób z niedowagą maksymalnej wartości mieszczącej się w granicy normy i dla osób z niedowagą odpowiednio wartości minimalnej. Ograniczenia tego rozwiązania wynikają z faktu, że zarówno wzór na BMI, jak i BSA nie dają dokładnych wartości, a jedynie stanowią pewne przybliżenie rzeczywistego stanu [23]. Za ideą indeksowania wymiarów tętnicy głównej w grupie pacjentów z nadwagą znormalizowaną masą ciała przemawiają z kolei wyniki wspomnianej już wcześniej pracy A.E. Davis i wsp. Badacze wywnioskowali, że występowanie zwiększonego BSA i BMI bez współistniejących czynników chorobowych wiąże się ze zwiększeniem wielkości aorty, jednakże stopień tego powiększenia jest umiarkowany i mieści się w przedziale od 1,4 do 2,1 mm w przypadku mężczyzn i 0,8-1,7 mm w przypadku kobiet na wzrost wartości BMI o 10 kg/m² [14]. Istnieje szereg publikacji dowodzących słuszności założenia normalizacji masy ciała stosowanej do wyliczania BSA w celu indeksowania masy lewej komory [24, 25, 26]. Należy także rozważyć stosowanie tylko jednego z dostępnych wzorów matematycznych do szacowania BSA przy tego rodzaju zastosowaniach. Badanie prowadzone na mieszkańcach Japonii wykazało, że wartość BSA obliczana za pomocą wzoru Fujimoto było średnio o około 3% niższa niż przy zastosowaniu równania Duboisa, które wykorzystane zostało w opracowaniu własnym [27]. Przykładową, wymagającą weryfikacji, formułę ujednolicającą sposób wyliczania indeksowanych wymiarów naczynia z zastosowaniem minimalnej normatywnej masy ciała u osób otyłych oraz maksymalnej normatywnej masy ciała u osób zdrowych powstała z przekształcenia wzoru Duboisa i równania na BSA przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6 *Propozycja wzorów stosowanych do wyliczania indeksowanych BSA wymiarów tętnicy głównej z uwzględnieniem normalizacji masy ciała, gdzie: ADI – średnica indeksowa, s – średnica, x – wzrost, y – masa ciała*

Wartość BMI		
< 18,5 kg/m²	**18,5-24,99 kg/m²**	**> 24,99 kg/m²**
$ADI \approx \frac{s}{0{,}0005629 \cdot (x)^{1{,}6}}$	$ADI \approx \frac{s}{0{,}007184 \cdot (x)^{0{,}725} \cdot (y)^{0{,}425}}$	$ADI \approx \frac{s}{0{,}0004896 \cdot (x)^{1{,}6}}$

Źródło: Opracowanie własne.

Niezależnie od tego, czy dane w materiale własnym poddawano indeksowaniu czy też z wartościami referencyjnymi porównywano wartości bezwzględne, w wielu przypadkach uzyskano na tyle duże różnice w częstości stwierdzeń poszerzenia i tętniaka aorty, że analiza statystyczna wykazywała ich istotności. Rozbieżność między wartościami referencyjnymi wynikać może z wielu czynników, takich jak włączenie lub wyłączenie z grupy badanej dzieci i młodzieży, wpływu płci, czynników rasowych, wyłączenia lub też nie pacjentów z nadwagą oraz zastosowanych do przeprowadzenia analizy rozwiązań [9]. Na zgodność wymiarów ze stanem faktycznym wpływa wiele czynników, takich jak jakość okna akustycznego czy też doświadczenie echokardiografisty. Pogorszenie jakości okna akustycznego występować będzie m.in. u pacjentów z wąskimi przestrzeniami międzyżebrowymi, u pacjentów otyłych, osób niemogących przyjąć pozycji lewobocznej czy też pacjentów na oddechu wspomaganym oraz zastępczym. Wąskie międzyżebrza występować będą przykładowo u pacjentów wysokich i szczupłych, co jest typowym obrazem pacjenta cierpiącego na zespół Marfana. Dodatkowo u osób z zespołem Marfana często występuje niska wartość współczynnika BMI, w związku z czym łatwo jest u nich o przeszacowanie wymiarów sercowo-naczyniowych [28]. W przypadku wystąpienia u pacjenta rozedmy dochodzi do obniżenia naturalnie niskiej impedancji akustycznej pól płucnych, dodatkowo na granicy dwóch struktur o skrajnie różnej impedancji powstawać mogą artefakty określane jako rewerberacje. W przypadku około 15% badań rutynowych jakość badania jest suboptymalna, w przypadku badań u pacjentów w stanie krytycznym odsetek ten podwaja się [29].

Dowodzi to, że nadal konieczne jest prowadzenie szeroko zakrojonych badań nad procesem szacowania wymiarów, które należy uznawać za wzorcowe oraz określenie ujednoliconego sposobu wyliczania powierzchni ciała wykorzystywanej do indeksowania wymiarów sercowo-naczyniowych.

Wnioski

1. Nadwaga jest częstym problemem dotykającym pacjentów z poszerzeniem aorty piersiowej, stanowiącym jednocześnie czynnik ryzyka wystąpienia samego schorzenia oraz zły czynnik rokowniczy.
2. Istnieje szereg czynników wpływających na prawidłowość pomiaru echokardiograficznego proksymalnego odcinka aorty, począwszy od stanu klinicznego pacjenta, a skończywszy na umiejętnościach i doświadczeniu echokardiograficznym.
3. Analiza wykazała obecność tętniaka pierścienia aortalnego u 4,36% do 15,22% pacjentów, zatoki Valsalvy u 13,75-75%, łącza zatokowo-cylindrycznego 40,00-70,00% badanych, a proksymalnej części aorty wstępującej u 48,00-98,00% osób objętych analizą, dla których podano wymiar danego odcinka.
4. Warto zastanowić się nad ujednoliceniem sposobu wyliczania wartości BSA stosowanego do indeksowania wymiarów sercowo-naczyniowych.
5. W związku z dużymi różnicami w częstości stwierdzenia poszerzenia i tętniaków poszczególnych odcinków naczynia, koniecznym wydaje się być ujednolicenie wymiarów

referencyjnych dla poszczególnych odcinków aorty oraz z racji na podatność wzorów na wyliczanie BSA na zaburzenia masy ciała dołożenie starań nad opracowaniem odrębnych wartości normatywnych dla osób cierpiących na nadwagę i niedowagę.

Piśmiennictwo

1. T.M. Tadros, M.D. Klein, O.M. Shapiro: *Ascending Aortic Dilatation Associated With Bicuspid Aortic Valve. Pathophysiology*, Molecular Biology, and Clinical Implications, Circulation, 119, 2009, 880-890.
2. B. Milankowska, E. Michalak, H.J. Jonaszek-Sitkowska, M. Franaszczyk, R. Płoski, Z.T. Bilińska: *Rodzinne tętniaki i rozwarstwienia aorty piersiowej*, Kardiologia Polska, 69(12), 2011, 1291-1297.
3. J.H. Chung, B.B. Ghoshhajra, C.A. Rojas, B.R. Dave, S. Abbara: *CT angiography of the thoracic aorta*, Radiologic Clinics of North America, 48(2), 2010, 249-264.
4. J.A. Elefteriades, B.A. Ziganshin: *Paradigm for detecting silent thoracic aneurysms disease*, Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery, 24(4), 2016, 776-782.
5. P. van Ooij, W.V. Potters, A.J. Nederveen, B.D. Allen, J. Collins, J. Carr, S.Ch. Malaisrie, M. Markl, A.J. Baker: *A methodology to detect abnormal relative wall shear stress on the full surface of the thoracic aorta using four–dimensional flow MRI*, Magn Reson Med, 73(3), 2015, 1216-1227.
6. A. Evangelista, F.A. Flachskampf, R. Erbel, F. Antonini-Canterin, Ch. Vlachopoulos, G. Rocchi, R. Sicari, P. Nihoyannopoulos, J. Zamorano: *Echocardiography in aortic diseases: EAE recommendations for clinical practice*, European Journal of Echocardiography, 11(8), 2010, 645-658.
7. A. Klisiewicz, I. Michałowska, M. Marczak, E. Płońska-Gościniak, P. Hoffman: *Choroby aorty we współczesnej diagnostyce obrazowej. Stanowisko grupy eksperckiej polskiego Klinicznego Forum Obrazowania Serca i Naczyń*, Kardiologia Polska, 71(6), 2013, 640-649.
8. M.J. Roman, R.B. Bevereux, R. Kramer-Fox, J. O'Loughlin: *Two-dimensional echocardiographic aortic root dimensions in normal children and adults*, Am J Cardiol., 64(8), 1989, 507-512.
9. O. Mirea, F. Maffessanti, P. Gripari, G. Tamborini, M. Muratori, L. Fusini, C. Caludia, C. Florentini, I.E. Plesea, M. Pepi: *Effects of Aging and Body Size on Proximal and Ascending Aorta and Aortic Arch: Inner Edge–to–Inner Edge Reference Values in a Large Adult Population by Two-Dimensional Transthoracic Echocardiography*, Journal of the American Society of Echocardiography, 26(4), 2013, 419-427.
10. O. Vriz, C. Driussi, M. Bettino, F. Ferrara, A. D'Andrea, E. Bossone: *Aortic Root Dimension and Stiffness in Healthy Subjects*, Am J Cardiol., 112(8), 2013, 1224-1229.
11. F.X. Pi-Sunyer: *Obesity: criterial and classification*, Proceeding of the Nutrition Society, 59(4), 2000, 505-509.
12. R.A. Taylor, I. Olica, R. von Tonder, J. Elefteriades, J. Dziura, Ch.L. Moore: *Point-of-care focused cardiac ultrasound for the assessment of thoracic aortic dimensions, dilatation and aneurysmal disease*, Academic Emergency Medicine, 19(2), 2012, 244-247.
13. H. Kälsch, N. Lehmann, S. Möhlenkamp, A. Becker, S. Moebus, A. Schmermund, A. Stang, A.A. Mahabadi, K. Mann, K.H. Jöckel, R. Erbel, H. Eggebrecht: *Body-surface adjusted aortic reference diameters for improved identification of patients with thoracic aortic aneurysms: Results from the population-based Heinz Nixdorf Recall study*, International Journal of Cardiology, 163(1), 2013, 72-78.
14. A. Davis, C. Holloway, A.L. Lewandowski, N. Ntusi, R.M. Nethononda, A. Pitcher, J.M. Francis, P. Leeson, S. Neubauer, O.J. Rider: *Diameters of the normal thoracic aorta measured by cardiovascular magnetic resonance imaging; correlation with gender, body surfaces area and body mass index*, Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance, 15 (1), 2013, E77.
15. R.S. Vasan, M.G. Larson, L. Levyl: *Determinants of echocardiographic aortic root size. The Framingham Heart Study*, Circulation, 91(3), 1995, 734-740.
16. R. Erbel, V. Aboyans, C. Boileau, E. Bossone, R. Di Bartolomeo, H. Eggebrecht, A. Evangelista, V. Falk, H. Frank, O. Gaemperli, M. Grabenwöger, A. Haverich, B. Iung, A.J. Manolis, F. Meijboom, Ch.A. Nienaber, M. Rofi, H. Rousseau, U. Sechtem, P.A. Sirnes, R.S. von Allmen, Ch.J.M. Vrints: *Wytyczne ESC dotyczące rozpoznawania i leczenia chorób aorty w 2014 roku. Dokument dotyczy ostrych i przewlekłych chorób aorty piersiowej i brzusznej u osób dorosłych*, Kardiologia Polska, 72(12), 2014, 1169-1252.
17. L. Campens, L. Demulier, K. De Groote, K. Vandekerchhove, D. De Wolf, M.J. Roman, R.B. Devereux, A. De Paepe, J. De Backer: *Reference Values for Echocardiographic Assessment of the Diameter of the Aortic Root and Ascending Aorta Spanning All Age Categories*, The American Journal of Cardiology, 114(6), 2014, 914-920.
18. G. De Simone, S.R. Daniels, R.B. Devereux, R.A. Meyer, M.J. Roman, O. de Divitiis, M.H. Alderman: *Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight*, J Am Coll Cardiol, 20 (5), 1992, 1251-1260.
19. L. Ogden, M.D. Carroll, Ch.D. Fryar, K.M. Fledal: *Prevalence of Obesity Among Adult and Youth: United States, 2011-2014*, NCHS data Brief no 219, Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics, 2015.
20. M. Bendowska, A. Bieńkuńska, P. Luty, K. Sobestjański, J. Wójcik: *Jakość życia w Polsce. Edycja 2016, Główny Urząd Statystyczny, Departament Badań Społecznych i Warunków Życia*, Departament Analiz i Opracowań Zbiorowych, Warszawa 2017.
21. G.H. Hinnouho, S. Czernichow, A. Dugravot, G. David 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, 2294-2300.
22. A. Davis, C. Holloway, A.L. Lewandowski, N. Ntusi, R.M. Nethononda, A. Pitcher, J.M. Francis, P. Leeson, S. Neubauer, O.J. Rider: *Diameters of the normal thoracic aorta measured by cardiovascular magnetic resonance imaging; correlation with gender, body surfaces area and body mass index*, Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance, 15(1). 2013, E77.
23. A. De Lorenzo, L. Soldati, F. Sarlo, M. Calvani, N. Di Lorenzo, L. Di Lorenzo, L. Di Renzo: *New obesity classification criteria as a tool for bariatric surgery indication*, World J Gastroenterol, 22(2), 2016, 681-703.
24. C. Cuspidi, R. Fachetti, C. Sala, M. Bombelli, F. Negri, S. Carugo, R. Sega, G. Grassi, G. Mancia: *Normal values of left ventricular mass: echocardiographic findings from the PAMELA study*, Journal of Hypertension, 30(5), 2012, 997-1003.
25. L. Xie, Z. Wang: *Correlation between echocardiographic left ventricular mass index and electrocardiographic variable used in left ventricular hypertrophy criterial in chines hypertensive patient*, Hellenic J Cardio, 51(5), 2010, 391-401.
26. E. Rodilla, J.A. Costa, J. Martín, C. Gonzále, J.M. Pascual, J. Redon: *Impact of abdominal obesity and ambulatory blood pressure in the diagnosis of left ventricular hypertrophy in never treated hypertensives*, Medicina Clínica, 142(6): 253-254.
27. T. Kouno, N. Katsumata, H. Mukai, M. Ando, T. Wanabe*: Standardization of the Body Surface Area (BSA) Formula to Calculate the Dose of Anticancer Agents in Japan*, Japanese Journal of Clinical Oncology, 33(6), 2003, 309-313.
28. K.T. Braley, X. Tang, E.S. Makil, D. Borroughs-Ray, R.T. Collins: *The impact of body weight on the diagnosis of artic dilatation – misdiagnosis in overweight and underweight group*, Echocardiography, 34(7), 2017, 1029-1034.
29. K. Doo-Youp, C. Jung-Hyun, H. Geu-Ru, R. Se-Joong, K. Jang-Young, L. Sang-Chol, S. Il-Suk, C. Wook-Jin, S. Hye-Sun, Y. Se-Jung, C. Kyoung-Im, C. Si-Wan, L. Kyung-Jin: *Impact of Contrast Echocardiography on Assessment of Ventricular Function and Clinical Diagnosis in Routine Clinical Echocardiography: Korean Multicenter Study*, J Cardiovasc Ultrasound, 25(1), 2017, 28-33.