

Badanie rezonansem magnetycznym przeprowadzone bez powikłań u chorego z wszczepionym kardiowerterem-defibrylatorem

Magnetic resonance imaging in a patient with an implantable cardioverter-defibrillator

Marcin Fijałkowski¹, Maksymilian Mielczarek¹, Edyta Szurowska², Dariusz Zacharek³, Maciej Kempa³, Karolina Dorniak⁴, Michał Bohdan¹, Agnieszka Sabisz², Mirosława Dubaniewicz², Andrzej Rynkiewicz¹

¹I Katedra i Klinika Kardiologii, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk

²Zakład Radiologii, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk

³II Katedra i Klinika Kardiologii i Elektroterapii, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk

⁴Zakład Diagnostyki Chorób Serca, II Katedra Kardiologii i Elektroterapii, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk

Abstract

The number of patients with cardiac pacemakers (PM), implantable cardioverter-defibrillators (ICD) and cardiac resynchronisation therapy PM systems is increasing. The number of magnetic resonance imaging (MRI) examinations is also growing and amounts to about 60 million tests per year worldwide. The presence of an ICD is still considered to be an absolute contraindication to MRI by most experts. We present a patient with an implanted ICD who successfully underwent brain MRI with use of special precautions.

Key words: magnetic resonance imaging, implantable cardioverter-defibrillators

Kardiol Pol 2013; 71, 6: 618–620

WSTĘP

Liczba pacjentów korzystających ze stymulatorów serca (PM), wszczepialnych kardiowerterów-defibrylatorów (ICD) czy układów resynchronizujących (CRT) stale wzrasta. Rośnie również liczba badań wykonywanych za pomocą rezonansu magnetycznego (MRI) i wynosi ok. 60 mln rocznie w skali świata [1]. Przewiduje się, że ok. 50% pacjentów z ICD będzie wymagać w ciągu swojego życia wykonania MRI. Obecność ICD jest uznawana nadal przez większość ekspertów za bezwzględne przeciwwskazanie do przeprowadzenia MRI. Poniżej przedstawiono przypadek pacjenta z ICD, u którego przy zastosowaniu szczególnych środków ostrożności pomyślnie wykonano MRI mózgowia.

OPIS PRZYPADKU

Pacjenta w wieku 69 lat przyjęto do I Kliniki Kardiologii UCK Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego w celu przygotowania do MRI mózgowia przed implantacją układu do stymulacji

głębokiej mózgu w ramach leczenia choroby Parkinsona, która przebiegała z nasilonymi objawami niereagującymi na farmakoterapię. Dokładne obrazowanie mózgowia za pomocą MRI było warunkiem koniecznym do implantacji układu do stymulacji głębokiej mózgu [2]. Kilka miesięcy wcześniej pacjentowi implantowano ICD (Fortify VR, St. Jude) w ramach prewencji wtórnej nagłego zatrzymania krążenia. Chorego poinformowano wyczerpująco o potencjalnym zagrożeniu związanym z MRI, które bez zastrzeżeń zaakceptował i podpisał świadomą zgodę na wykonanie badania. Przy przyjęciu w EKG stwierdzono rytm stymulowany w trybie VVI o częstotliwości 60/min. Możliwe było zwolnienie rytmu stymulacji do 30/min ze względu na obecny własny rytm komór o średniej częstotliwości ok. 50/min w przebiegu utrwalonego migotania przedsionków. Wyłączono wszystkie funkcje przerywania częstoskurczu, pozostawiając jedynie włączoną funkcję detekcji tachyarytmii komorowych. W badaniu echokardiograficznym uwidoczniło elektrodę ICD biegnącą do wierzchołka prawej komory.

Adres do korespondencji:

dr n. med. Marcin Fijałkowski, I Katedra i Klinika Kardiologii, Gdański Uniwersytet Medyczny, ul. Dębinki 7, 80–952 Gdańsk, tel: +48 58 349 25 04,

e-mail: mfijałkowski@gumed.edu.pl

Praca wpłynęła: 22.12.2011 r.

Zaakceptowana do druku: 28.12.2011 r.

Copyright © Polskie Towarzystwo Kardiologiczne

Tabela 1. Parametry obrazowania za pomocą rezonansu magnetycznego w trakcie badania mózgowia

Sekwencja	α	TR/TE [ms]	Czas trwania skanu	SAR [W/kg]	Pozostałe dane
Badanie przeglądowe, płaszczyzna strzałkowa (echo gradientowe)	20	16/3	4,11 s	0,12	Th 10 mm FOV 350 256 × 256 NSA 1
Badanie przeglądowe trójpłaszczyznowe (echo gradientowe)	20	16/3	6 s	0,03	Th 10 mm FOV 300 256 × 256 NSA 1
Echo spinowe (płaszczyzna strzałkowa)	90	200/20	3,42 s	0,96	Th 10 mm FOV 300 256 × 256 NSA 1
T2-zależne szybkie echo spinowe wysokiej rozdzielczości (płaszczyzna poprzeczna)	90	10597/105	16,30 min	0,93	Th 2,0 mm FOV 270 TF 16 512 × 512 NSA 3
Echo gradientowe z kontrastem (płaszczyzna poprzeczna)	8	15/4	16,23 min	0,19	Th 2,0 mm FOV 270 512 × 512 NSA 2

α — kąt wzbudzenia; TE — czas echa; TR — czas repetycji; SAR — swoiste tempo absorpcji; Th — grubość warstwy; FOV — wielkość okna zainteresowania; NSA — liczba powtórzeń; TF — współczynnik przyspieszenia (liczba ech użytecznych)

Wyjściowe stężenie markerów martwicy mięśnia sercowego było w normie. Badanie MRI mózgowia wykonano skanerem o indukcji pola magnetycznego 1,5 T (Eclipse – Picker) przy użyciu głowowej cewki nadawczo-odbiorczej. Wykonano szczegółowe sekwencje obrazowania mózgowia, redukując do minimum wartość swobodnego tempa absorpcji (SAR, *specific absorption rate*). Dane dotyczące sekwencji i wartości zastosowanych parametrów MRI przedstawiono w tabeli 1. Podczas MRI monitorowano w sposób ciągły saturację krwi tętniczej oraz rodzaj rytmu i częstotliwość akcji serca. Pacjent pozostawał w stałym kontakcie słownym z wykonującymi badanie. W trakcie badania zapewniono asekurację anestezjologa i kardiologa z natychmiastowym dostępem do narzędzi resuscytacyjnych. Badanie przebiegło bez powikłań. Pacjent nie zgłaszał żadnych dolegliwości, w tym uczucia gorąca lub przemieszczania się układu stymulującego. Nie obserwowano także zaburzeń rytmu serca. Bezpośrednio po badaniu wykonano kolejną kontrolę ICD. Urządzenie nie uległo uszkodzeniu ani wyzerowaniu elektrycznemu. Prawidłowo zarejestrowało zakłócenia z tła spowodowane pozostawianiem w polu magnetycznym, nie diagnozując ich jako tachyarytmii komorowych. Nie stwierdzono również zmian wartości parametrów ICD, w tym progu stymulacji, potencjału wewnątrzsercowego czy

Tabela 2. Parametry czynnościowe wszczepialnego kardiowertera-defibrylatora oraz stężenie troponiny I przed badaniem metodą rezonansu magnetycznego (MRI) i po jego zakończeniu

	Przed MRI	Po MRI
Próg stymulacji dla 0,5 ms [V]	1,0	0,75
Potencjał wewnątrzsercowy [mV]	11,9	11,9
Impedancja obwodu stymulującego [Ω]	350	350
Impedancja obwodu defibrylującego [Ω]	43	44
Długość życia układu zasilającego [lata]	7,9–9,7	7,5–9,9
Stężenie troponiny I [ng/ml]	< 0,3	< 0,3

impedancji na elektrodzie. Nie zmienił się także przewidywany czas żywotności układu zasilającego (tab. 2). Przeprogramowano stymulator do parametrów wyjściowych. Pomiar stężenia markerów martwicy mięśnia sercowego, jako konsekwencji potencjalnego uszkodzenia termicznego mięśnia sercowego na styku z elektrodami, wykonano w 6. i 12. godzinie po MRI — pozostawał w normie. W kontrolnej echokardiografii

nie wykazano translokacji elektrod. Następnego dnia po MRI wykonano test ICD. Migotanie komór zostało prawidłowo zdiagnozowane i przerwane wyładowaniem ICD o energii 20 J. Po kilku dniach od opuszczenia przez pacjenta I Kliniki Kardiologii przeprowadzono zabieg neurochirurgiczny implantacji układu do stymulacji głębokiej mózgu. Pacjent obecnie czuje się dobrze, a objawy choroby Parkinsona uległy znacznej redukcji.

OMÓWIENIE

Elektryczne urządzenia wszczepiane do układu sercowo-naczyniowego zawierają komponenty zbudowane z ferromagnetyków, złożone systemy elektryczne i elektrody ufiksowane w mięśniu sercowym. Z tego powodu potencjalnie groźne zdarzenia mogą mieć miejsce podczas MRI [3]. ICD różnią się istotnie od PM, głównie większą masą ferromagnetyku (większa bateria, obecność transformatora i kondensatora) oraz dłuższą elektrodą o większej średnicy. Jest to przyczyną potencjalnie bardziej istotnego zagrożenia związanego z ICD niż PM podczas badania MRI jako konsekwencji działania sił przyciągania magnetycznego i momentu obrotowego w statycznym polu magnetycznym. Dodatkowym problemem jest nagrzewanie się elektrod, które jest zależne od mocy impulsów o wysokiej częstotliwości (RF), którą zmniejszono do wartości odpowiadającej maksymalnemu SAR wynoszącemu 0,96 W/kg. Największy wzrost temperatury występuje na styku elektrody i tkanki mięśnia sercowego, w której elektroda jest ufiksowana. Może być to powodem lokalnego uszkodzenia mięśnia sercowego, włóknienia i w rezultacie zaburzeń progu stymulacji [4]. W celu zminimalizowania wpływu prądu RF na elektrodę w przypadku badań mózgowia należy zastosować głowową cewkę nadawczo-odbiorczą. Ponadto trzeba rozważyć redukcję mocy impulsów RF poprzez zmniejszenie do najniższych możliwych wartości SAR [5]. W badaniach *in vitro* obserwowano wzrost temperatury elektrody ICD o 0,2–7,2°C przy wartości SAR 3,54 W/kg oraz wykazano, że wartość SAR do 2,9 W/kg prawdopodobnie jest relatywnie bezpieczna [6]. Wykładnikiem uszkodzenia termicznego komórek mięśnia sercowego jest wzrost stężenia troponin, które należy rutynowo oznaczyć przed i po MRI. Wytyczne europejskie (ESC) w przeciwieństwie do wytycznych amerykańskich (AHA) nie zalecają rutynowej oceny progu defibrylacji (DFTT) po MRI, chyba że istnieją ku temu powody, takie jak wystąpienie mylnej detekcji migotania komór w trakcie badania MRI albo podwyższenie stężenia troponiny po badaniu [7]. Zdecydowano się jednak na wykonanie DFTT, a jedną z przesłanek był fakt, że nie wykonano takiego

testu bezpośrednio po implantacji ICD, wstępnie z powodu braku prawidłowej antykoagulacji w przebiegu migotania przedsionków u pacjenta, a następnie z powodu niezgłaszania się chorego w wyznaczonych terminach. Należy pamiętać, że istnieje ryzyko zaburzeń sterowania ICD (*oversensing*) pod wpływem gradientu pola magnetycznego rezonansu jądrowego, co daje możliwość naśladowania wewnętrznej czynności serca i może prowadzić do fałszywej detekcji częstoskurczu pochodzenia komorowego. Wiąże się to z istotnym ryzykiem nieadekwatnych wyładowań w trakcie MRI. Z tego powodu wymagane jest wyłączenie terapii tachyarytmii przed badaniem. Obecnie kwestionowana jest możliwość wyzwolenia impulsu elektrycznego w trakcie MRI w wyniku pozostawiania ICD w stałym polu magnetycznym. Jednak zwraca się uwagę na inne istotne konsekwencje wynikające z zaburzeń sterowania ICD, w tym nieuzasadnione naładowania kondensatora mogące prowadzić do rozładowania baterii ICD albo nieodwracalne uszkodzenia ICD [8]. Autorzy niniejszego doniesienia dalecy są od stwierdzenia, iż wykonywanie MRI u chorych z ICD jest bezpieczne. Pragniemy jednak podzielić się spostrzeżeniem, że u wybranych pacjentów z ICD, u których jest konieczne przeprowadzenie obrazowania mózgowia za pomocą MRI, przy zachowaniu szczególnych środków ostrożności, takie badanie jest możliwe do wykonania.

Konflikt interesów: nie zgłoszono

Piśmiennictwo

1. Martin ET. Can cardiac pacemakers and magnetic resonance imaging systems co-exist? *Eur Heart J*, 2005; 26: 325–327.
2. Lyons MK. Deep brain stimulation: current and future clinical applications. *Mayo Clin Proc*, 2011; 86: 662–672.
3. Gimbel JR. Unexpected asystole during 3T magnetic resonance imaging of a pacemaker-dependent patient with a 'modern' pacemaker. *Europace*, 2009; 11: 1241–1242.
4. Luechinger R, Zeihlemaker VA, Pedersen EM et al. In vivo heating of pacemaker leads during magnetic resonance imaging. *Eur Heart J*, 2005; 26: 376–383.
5. Naehle CP, Sommer T, Meyer C et al. Strategy for safe performance of magnetic resonance imaging on a patient with implantable cardioverter defibrillator. *PACE*, 2006; 29: 113–116.
6. Buendía F, Cano Ó, Sánchez-Gómez JM et al. Cardiac magnetic resonance imaging at 1.5 T in patients with cardiac rhythm devices. *Europace*, 2011; 13: 533–538.
7. Burke PT, Ghanbari H, Alexander PB et al. A protocol for patients with cardiovascular implantable devices undergoing magnetic resonance imaging (MRI): should defibrillation threshold testing be performed post-(MRI). *J Interv Card Electrophysiol*, 2010; 28: 59–66.
8. Naehle CP, Strach K, Thomas D et al. Magnetic resonance imaging at 1.5-T in patients with implantable cardioverter-defibrillators. *J Am Coll Cardiol*, 2009; 6: 549–555.