

## ARTYKUŁ POGLĄDOWY/REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 07.05.2013 • Zaakceptowano/Accepted: 11.06.2013

© Akademia Medycyny

### **Nowa uniwersalna definicja zawału serca Część 4. Badania obrazowe**

### ***New universal definition of myocardial infarction Part 4. Imaging modalities***

**Jerzy Sacha<sup>1</sup>, Tomasz Brzostowicz<sup>1</sup>, Przemysław Guzik<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Oddział Kardiologii, Wojewódzkie Centrum Medyczne w Opolu

<sup>2</sup> Katedra i Klinika Intensywnej Terapii Kardiologicznej i Chorób Wewnętrznych,  
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu



## **Streszczenie**

Nieinwazyjne badania obrazowe, takie jak echokardiografia, wentrykulografia izotopowa, scyntygrafia perfuzyjna, rezonans magnetyczny, pozytronowa tomografia emisyjna i tomografia komputerowa serca mogą być wykorzystane u chorych z ostrym zespołem wieńcowym do potwierdzenia lub wykluczenia zawału serca. W celu rozpoznania zawału zwykle poszukuje się zaburzeń kurczliwości odcinkowej mięśnia sercowego, jego ścieńczenia bądź zaburzeń perfuzji. Echokardiografia jest pierwszym i najważniejszym badaniem obrazowym w zawale, jednakże inne metody, w szczególności tomografia komputerowa, rezonans magnetyczny oraz techniki izotopowe, mają coraz większe zastosowanie u chorych z ostrym niedokrwieniem mięśnia sercowego. Wspomniane metody obrazowe dostarczają również dodatkowych informacji dotyczących rozległości uszkodzenia zawałowego, funkcji serca, obecności powikłań zawału, a także w wielu przypadkach odległego rokowania. Należy jednak podkreślić, że wykazanie zaburzeń kurczliwości lub perfuzji mięśnia sercowego bez innych danych klinicznych, w szczególności objawów klinicznych oraz wzrostu i/lub spadku biochemicznych wskaźników uszkodzenia mięśnia sercowego, nie upoważnia do rozpoznania świeżego zawału serca. *Anestezjologia i Ratownictwo 2013; 7: 213-218.*

*Słowa kluczowe: zawał serca, uszkodzenie mięśnia sercowego, echokardiografia, tomografia komputerowa, rezonans magnetyczny, techniki radioizotopowe*

## **Abstract**

Non-invasive imaging such as echocardiography, radionuclide ventriculography, myocardial perfusion scintigraphy, single photon emission computed tomography, magnetic resonance imaging, positron emission tomography and computed tomography may be used in patients with acute coronary syndrome to confirm or exclude the diagnosis of myocardial infarction. The presence of regional wall motion abnormality or thinning or perfusion defect is needed to diagnose myocardial infarction. Echocardiography is the first and most important imaging technique in the diagnosis of myocardial infarction. However, other methods as cardiac computer tomography, magnetic resonance and myocardial scintigraphy are more and more commonly used in patients with acute coronary syndrome. All mentioned imaging techniques provide further information on the extent of infarct myocardial injury, cardiac function, the presence of post-infarction complications and the long-term prognosis. It must be underlined that the presence of abnormal myocardial contractility or perfusion without other clinical features of myocardial infarction, particularly clinical symptoms and a change in concentration

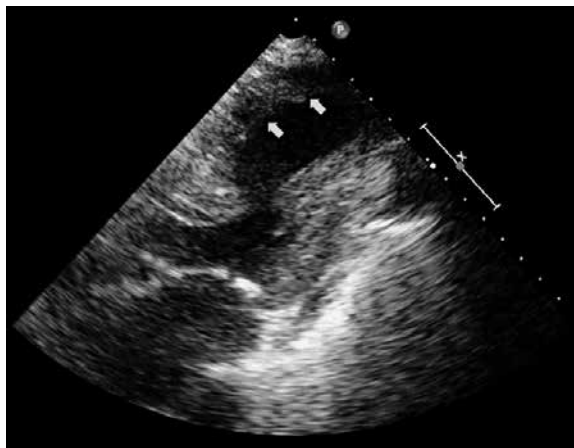
of cardiac biomarkers, is insufficient to diagnose acute myocardial infarction. *Anestezjologia i Ratownictwo* 2013; 7: 213-218.

*Keywords: myocardial infarction, myocardial injury, echocardiography, computer tomography, magnetic resonance, radionuclide imaging*

Do rozpoznania zawału serca niezbędnym warunkiem jest udowodnienie niedokrwienego pochodzenia podwyższonych wartości wskaźników uszkodzenia mięśnia sercowego [1-3]. Takim dowodem mogą być objawy kliniczne zawału, zmiany niedokrwienne w EKG, ale także cechy niedokrwienia w badaniach obrazowych [1,4]. Badania obrazowe stanowią ogromną wartość nie tylko w potwierdzeniu zawału serca, ale również w wykluczeniu innych chorób naśladujących zawał. Dotyczy to w szczególności ostrego zespołu wieńcowego (OZW) bez uniesienia odcinka ST w EKG [5]. Pod obrazem OZW bez uniesienia ST może kryć się szereg ostrych schorzeń kardiologicznych i niekardiologicznych bezpośrednio zagrażających życiu, w szczególności: tętniak rozwarstwiający aorty, zator tętnicy płucnej, tamponada osierdzia, ostra dysfunkcja zastawek serca, czy odma opłucnowa. Badania obrazowe z dużym prawdopodobieństwem pozwalają wykluczyć wspomniane choroby. Oznacza to, że chorego z OZW bez uniesienia ST nie powinno poddawać się diagnostyce inwazyjnej bez wcześniejszego przeprowadzenia badań obrazowych (najczęściej echokardiografii) [5]. W przypadku chorych z OZW z uniesieniem odcinka ST sytuacja jest prostsza, bowiem w tych przypadkach najistotniejsze jest jak najszybsze zastosowanie leczenia reperfuzyjnego, a badania dodatkowe (w tym obrazowe) nie powinny opóźniać reperfuzji [6].

W niniejszym artykule zajmiemy się metodami obrazowymi stosowanymi w diagnostyce zawału serca. Najważniejszym i najczęściej przeprowadzanym badaniem u chorego z OZW jest echokardiografia (UKG), rzadziej wykonuje się tomografię komputerową (TK) i rezonans magnetyczny (MRI, magnetic resonance imaging), a do wyjątkowych rzadkości w warunkach polskich należą: tomografia emisyjna pojedynczego fotonu (SPECT, single photon emission computed tomography), wentrykulografia izotopowa czy pozytronowa emisyjna tomografia (PET, positron emission tomography). Z uwagi na dostępność, nieinwazyjność i prostotę badania, echokardiografia jest najpowszechniej stosowana u wszystkich chorych

z OZW. Stwierdzenie w UKG nowych odcinkowych zaburzeń kurczliwości, przy sugestywnym obrazie klinicznym praktycznie potwierdza ostre niedokrwienie serca (rycina 1). Dodatkowo UKG dostarcza informacji o rozmiarach niedokrwionego mięśnia, globalnej czynności skurczowej serca oraz funkcji zastawek. Za pomocą UKG możemy śledzić zarówno proces gojenia się obszaru zawałowego i odzyskiwania kurczliwości przez ogłuszony mięsień sercowy, jak i ocenić jego żywotność oraz rezerwę wieńcową. Echokardiografia pozwala także najszybciej, w tym bezpośrednio przy łóżku chorego, wykryć powikłania zawału serca. Nie bez znaczenia jest również fakt, że wynik UKG jest praktycznie natychmiast osiągalny i nie wymaga czasochłonnej analizy po akwizycji sygnału, jak np. w przypadku rezonansu magnetycznego czy tomografii komputerowej serca. Tabela I podsumowuje zastosowanie echokardiografii u chorych z zawałem serca.



Rycina 1. Badanie UKG wykonane w izbie przyjęć u chorego z zawałem ściany przedniej pokazuje akinezę segmentów przednich (strzałki)

Figure 1. Echocardiography in a patient admitted to an emergency room reveals an anterior myocardial infarction with corresponding regional akinesis of anterior segments (arrows)

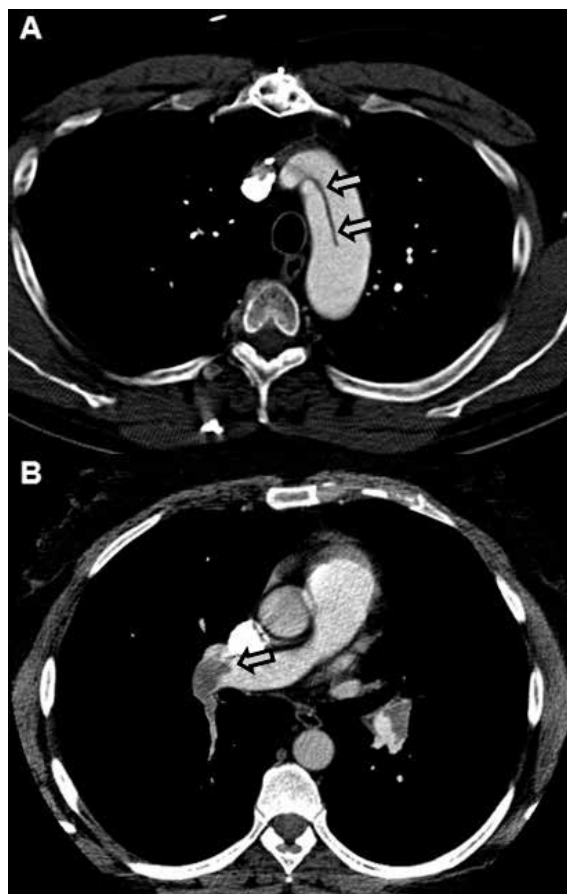
Tabela I. Zastosowanie echokardiografii w zawale serca

Table I. Application of echocardiography in myocardial infarction

<b>Ocena ostrego niedokrwienia mięśnia sercowego:</b>
- odcinkowe zaburzenia kurczliwości - stopień ścięczenia niedokrwionych segmentów mięśnia - ocena globalnej funkcji skurczowej (frakcja wyrzutowa) - dysfunkcja zastawek (niedokrwienność mitralna)
<b>Powikłania zawału serca:</b>
- pęknięcie struny ścięgnowej lub mięśnia brodawkowego - pęknięcie przegrody międzykomorowej - pęknięcie wolnej ściany lewej komory (echogenna treść w worku osierdziowym) - odczyn osierdziowy w przebiegu zawału serca (zespół Dresslera) - tamponada osierdzia
<b>Ocena funkcji serca po zawale:</b>
- kurczliwość globalna i odcinkowa - ocena rezerwy wieńcowej i istotności zwężeń w naczyniach wieńcowych: a) echokardiografia wysiłkowa b) echokardiografia z obciążeniem farmakologicznym (dobutamina, adenozylna, dypirydamol) - ocena żywotności mięśnia sercowego
<b>Kwalifikacja chorych po zawale do zabiegów kardiochirurgicznych i kardiologicznych:</b>
- wady zastawkowe - powikłania mechaniczne zawału - prewencja pierwotna nagłego zgonu sercowego (kwalifikacja do wszczepienia kardiowertera-defibrylatora).

Kolejną cenną metodą diagnostyczną jest tomografia komputerowa. We wczesnej fazie zawału TK może potencjalnie zobrazować obszar uszkodzenia w postaci ogniskowego obniżenia wychwytu kontrastu w mięśniu sercowym (taki obraz w późniejszych fazach daje objaw opóźnionego wzmocnienia) [7]. Jednakże badanie to ma przede wszystkim ogromną wartość w wykluczeniu innych schorzeń naśladujących zawał. Współcześnie używane aparaty TK dają możliwość tzw. potrójnego wykluczenia (triple-rule-out), tzn. za pomocą angiografii TK jesteśmy w stanie diagnozować jednocześnie trzy choroby naczyniowe: chorobę wieńcową, zator tętnicy płucnej i rozwarstwienie aorty (rycina 2), a także dodatkowo obrazować otaczające struktury klatki piersiowej [8]. Wadą badania jest duża dawka promieniowania i kontrastu, jakie otrzymuje

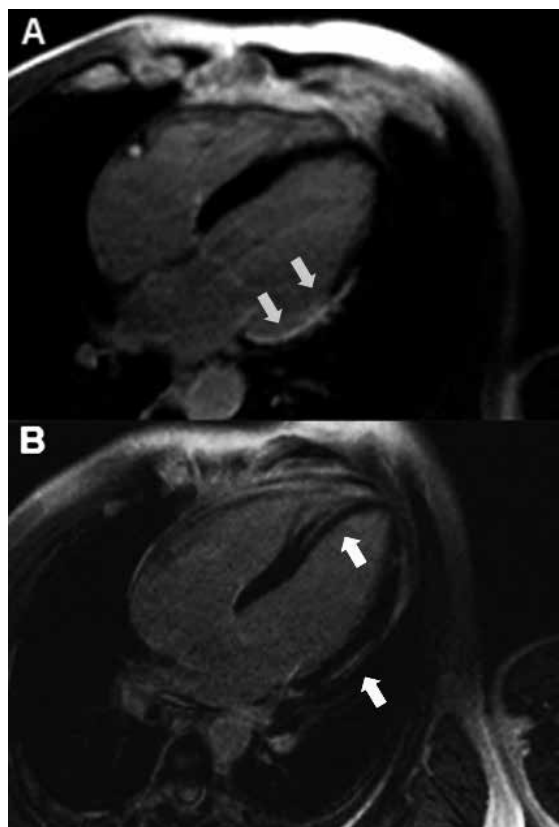
pacjent. Sprawia to, iż obecnie TK nie jest powszechnie wykorzystywana do oceny chorego z bólem w klatce piersiowej w izbie przyjęć [9]. Stały rozwój technologiczny urządzeń powoduje, że charakteryzują się one coraz mniejszą ekspozycją promieniowania, wyższą jakością obrazów, a jednocześnie wymagają mniejszych ilości kontrastu [10]. Istnieją zatem szanse, by w niedalekiej przyszłości TK stało się rutynową metodą oceny chorego z ostrym bólem w klatce piersiowej.



Rycina 2. Badanie TK: A – chory z rozwarstwieniem aorty piersiowej, strzałki pokazują odwarstwowaną błonę wewnętrzną; B – chory z zatorem tętnicy płucnej, strzałka wskazuje materiał zatorowy

Figure 2. Chest computer tomography: A – a patient with a dissection of thoracic aorta – arrows show the dissected inner aortic layer; B – a patient with an acute pulmonary embolism – an arrow shows the pulmonary thrombus

Kolejną niezwykle cenną metodą jest rezonans magnetyczny (MRI) serca, który dostarcza informacji o morfologii, funkcji i do pewnego stopnia ultrastrukturze mięśnia sercowego. W ostrej fazie zawału, jeszcze przed wyrzutem markerów sercowych, MRI potrafi wykazać obrzęk mięśniówki, który może utrzymywać się przez parę tygodni. Natomiast kilka dni po zawale, wraz z wytwarzaniem tkanki łącznej, można zobrazować bliznę pozawałową w postaci obszarów tzw. opóźnionego wzmocnienia pokontrastowego – jest to jedna z najcenniejszych informacji, jakich dostarcza MRI [11,12]. Blizna o charakterze niedokrwiennym lokalizuje się podwsierdziowo lub zajmuje całą grubość mięśnia, w przeciwieństwie do innych chorób serca (zapalenie, kardiomiopatie), gdzie blizny umiejscawiają się śródmięśniowo lub podnasierdziowo (rycina 3) [13,14]. Dzięki temu można różnicować zawał serca z ostrym zapaleniem mięśnia sercowego. Metoda ta sprawdza się szczególnie u chorych bez istotnych zmian w naczyniach wieńcowych, ale z podwyższonymi wartościami wskaźników uszkodzenia mięśnia sercowego – niejednokrotnie jedynie MRI pozwala w takich przypadkach postawić właściwe rozpoznanie. MRI daje również szansę wiarygodnego zdiagnozowania kardiomiopatii takotsubo, która do złudzenia naśladuje zawał serca – w tej chorobie nie stwierdza się blizn w mięśniu sercowym [15]. Osobnym aspektem jest ocena żywotności mięśnia sercowego. Stwierdzenie w rezonansie blizny zajmującej ponad 50% grubości mięśnia lub blizny pełnościennej, świadczy o braku dostatecznej żywotności, co sugeruje, że rewaskularyzacja nie przyniesie korzyści choremu [16]. Dodatkowo, ocena uszkodzenia pozawałowego w rezonansie magnetycznym pozwala ocenić odległe rokowanie chorego po zawale serca [11]. Za pomocą MRI możemy także diagnozować powikłania zawału: tętniak lewej komory, skrzepliny wewnątrzsercowe czy podostrą perforację mięśnia sercowego. MRI ma również zastosowanie w ocenie rezerwy wieńcowej, tzn. jest w stanie wykazać zaburzenia perfuzji i funkcji mięśnia w trakcie indukowanego farmakologicznie (adenozyna, dobutamina) niedokrwienia [17]. Ma to szczególne znaczenie u osób niezdolnych do wysiłku fizycznego, ze słabą widocznością echokardiograficzną, u których rutynowe metody oceny niedokrwienia nie są możliwe. Podsumowując, MRI jest nieocenioną metodą diagnostyczną po ostrej fazie zawału serca.

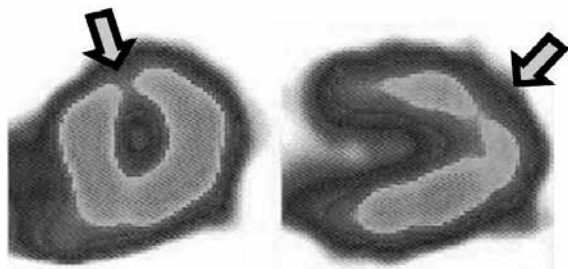


Rycina 3. Badanie MRI: A – chory po zawale serca, obszary późnego wzmocnienia (blizna) zajmują warstwy podwsierdziowe i całą grubość mięśnia ściany bocznej; B – chory z zapaleniem mięśnia sercowego, obszary późnego wzmocnienia lokalizują się śródmięśniowo (przegroda) oraz podnasierdziowo (ściana boczna)

Figure 3. Cardiac magnetic resonance imaging: a patient with myocardial infarction – areas of the late contrast enhancement (infarct scar) localize in the subendocardial and transmural regions; B – a patient with myocarditis – areas of the late contrast enhancement are localized intramurally (intraventricular septum) and subendocardially (lateral wall)

Najbardziej stosowanymi w Polsce metodami są techniki radioizotopowe. Mogą one potencjalnie bezpośrednio ocenić żywotność niedokrwionego mięśnia, co wynika z faktu, iż znaczniki izotopowe wychwytywane są przez żyjące komórki – Tal-201,

Technet-99m MIBI i tetrofosminy w badaniu SPECT oraz F-2-fluorodeoksyglukoza (FDG) i Rubid-82 w badaniu PET. Jednakże ze względu na niską rozdzielczość obrazów, nie jest możliwe wykrycie małych obszarów zawału mięśnia sercowego [1,18]. Dodatkowo z powodów logistycznych, szczególnie w warunkach polskich, badania te nie mają zastosowania w szybkiej diagnostyce chorych z bólem w klatce piersiowej w izbie przyjęć. Jednakże metody te sprawdzają się w diagnostyce pacjentów po zawale, w szczególności w ocenie żywotności mięśnia sercowego oraz rezerwy wieńcowej, tzn. w ocenie niedokrwienia mięśnia w trakcie obciążenia wysiłkiem fizycznym lub próbami farmakologicznymi. Rycina 4 przedstawia wynik badania SPECT z użyciem Tc-99m MIBI u chorego z przeżyłym zawałem serca.



Rycina 4. Chory po zawale serca, SPECT wykazuje brak wychwytu znacznika w warunkach spoczynkowych w zakresie ściany przedniej (blizna pozawałowa – strzałki)

Figure 4. A patient after myocardial infarction – a resting SPECT shows a lack of the isotope uptake within the anterior wall (post-infarction myocardial scar – arrows)

Podsumowując, badania obrazowe w ostrej fazie zawału dostarczają danych służących do potwierdzenia lub wykluczenia zawału, ostrych pozawieńcowych chorób serca i/lub pozawieńcowych przyczyn naśladujących OZW. W celu rozpoznania zawału zwykle poszukujemy zaburzeń kurczliwości odcinkowej mięśnia sercowego, jego ścieńczenia bądź zaburzeń perfuzji. Badanie UKG nadal pozostaje pierwszym i najważniejszym badaniem obrazowym w zawale serca. Należy jednak podkreślić, że wykazanie zaburzeń kurczliwości mięśnia sercowego, bez innych danych klinicznych, w szczególności objawów i/lub dynamicznych zmian stężenia markerów uszkodzenia mięśnia sercowego nie upoważnia do rozpoznania świeżego zawału.

#### Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

#### Adres do korespondencji:

✉ Jerzy Sacha  
Wojewódzkie Centrum Medyczne, Oddział Kardiologii  
Al. Witosa 26; 45-418 Opole  
☎ (+48 77) 452 06 60  
✉ sachaj@op.pl

#### Piśmiennictwo

1. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Simoons ML, Chaitman BR, White HD, et al. Third Universal definition of myocardial infarction. *Eur Heart J* 2012;33:2551-67.
2. Sacha J, Guzik P. Nowa uniwersalna definicja zawału serca - omówienie ogólne. *Anest Ratow* 2012;6:194-7.
3. Sacha J, Guzik P. Nowa uniwersalna definicja zawału serca Część 2. Wskaźniki biochemiczne martwicy mięśnia sercowego. *Anest Ratow* 2012;6:430-3.
4. Sacha J, Guzik P. Nowa uniwersalna definicja zawału serca Część 3. Kryteria elektrokardiograficzne. *Anest Ratow* 2013;7:63-8.
5. Hamm CW, Bassand JP, Agewall S, Bax J, Boersma E, Bueno H, et al. ESC Committee for Practice Guidelines. ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute coronary syndromes (ACS) in patients presenting without persistent ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2011;32:2999-3054.

6. Task Force on the management of ST-segment elevation acute myocardial infarction of the European Society of Cardiology (ESC), Steg PG, James SK, Atar D, Badano LP, Blömmström-Lundqvist C, Borger MA, et al. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur Heart J* 2012;33:2569-619.
7. Schuleri KH, George RT, Lardo AC. Assessment of coronary blood flow with computed tomography and magnetic resonance imaging. *J Nucl Cardiol* 2010;17:582-90.
8. Halpern EJ. Triple-rule-out CT angiography for evaluation of acute chest pain and possible acute coronary syndrome. *Radiology* 2009;252:332-45.
9. Maddler RD, Raff GL, Hickman L, Foster NJ, McMurray MD, Carlyle LM, et al. Comparative diagnostic yield and 3-month outcomes of "triple rule-out" and standard protocol coronary CT angiography in the evaluation of acute chest pain. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2011;5:165-71.
10. Durmus T, Rogalla P, Lembcke A, Mühler MR, Hamm B, Hein PA. Low-dose triple-rule-out using 320-row-detector volume MDCT--less contrast medium and lower radiation exposure. *Eur Radiol* 2011;21:1416-23.
11. Kim HW, Faraneh-Far A, Kim RJ. Cardiovascular magnetic resonance in patients with myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:1-16.
12. Beek AM, van Rossum AC. Cardiovascular magnetic resonance imaging in patients with acute myocardial infarction. *Heart* 2010;96:237-43.
13. Mahrholdt H, Wagner A, Judd RM, Sechtem U, Kim RJ. Delayed enhancement cardiovascular magnetic resonance assessment of non-ischaemic cardiomyopathies. *Eur Heart J* 2005;26:1461-74.
14. Assomull RG, Lyne JC, Keenan N, Gulati A, Bunce NH, Davies SW, et al. The role of cardiovascular magnetic resonance in patients presenting with chest pain, raised troponin, and unobstructed coronary arteries. *Eur Heart J* 2007;28:1242-9.
15. Mitchell JH, Hadden TB, Wilson JM, Achari A, Muthupillai R, Flamm SD. Clinical features and usefulness of cardiac magnetic resonance imaging in assessing myocardial viability and prognosis in Takotsubo cardiomyopathy (transient left ventricular apical ballooning syndrome). *Am J Cardiol* 2007;100:296-301.
16. Rahimtoola SH, Dilsizian V, Kramer CM, Marwick TH, Vanoverschelde JL. Chronic ischemic left ventricular dysfunction: from pathophysiology to imaging and its integration into clinical practice. *JACC Cardiovasc Imaging* 2008;1:536-55.
17. Jahnke C, Nagel E, Gebker R, Kokocinski T, Kelle S, Manka R, et al. Prognostic value of cardiac magnetic resonance stress tests: adenosine stress perfusion and dobutamine stress wall motion imaging. *Circulation* 2007;115:1769-76.
18. Stillman AE, Oudkerk M, Bluemke D, Bremerich J, Esteves FP, Garcia EV, et al.; North American Society of Cardiovascular Imaging; European Society of Cardiac Radiology. Assessment of acute myocardial infarction: current status and recommendations from the North American society for Cardiovascular Imaging and the European Society of Cardiac Radiology. *Int J Cardiovasc Imaging* 2011;27:7-24.