

„Wartość dodana” badania tomografii komputerowej tętnic wieńcowych – czy warto oceniać coś więcej niż tętnice wieńcowe?

Additional value cardiac computed tomography – is it worth assessing more than coronary arteries?

Ilona Michałowska¹, Cezary Kępka², Jerzy Pręgowski³

¹Zakład Radiologii, Instytut Kardiologii, Warszawa

²Klinika Choroby Wieńcowej i Strukturalnych Chorób Serca, Instytut Kardiologii, Warszawa

³Klinika Kardiologii i Angiologii Interwencyjnej, Instytut Kardiologii, Warszawa

Słowa kluczowe: tomografia komputerowa tętnic wieńcowych, przypadkowe znaleziska pozasercowe

Key words: cardiac CT, incidental extracardiac findings

Post Kardiol Interw 2010; 6, 4 (22): 194-202

DOI: 10.5114/pwki.2010.17634

Wstęp

Dzięki postępowi technicznemu, który dokonał się w ostatnich latach, obrazowanie naczyń wieńcowych za pomocą wielorządowych tomografów komputerowych bramkowanego sygnałem EKG stało się praktyką codzienną. Badanie naczyń wieńcowych metodą tomografii komputerowej (ang. *computed tomography*, CT) umożliwia ocenę światła i ściany naczynia, stopnia jego zwężenia oraz anomalii naczyń wieńcowych. W przypadku tętnic wieńcowych badanie obejmuje fragment klatki piersiowej, od poziomu rozwidlenia tchawicy do podstawy serca, w przypadku oceny pomostów wieńcowych badaniem objęta jest cała klatka piersiowa. Dane uzyskane podczas badania angio-CT naczyń wieńcowych umożliwiają diagnostykę nie tylko naczyń wieńcowych, ale również innych struktur sercowo-naczyniowych czy pozasercowych. Bez wykonywania dodatkowych rekonstrukcji badania możemy ocenić: osierdzie, zastawki, jamy i przegrrody serca, mięsień sercowy oraz fragmenty dużych naczyń – aorty, pnia i tętnic płucnych. Ocena płuc, śródpiersia i elementów kostnych wymaga wykonania dodatkowych rekonstrukcji na maksymalnym polu widzenia. Nie wpływa to na jakość ani czas badania i nie naraża pacjenta na dodatkowe promieniowanie.

Ocena serca i dużych naczyń

Osierdzie

Osierdzie składa się z blaszki trzewnej i ściennej, pomiędzy którymi znajduje się niewielka ilość płynu, obejmuje

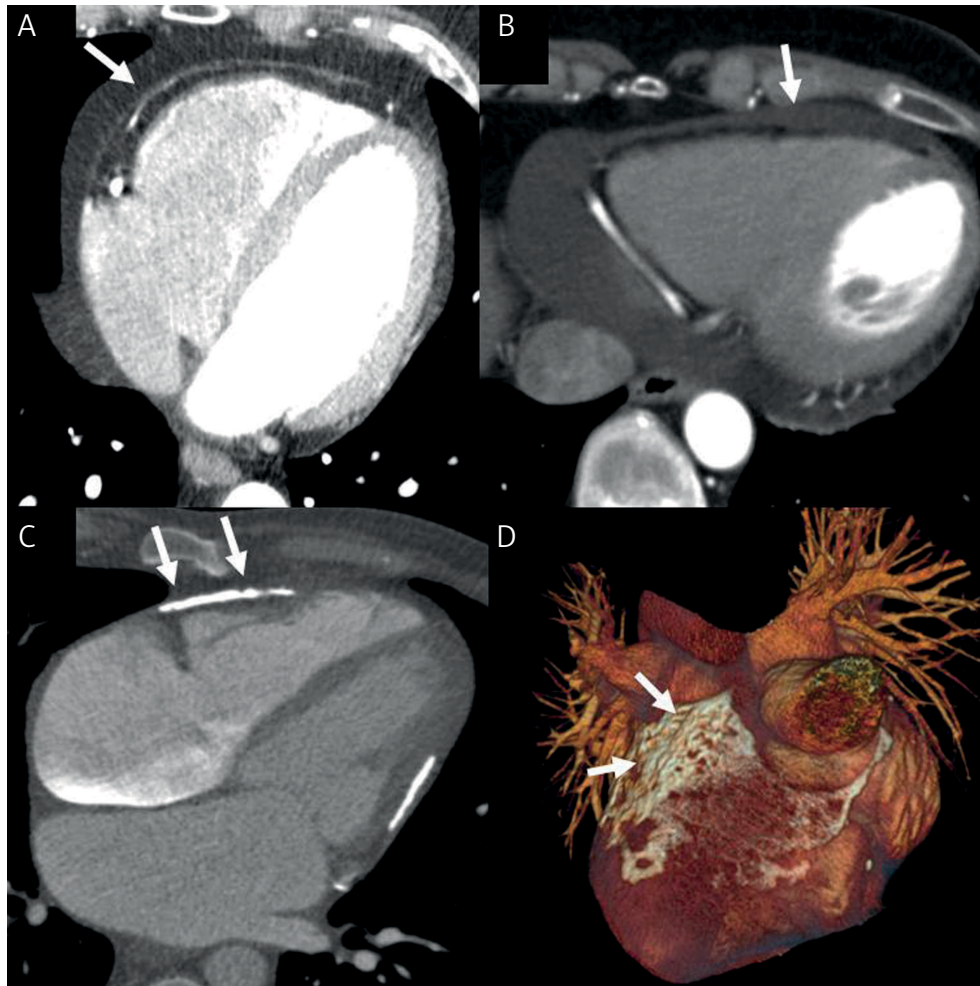
serce dookoła – od podstawy do początkowych odcinków wielkich naczyń serca. W badaniu CT osierdzie przedstawia się jako cienkie pasmo, grubości 1–2 mm, otaczające serce (ryc. 1. A), tworzące zachyłki i zatoki osierdzia. Znajomość anatomii osierdzia pozwala uniknąć mylnego rozpoznania zachyłków osierdzia jako powiększonych węzłów chłonnych czy torbieli oskrzelopochodnych [1]. Tomografia komputerowa pozwala na wykrycie płynu w osierdziu (ryc. 1. B), ocenę jego ilości oraz ewentualnego ucisku na jamy serca (tamponada osierdzia – rozkurczowe zapadanie się prawej komory i skurczowe zapadanie się przedsionków). Pomiar współczynnika osłabienia promieniowania płynu umożliwia rozpoznanie krwawienia do worka osierdziowego i może dostarczyć wskazówek dotyczących etiologii wysięku. Pogrubiałe lub ulegające wzmocnieniu osierdzie wraz z obecnością płynu sugeruje czynne zapalenie osierdzia. W zaciskającym zapaleniu osierdzie jest pogrubiałe oraz zawiera linijne i blaszkowate zwapnienia (ryc. 1. C, D).

Zastawki serca

Wykorzystując dane z badania angio-CT naczyń wieńcowych, możemy ocenić zastawkę aortalną i mitralną. Obrazowanie zastawki trójdzielnej i płucnej może być trudniejsze z powodów technicznych, gdyż wymaga właściwego zakontrastowania jam prawego serca. Zastawka aortalna składa się z trzech płatków: prawego, lewego i niewieńcowego (ryc. 2. A, B). Najczęstszą wrodzoną patologią zastawki aortalnej jest zastawka dwupłatkowa spotykana u 1–2% populacji (ryc. 2. C, D). Rzadką anomalią jest

Adres do korespondencji/Corresponding author:

dr n. med. Ilona Michałowska, Zakład Radiologii, Instytut Kardiologii, ul. Alpejska 42, 04-628 Warszawa, tel.: +48 22 343 41 68, e-mail: ilonamich@wp.pl



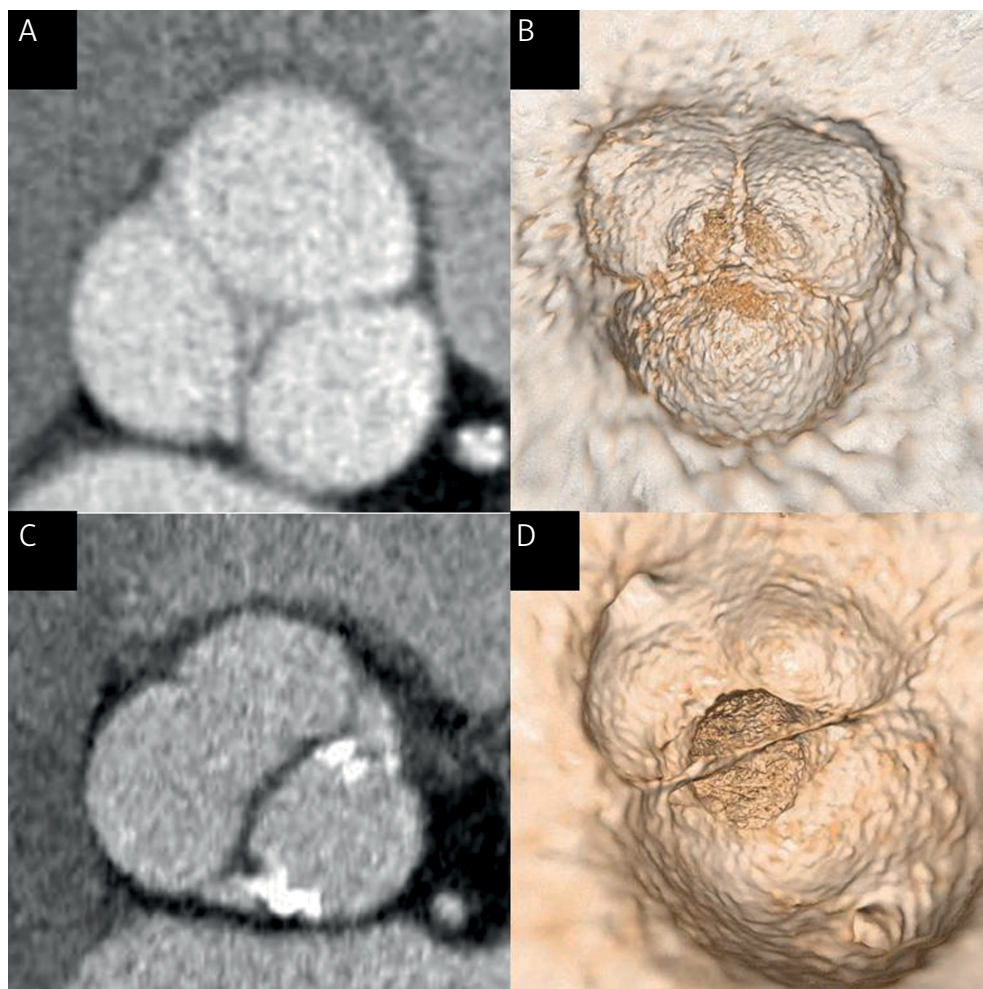
Ryc. 1. Badanie CT. **A** – prawidłowe osierdzie (strzałka), **B** – niewielka ilość płynu w osierdziu (strzałka), **C, D** – zaciskające zapalenie osierdzia, zwapnienia w osierdziu (strzałki)

Fig. 1. CT scan. **A** – normal pericardium (arrow), **B** – fluid in the pericardium, **C, D** – constrictive pericarditis, calcifications in the pericardium (arrows)

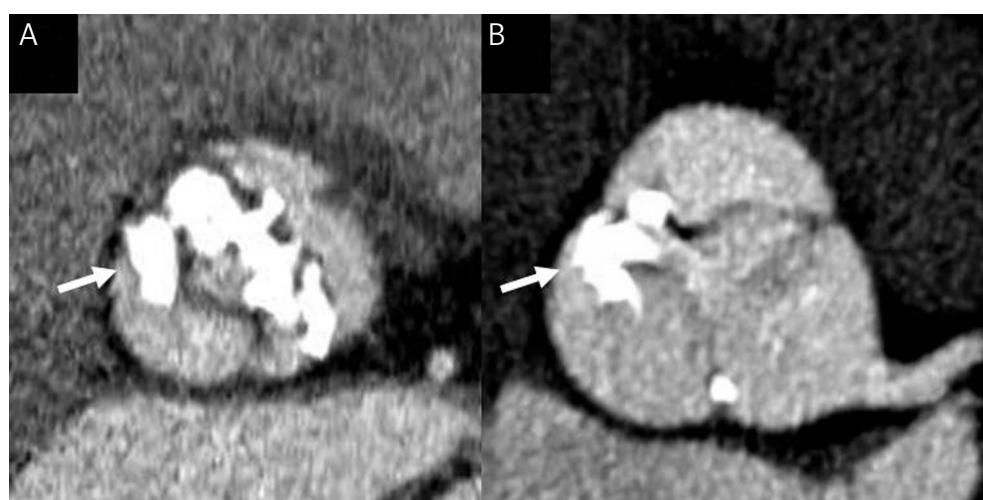
zastawka jedno- lub czteropłatkowa. W badaniu CT oceniamy morfologię płatków zastawki, obecność zwłóknień i zwapnień, rozległość zwapnień (ryc. 3. A, B), obecność wegetacji na zastawce, możemy obliczyć pole powierzchni zwężenia lub niedomykalności zastawki aortalnej. Pole powierzchni prawidłowej zastawki aortalnej wynosi 2,5–4 cm² [2]. Pole powierzchni zwężenia zastawki oblicza się jako najmniejsze pole podczas maksymalnego otwarcia zastawki w trakcie skurczu lewej komory (LK), pole powierzchni niedomykalności oblicza się w trakcie maksymalnego zamknięcia zastawki w czasie rozkurczu LK. Stwierdzono istotną korelację pomiędzy polem powierzchni zastawki aortalnej w badaniach angio-CT i badaniu echokardiograficznym przezklatkowym [2], jak również pomiędzy stopniem uwapnienia zastawki aortalnej a stopniem jej zwężenia. W przypadku zastawki mitralnej, podobnie jak w zastawce aortalnej, możliwa jest dokładna ocena morfologii, ilości i rozległości zwapnień (ryc. 4. A–D).

Ocena jam i czynności skurczowej serca

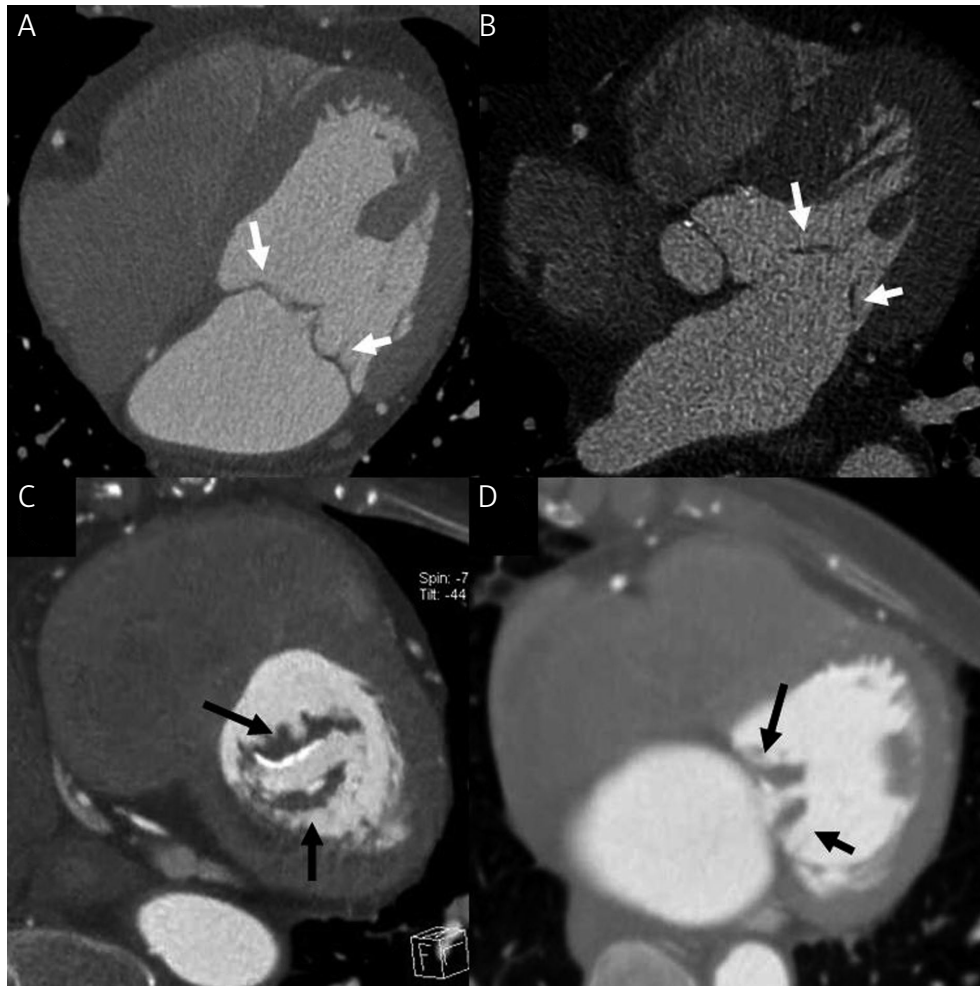
Badanie CT pozwala na dokładne zobrazowanie anatomii i wielkości poszczególnych jam serca, obecności skrzeplin w komorach lub przedsionkach (ryc. 5.), obecności tętniaków, blizn pozawałowych, jak również grubości mięśnia sercowego. Bliznowacenie w warstwie podwsierdziowej widoczne jest jako hipodensyjna obwódka wsierdzia komór. Zawład pełnościenny powoduje regionalne ścieńczenie mięśnia komory, wywołując zaburzenia kurczliwości, którym mogą towarzyszyć tętniaki czy skrzepliny. Pomiar grubości mięśnia LK mierzony w fazie późnorozkurczowej pozwala na wykrycie przerostu ściany LK (ryc. 6. A, B). Do oceny funkcji serca potrzebne są zestawy danych co najmniej ze skurczu i rozkurczu. Obecnie wielorządowe tomografy komputerowe umożliwiają wykonanie badania w protokole „oszczędzającym dawkę promieniowania” – dane zbierane są podczas fazy późnorozkurczowej.



Ryc. 2. Badanie CT. **A, B** – prawidłowa zastawka aortalna, **C, D** – zastawka aortalna dwupłatkowa, zwapnienia płatków zastawki
Fig. 2. CT scan. **A, B** – normal aortic valve, **C, D** – bicuspid aortic valve, moderate calcification of the cusps of the aortic valve



Ryc. 3. Badanie CT, przekrój poprzeczny. **A** – zastawka aortalna dwupłatkowa, **B** – zastawka aortalna trójplatkowa. Zwapnienia w zastawce (strzałka)
Fig. 3. CT scan, axial image. **A** – bicuspid aortic valve, **B** – tricuspid aortic valve. Thickening and coarse calcification of the cusps of the aortic valve (arrow)



Ryc. 4. Badanie CT. **A, B** – prawidłowa zastawka mitralna (strzałki) w skurczu i rozkurczu, **C, D** – stenozą mitralną, powiększony lewy przedsionek, płatki zastawki pogrubiałe, ze zwapnieniami (strzałki)

Fig. 4. CT scan. **A, B** – normal mitral valve (arrows) during diastole and systole, **C, D** – mitral stenosis, a dilated left atrium, thickened and calcified mitral valve leaflets (arrows)

kurczowej i w tych przypadkach ocena parametrów funkcji serca jest niemożliwa. W praktyce klinicznej najczęściej oceniane są takie parametry LK jak: objętość końcowoskurczowa (ESV) i końcoworozkurczowa (EDV), frakcja wyrzutowa (EF), objętość wyrzutowa (SV), regionalna kurczliwość oraz pogrubienie ścian (ryc. 7. A–D). Istnieje wiele prac porównujących wartość tych parametrów uzyskanych w badaniu CT i metodą referencyjną, za jaką uznaje się rezonans magnetyczny, jak również w echokardiografii [3] i badaniu SPECT [4]. Stwierdzono wysoką zgodność pomiędzy CT a rezonansem magnetycznym w ocenie tych parametrów [5].

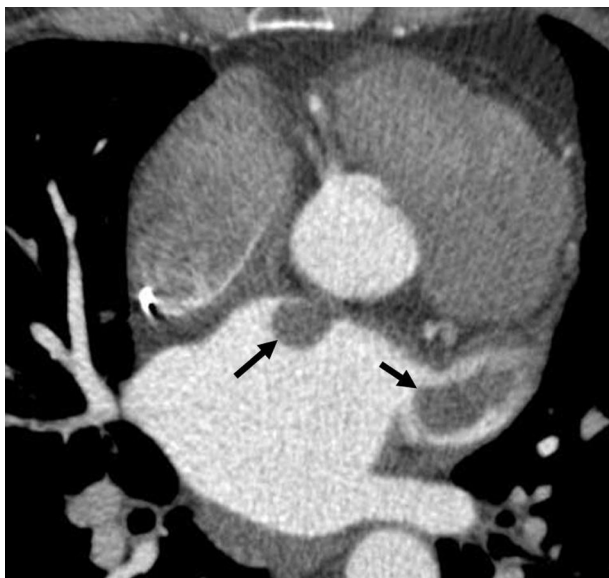
Ocena przegrody międzyprzedsionkowej i międzykomorowej

Bramkowane sygnałem EKG badanie serca umożliwia ocenę anatomii przegrody międzyprzedsionkowej i międzykomorowej, obecności ubytków (ryc. 8.), ich lokalizacji oraz towarzyszących patologii wewnątrzsercowych. Może to mieć istotne znaczenie u pacjentów przygotowywanych do operacji, u których wystąpiły trudności w ocenie echokardiograficznej.

Patologie dużych naczyń

Patologie dużych naczyń

Tomografia komputerowa odgrywa istotną rolę u pacjentów z nietypowymi, ostrymi dolegliwościami w klatce piersiowej, z ujemnymi wynikami enzymów sercowych i niecharakterystycznymi zmianami w EKG. W protokole tzw. potrójnego wykluczenia (ang. *triple rule-out*) można jednocześnie ocenić tętnice wieńcowe, aortę i tętnice płucne. Wykluczenie chorób stanowiących potencjalne zagrożenie dla życia pacjenta, takich jak istotne zwężenie tętnicy wieńcowej, zatorowość płucna czy ostry



Ryc. 5. Badanie CT, skrzepliny w lewym przedsionku (strzałki)

Fig. 5. CT scan. Thrombi in left atrium (arrows)

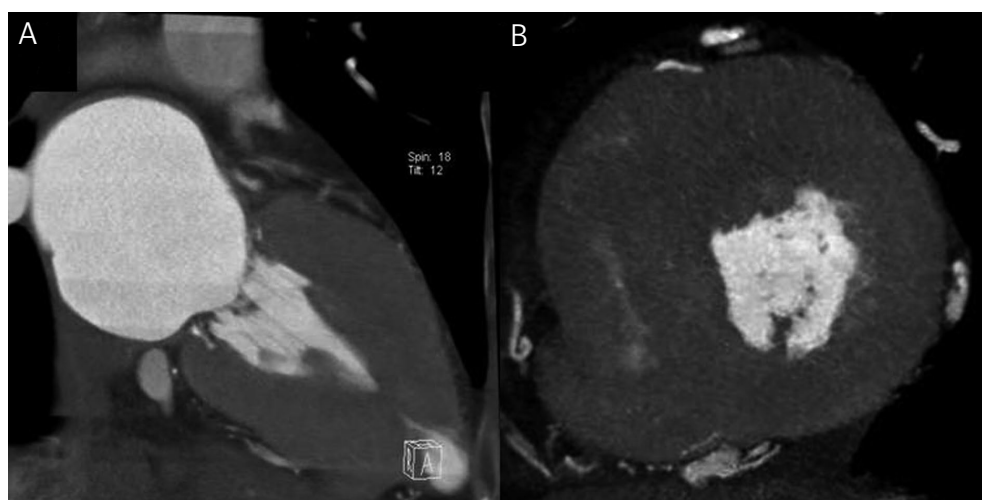
zespół aortalny, jest kluczowe dla dalszego postępowania z pacjentem. W przypadku pacjentów z podejrzeniem zatorowości płucnej lub rozwarstwienia aorty badanie CT znajduje się w I klasie zaleceń [6, 7]. Tomografia komputerowa pozwala na rozpoznanie rozwarstwienia aorty (ryc. 9.), tętniaka, krwaka śródściennego, owrzodzenia, jak również na dokładne pomiary aorty.

Obecność skrzeplin w świetle naczyń płucnych (ryc. 10.) i szerokość tętnic płucnych (zwężenia, tętniaki) można ocenić w trakcie badania naczyń wieńcowych. Przypadkowe znalezienie skrzeplin w tętnicach płucnych u pacjentów

ambulatoryjnych nie należy do rzadkości, zwłaszcza u pacjentów z wywiadem choroby nowotworowej [1].

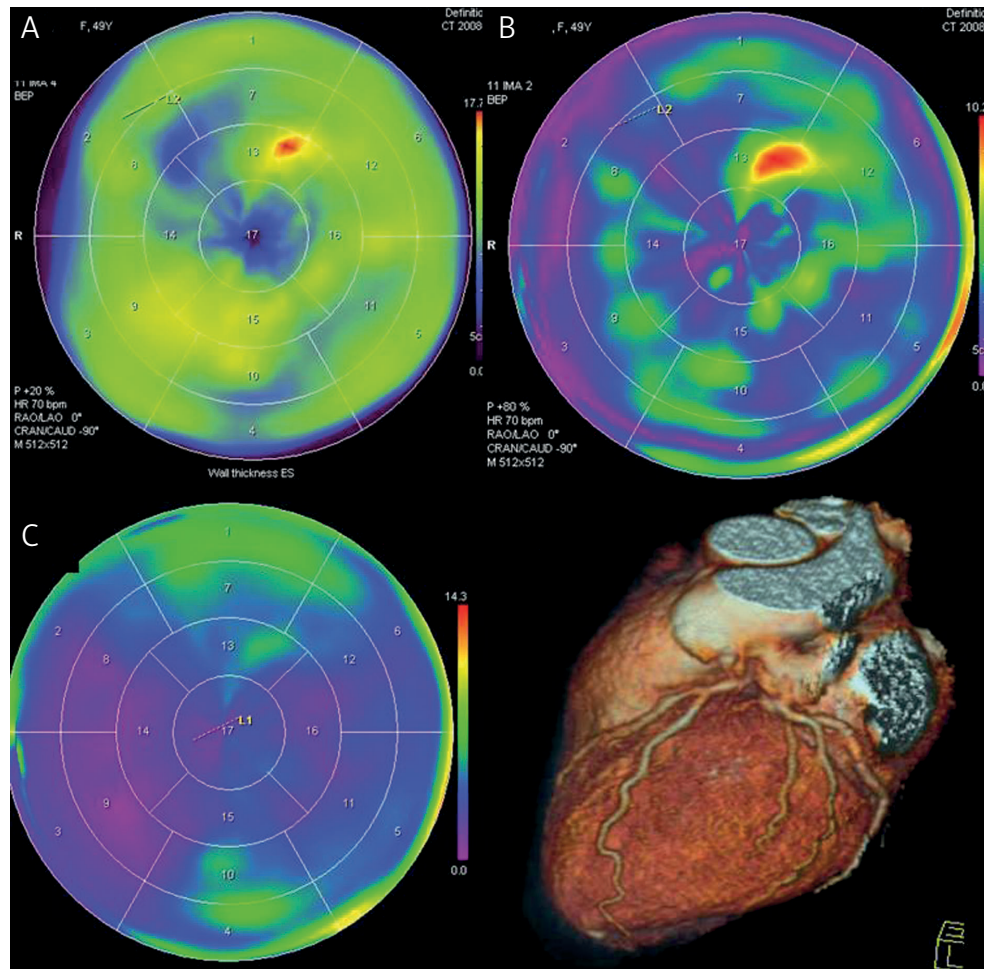
Przypadkowe znaleziska pozasercowe

Badanie CT serca oprócz danych dotyczących układu sercowo-naczyniowego dostarcza informacji o strukturach pozasercowych: śródpiersiu, płucach, opłucnej, ścianie klatki piersiowej, elementach kostnych oraz narządach nadbrzusza. Całościowa ocena tych struktur wymaga wykonania dodatkowych rekonstrukcji przy maksymalnym polu widzenia, obejmującym całą szerokość klatki piersiowej. Zawężając ocenę tylko do rekonstrukcji używanych do oceny naczyń wieńcowych, możemy pominąć szereg istotnych patologii. Kim i wsp. [8] opisują, że 47% nowotworów płuc wykrytych podczas badań CT serca nie było widocznych na wąskim polu badania ograniczonym tylko do serca. Dodatkowe rekonstrukcje nie narażają pacjenta na większą dawkę promieniowania i nie wydłużają czasu badania. Przypadkowo znalezione patologie pozasercowe mogą być odpowiedzialne za dolegliwości pacjenta i mogą mieć wpływ na dalsze postępowanie lecznicze. Częstość wykrywania patologii pozasercowych w trakcie badania naczyń wieńcowych wynosi 15–90% [9–17], natomiast patologie istotne, które wymagają dalszej diagnostyki lub leczenia, stwierdzone są w 4,2–38% przypadków [9]. Tak duże różnice w częstości wykrywania patologii pozasercowych związane są przede wszystkim z typem skanera, na którym wykonywane były badania, jak również z zakresem badania (tętnice wieńcowe vs pomosty wieńcowe) (tab. 1). Część znalezisk pozasercowych, takich jak niewielka ilość płynu w opłucnej, subsegmentalna niedodma czy wcześniej znane patologie, może mieć niewielki wpływ na dalsze postępowanie kliniczne. Natomiast istotne patologie, takie jak nowotwór płuca (ryc. 11.), śródpiersia, zapalenie płuc, tętniak, rozwarstwienie aorty oraz zatoro-



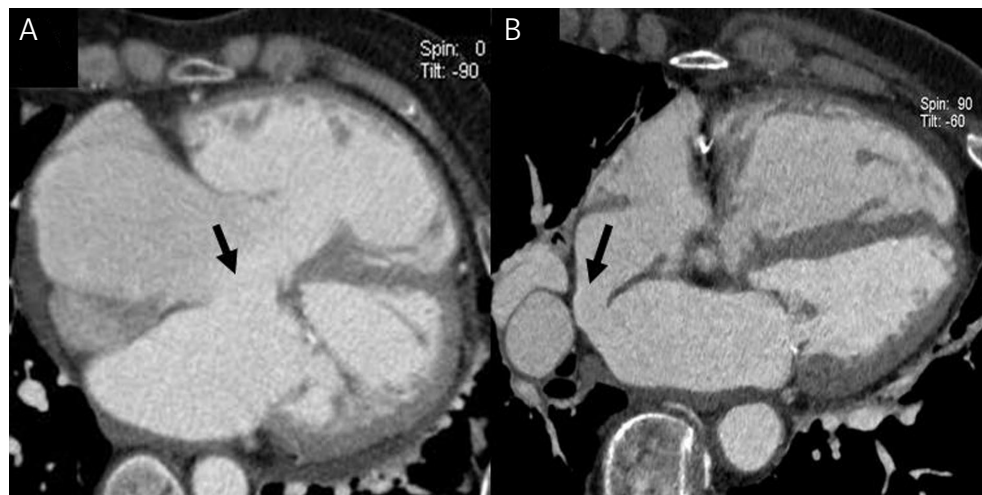
Ryc. 6. Badanie CT, kardiomiopatia przerostowa. **A** – przekrój dwujamowy w osi długiej, **B** – przekrój w osi krótkiej, znacznie pogrubiały mięsień lewej komory (strzałki)

Fig. 6. CT scan, hypertrophic cardiomyopathy. **A** – two-chamber long axis view, **B** – short axis view – severe wall thickening of left ventricle (arrows)



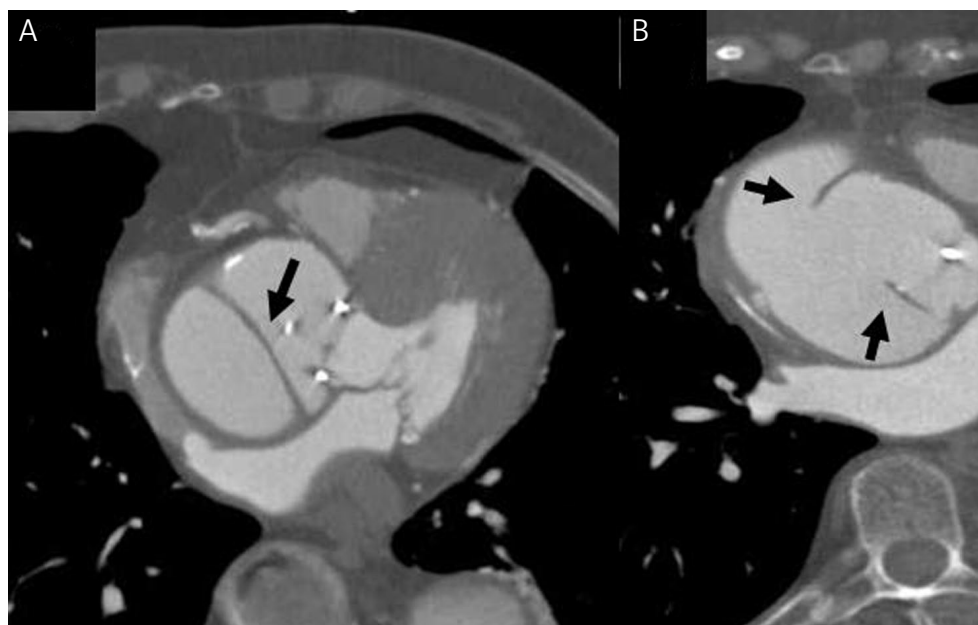
Ryc. 7. Badanie CT. Ocena funkcji lewej komory. Graficzna prezentacja grubości mięśnia (A), grubienia (B) i ruchomości (C)

Fig. 7. CT scan. Cardiac function analysis. Presentation of left ventricle thickness (A), systolic thickening (B) and wall motion (C)



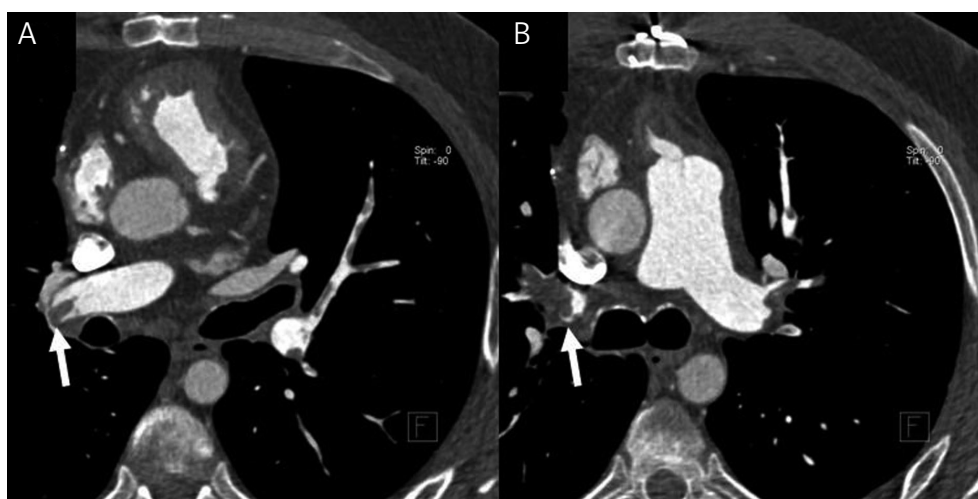
Ryc. 8. Badanie CT, przekrój poprzeczny. A – duży ubytek przegrody międzyprzedsionkowej typu ostium secundum (strzałka), powiększony prawy przedsionek i prawa komora, B – ubytek przegrody międzyprzedsionkowej typu sinus venosus (strzałka)

Fig. 8. CT scan, axial image. A – large atrial septal defect type ostium secundum (arrow), dilated right atrium and ventricle, B – atrial septal defect type sinus venosus (arrow)



Ryc. 9. Badanie CT, przekrój poprzeczny, rozwarstwienie aorty typu A. **A** – w świetle aorty widoczna odwarstwiona błona wewnętrzna (strzałka), **B** – w aorcie wstępującej widoczne wrota rozwarstwienia (strzałka)

Fig. 9. CT scan, axial image, aortic dissection type A. **A** – intimal flap visible in the ascending aorta, **B** – dissection entry tear is visible in the ascending aorta (arrow)



Ryc. 10. Badanie angio-CT w protokole „potrójnego wykluczenia”. Zatorowość płucna, liczne duże skrzepliny w tętnicach płucnych (strzałki)

Fig. 10. “Triple rule out” angio-CT. Pulmonary embolism, multiple, large thrombi in the pulmonary arteries (arrows)

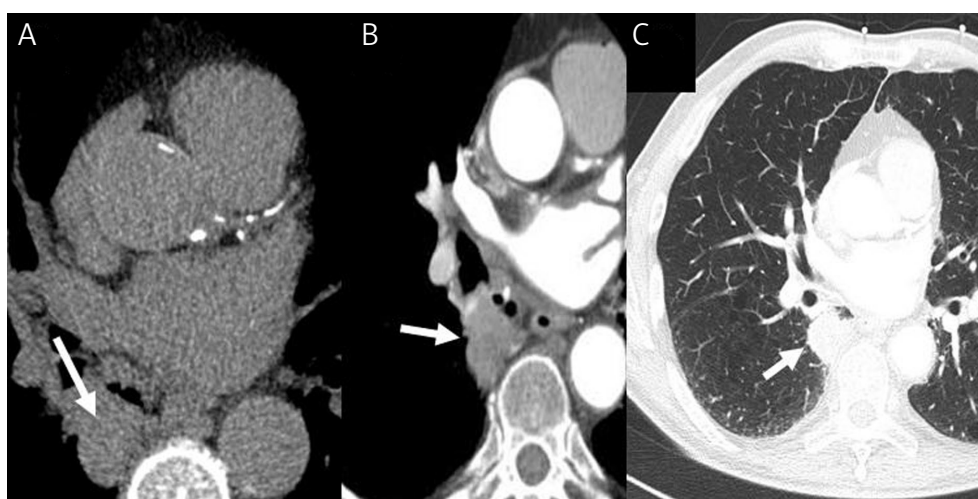
wość płucna [9], mają istotne znaczenie dla dalszego rokowania pacjenta i wymagają podjęcia właściwego leczenia, a w niektórych przypadkach pogłębienia diagnostyki.

Jedną z najczęstszych patologii pozasercowych wykrywanych podczas badania CT naczyń wieńcowych są guzki w płucach. Ich częstość określana jest na 5–20% [15, 18], najczęściej są to guzki poniżej 1 cm (9,3–19%), guzki większe od 1 cm wykrywane są w 0,6–2,4% przypadków [9, 18]

(ryc. 12.). W przypadku guzków litych większych od 1 cm zwiększa się prawdopodobieństwo, że mogą to być zmiany złośliwe i wymagają one poszerzenia diagnostyki. Nowotwory płuc wykrywane są rzadko, częstość ich występowania wynosi w tej grupie pacjentów 0,31–1% [9, 12, 18, 19]. Northam i wsp. [18] zwracają uwagę, że jest to częstość porównywalna z częstością wykrywania nowotworów podczas badań skriningowych w kierunku raka płuca (0,5–3,2%).

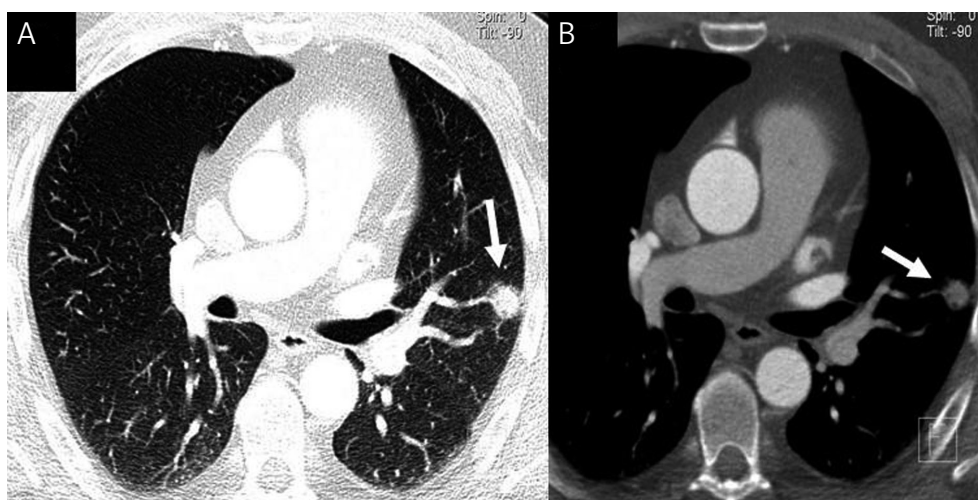
Tabela 1. Przypadkowe patologie wykryte podczas badań CT naczyń wieńcowych – przegląd piśmiennictwa
Table 1. *Incidental findings on cardiac CT – literature summary*

Źródło	Rok publikacji	Typ aparatu	Liczba pacjentów	Znaleziska przypadkowe [%]
Hunold et al. [10]	2001	EBCT	1812	34
Horton et al. [11]	2002	EBCT	1326	7,8
Onuma et al. [12]	2006	16 i 64 MDCT	503	58,1
Mueller et al. [13]	2007	16-MDCT	259	13
Kirsch et al. [14]	2007	64 MDCT	100	67
Burt et al. [15]	2008	4 i 16 MDCT	459	41
MacHaalany et al. [16]	2009	64 MDCT	966	41,5
Lazoura et al. [17]	2010	128 MDCT	1044	56



Ryc. 11. Badanie CT. **A** – calcium scoring, **B** – okno śródpiersiowe, **C** – okno płucne – guz prawej wnęki (strzałki)

Fig. 11. *CT scan. A – calcium scoring, B – mediastinal window, C – lung window – the mass at the right hilum (arrows)*



Ryc. 12. Badanie CT. **A** – okno płucne, **B** – okno śródpiersiowe, przypadkowo wykryty 12-milimetrowy guzek w płucu lewym (strzałka)

Fig. 12. *CT scan. A – lung window, B – mediastinal window, a 12 mm pulmonary nodule (arrow) has been incidentally found*

W ostatnim czasie podnoszona jest kwestia korzyści oraz kosztów związanych z przypadkowymi znaleziskami pozasercowymi. Nie kwestionuje się korzyści wynikających z wykrycia istotnych patologii, np. zatorowości płucnej, gdzie prawidłowe rozpoznanie wpływa na rokowanie pacjenta. Duży jednak procent przypadkowo wykrytych zmian wymaga pogłębienia diagnostyki lub wykonania badań kontrolnych. Wiąże się to z dodatkowymi, często znacznymi kosztami, z niepokojem pacjentów, jak również niekiedy z powikłaniami związanymi z procesem diagnostycznym, natomiast może nie mieć wpływu na chorobowość i śmiertelność [16]. Podkreślenia wymaga jednak fakt, że aby znaleźć istotne patologie, które mogą zmienić sposób leczenia i wpłynąć na rokowanie pacjenta, należy ocenić więcej niż tylko naczynia wieńcowe.

Podsumowanie

Badanie tętnic wieńcowych metodą wielorzędowej CT umożliwia ocenę nie tylko samych naczyń wieńcowych, ale również innych struktur sercowo-naczyniowych i pozasercowych. Wykorzystując dane zgromadzone podczas badania CT naczyń wieńcowych, można uzyskać informacje dotyczące patologii osierdzia, zastawek, jam i mięśnia sercowego. Wykonując dodatkowe rekonstrukcje, które nie narażają pacjenta na większą dawkę promieniowania i nie powodują pogorszenia jakości badania, możemy wykryć patologie pozasercowe, które mogą mieć istotne znaczenie dla dalszego postępowania klinicznego.

Piśmiennictwo

- Sundaram B, Patel S, Agarwal P i wsp. Anatomy and terminology for the interpretation and reporting of cardiac MDCT: part 2, CT angiography, cardiac function assessment, and noncoronary and extracardiac findings. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 192: 584-589.
- Chen JJ, Manning MA, Frazier A i wsp. Ct angiography of the cardiac valves: normal, diseased, and postoperative appearances. *Radiographics* 2009; 29: 1393-1412.
- Salm LP, Scuijff JD, Roos A i wsp. Global and regional left ventricular function assessment with 16-detector row CT: comparison with echocardiography and cardiovascular magnetic resonance *Eur J Echocardiogr* 2006; 7: 308-314.
- Schepis T, Gaemperli O, Koepfli P i wsp. Comparison of 64-slice CT with gated SPECT for evaluation of left ventricular function. *J Nucl Med* 2006; 47: 1288-1294.
- Yamamuro M, Tadamura E, Kubo S i wsp. Cardiac functional analysis with multi-detector row CT and segmental reconstruction algorithm: comparison with echocardiography, SPECT, and MR. *Imaging Radiology* 2005; 234: 381-390.
- Torbicki A, Perrier A, Konstantinides S i wsp. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *Eur Heart J* 2008; 29: 2276-2315.
- Erbel R, Alfonso F, Boileau C i wsp. Diagnosis and management of aortic dissection. *Eur Heart J* 2001; 22: 1642-1681.
- Kim TJ, Han DH, Jin KN i wsp. Lung cancer detected at cardiac CT: prevalence, clinicoradiologic features, and importance of full-field-of-view images. *Radiology* 2010; 255: 369-376.
- Koonce J, Schoepf J, Nguyen S i wsp. Extra-cardiac findings at cardiac CT: experience with 1,764 patients. *Eur Radiol* 2009; 19: 570-576.
- Hunold R, Schermund A, Seibel RM i wsp. Prevalence and clinical significance of accidental findings in electron-beam tomographic scans for coronary artery calcification. *Eur Heart J* 2001; 22: 1748-1758.
- Horton KM, Post WS, Blumenthal RS i wsp. Prevalence of incidental findings on electron-beam computed tomography coronary artery calcium screening examinations. *Circulation* 2002; 106: 532-534.
- Onuma Y, Tanabe K, Nakazawa G i wsp. Noncardiac findings in cardiac imaging with multidetector computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 402-406.
- Mueller J, Jeudy J, Poston R i wsp. Cardiac CT angiography after coronary bypass surgery: prevalence of incidental findings. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 189: 414-419.
- Kirsch J, Araoz PA, Steinberg FB i wsp. Prevalence and significance of incidental extracardiac findings at 64-multidetector coronary CTA. *J Thorac Imaging* 2007; 22: 330-334.
- Burt JR, Iribarren C, Fair JM i wsp. Incidental findings on cardiac multidetector row computed tomography among healthy older adults. *Arch Inter Med* 2008; 168: 756-761.
- MacHaalany J, Yam Y, Ruddy T i wsp. Potential clinical and economic consequences of noncardiac incidental findings on cardiac computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2009; 54: 1533-1541.
- Lazoura O, Vassiou K, Kanavou T i wsp. Incidental non-cardiac Winding of a coronary angiography with a 128-slices multi-detector CT scanner: should we only concentrate on the heart? *Korean J Radiol* 2010; 11: 60-68.
- Northam M, Koonce J, Ravenel JG. Pulmonary nodules detected at cardiac CT: comparison of images in limited and full fields of view. *AJR Am J Roentgenol* 2008; 191: 878-881.
- Kim TJ, Han DH, Jin KN i wsp. Lung cancer detected AT cardiac CT: prevalence, clinicoradiologic features, and importance of full-field-of-view images. *Radiology* 2010; 255: 369-376.