

ARTYKUŁ POGLĄDOWY/REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 24.04.2012 • Zaakceptowano/Accepted: 25.05.2012

© Akademia Medycyny

Wpływ pola elektromagnetycznego związanego z elektrokoagulacją na funkcje kardiologicznych urządzeń wszczepialnych i postępowanie okołooperacyjne

The influence of electrocoagulation induced electromagnetic field on the function of cardiac implantable devices and the perioperative care



Mateusz Bryl, Przemysław Guzik

Katedra i Klinika Intensywnej Terapii Kardiologicznej i Chorób Wewnętrznych, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu

Streszczenie

Kardiologiczne urządzenia wszczepialne, takie jak stymulatory, kardiowertery-defibrylatory, stymulatory resynchronizujące pracę komórek są powszechnie stosowane w leczeniu wybranych chorób serca. Rośnie liczba pacjentów z wszczepionymi urządzeniami, którzy wymagają leczenia operacyjnego. Prawidłową funkcję tych urządzeń może zaburzyć zewnętrzne pole elektromagnetyczne stosowane w trakcie używania elektrokoagulacji. Niekorzystny wpływ pola elektromagnetycznego może doprowadzić do zresetowania urządzenia do parametrów fabrycznych, czasowego zahamowania stymulacji bądź nieadekwatnego wyładowania kardiowertera-defibrylatora. Poprzez odpowiednie postępowanie można zminimalizować niekorzystny wpływ pola elektromagnetycznego na urządzenia wszczepialne. Badania kliniczne potwierdzają, że większość procedur medycznych z użyciem noża elektrycznego jest bezpieczna dla takich pacjentów. Należy ustalić rodzaj wszczepionego urządzenia i być przygotowanym na ewentualne powikłania związane z dysfunkcją układu stymulującego. Każdemu pacjentowi należy wykonać zapis EKG przed i po zabiegu. W przypadku podejrzenia zaburzeń stymulacji należy pacjenta skierować na pilną kontrolę do ośrodka elektroterapii. *Anestezjologia i Ratownictwo 2012; 6: 204-211.*

Słowa kluczowe: kardiologiczne wszczepialne urządzenia, pole elektromagnetyczne, elektrokoagulacja, znieczulenie, ryzyko okołooperacyjne

Abstract

Cardiac implantable electronic devices such as pacemakers, cardioverter defibrillators, devices for heart failure management (cardiac resynchronization) are commonly used in the treatment of selected cardiac diseases. The number of patients with such devices who require surgical treatment is increasing worldwide. The external electromagnetic field applied during the use of electrocautery may interfere with the function of implanted cardiac devices. The adverse effects of the electromagnetic interference may reset the device's settings, temporarily inhibit or change the pacing or trigger an inappropriate discharge of cardioverter defibrillator. The proper perioperative management may minimize the adverse effects of electromagnetic interference related to non-cardiac surgery. Clinical studies show that the majority of medical procedures with the use of the electrocautery is safe for patients with implanted cardiac devices. For this reason, physicians should determine the type of the implanted device and be ready for possible complications and dysfunction of the implanted device. Each patient should undergo an ECG before and after surgery. If a dysfunction or failure of the implanted cardiac

device is suspected, then such patient should be referred to the electrotherapy center for further management. *Anestezjologia i Ratownictwo 2012; 6: 204-211.*

Keywords: cardiac implantable electronic devices, electromagnetic interference, electrocoagulation, anaesthesia, perioperative risk

Wstęp

Kardiologiczne wszczepialne urządzenia są powszechnie stosowane w leczeniu wybranych chorób serca, a także w zapobieganiu nagłym zgonom sercowym spowodowanym częstoskurczami komorowymi, migotaniem komór lub objawową bradykardią.

Do takich urządzeń należą stymulatory (PM - pacemaker), kardiowertery-defibrylatory (ICD - implantable cardioverter-defibrillator) oraz urządzenia resynchronizujące pracę komór z lub bez funkcji defibrylacji (CRT - cardiac resynchronization therapy).

Stymulatory są urządzeniami stosowanymi w bradyarytmiiach objawowych, takich jak choroba węzła zatokowego, blok przedsionkowo-komorowy.

Kardiowertery-defibrylatory stosuje się w zapobieganiu nagłej śmierci sercowej u chorych bardzo wysokiego ryzyka, np. po zawale serca. Początkowo urządzenia te były wszczepiane u pacjentów po nagłym zatrzymaniu krążenia w mechanizmie migotania komór, w tzw. *profilaktyce wtórnej* [1]. Seria przeprowadzonych dużych, prospektywnych, randomizowanych badań klinicznych spowodowała znaczne rozszerzenie wskazań do implantacji kardiowertera-defibrylatora [2-5]. W badaniach tych wykazano zmniejszenie śmiertelności u chorych, którzy nie przeżyli nagłego zatrzymania krążenia, a którzy są obciążeni czynnikami ryzyka nagłego zgonu sercowego (*profilaktyka pierwotna*). Aktualnie kardiowertery-defibrylatory wszczepiane są głównie w profilaktyce pierwotnej.

Urządzenia resynchronizujące pracę komór z lub bez funkcji resynchronizacji znajdują zastosowanie w leczeniu zaawansowanej niewydolności serca u wybranych chorych spełniających odpowiednie kryteria (szerokość zespołu QRS co najmniej 120 ms, frakcja wyrzutowa lewej komory do 35%, występowanie objawów niewydolności serca mimo optymalnej farmakoterapii) [6].

W Polsce w roku 2010 wszczepiono około 28 tysięcy stymulatorów i około 7,5 tysiąca kardiowerterów-defibrylatorów, w tym CRT [7].

Z roku na rok rośnie liczba pacjentów ze wszcze-

pionym urządzeniem. Niektórzy pacjenci z implantowanym urządzeniem wymagają leczenia operacyjnego i związanego z tym znieczulenia lub sedacji. Środki znieczulające, zaburzenia elektrolitowe i metaboliczne mogą w sposób pośredni oddziaływać na funkcjonowanie urządzenia zmieniając próg stymulacji czy wyczuwanie (sensing). Hipowolemia, która wystąpi w trakcie znieczulenia, może doprowadzić do odruchowej tachykardii i zostać błędnie rozpoznana przez kardiowerter-defibrylator jako groźna arytmia komorowa i w konsekwencji zakończyć się nieadekwatnym wyładowaniem elektrycznym [8].

Definicje

Tabela 1. Pojęcia stosowane w elektroterapii [9,10]

Table 1. Terms used in cardiac electrotherapy

<i>Stymulator</i> – urządzenie posiadające źródło energii elektrycznej i obwód elektryczny (elektrody), które wytwarza impulsy pobudzające mięsień sercowy
<i>Kardiowerter-defibrylator (ICD)</i> – urządzenie posiadające funkcję stymulatora i możliwość rozpoznania oraz przerywania groźnych arytmii komorowych (częstoskurczu komorowego, migotania komór)
<i>Resynchronizujący kardiowerter-defibrylator (CRT-D)</i> – urządzenie posiadające funkcję stymulacji obu komór w celu poprawy synchronii skurczu lewej i prawej komory oraz możliwość rozpoznania i przerywania groźnych arytmii komorowych (częstoskurczu komorowego, migotania komór)
<i>Stymulator resynchronizujący (CRT-P)</i> – urządzenie posiadające funkcję stymulacji obu komór w celu poprawy synchronii skurczu lewej i prawej komory bez możliwości rozpoznania i przerywania groźnych arytmii komorowych
<i>Wyczuwanie (sensing)</i> – zdolność urządzenia do identyfikowania odbieranych sygnałów elektrycznych powstających w sercu
<i>Próg stymulacji</i> – najmniejsza ilość energii elektrycznej potrzebna do pobudzenia mięśnia sercowego
<i>Elektroda jednobiegunowa</i> – odbieranie sygnałów wewnątrzsercowych i stymulacja odbywa się w konfiguracji obudowa stymulatora, a końcówka elektrody (1 biegun na elektrodzie)

<i>Elektroda dwubiegunowa</i> – odbieranie sygnałów wewnątrzsercowych i stymulacja odbywa się w konfiguracji końcówka elektrody (tip), a pierścieniem umieszczonym na elektrodzie (ring) około 2-3 cm powyżej końcówki elektrody (2 bieguny na elektrodzie)
<i>Stymulacja asynchroniczna</i> – sztywna stymulacja z określoną częstością bez wyczuwania sygnałów elektrycznych powstających w sercu
<i>Wyładowanie adekwatne</i> – dostarczenie przez kardiowerter-defibrylator wyładowania elektrycznego w celu przerwania częstoskurczu komorowego lub migotania komór
<i>Wyładowanie nieadekwatne</i> – dostarczenie przez kardiowerter-defibrylator wyładowania elektrycznego w przypadku nieprawidłowego rozpoznania szybkiego rytmu nadkomorowego
<i>ATP</i> – terapia antytachyarytmiczna polegająca na dostarczeniu serii kilku, szybkich impulsów stymulacji w celu przerwania częstoskurczu komorowego
<i>Burza elektryczna</i> – trzy lub więcej epizodów częstoskurczu komorowego lub migotania komór u pacjenta z wszczepionym kardiowerterem-defibrylatorem w ciągu 24 godzin
<i>Pacjent zależny od stymulatora</i> – nagłe przerwanie stymulacji przez układ stymulujący z jakiegokolwiek przyczyny prowadzi do wystąpienia poważnych objawów klinicznych takich jak całkowita lub częściowa utrata przytomności wtórnych do bradykardii lub asystolii

Wpływ pola elektromagnetycznego na urządzenie wszczepialne

Prawidłową czynność wszczepialnych urządzeń (właściwe rozpoznanie zaburzeń rytmu, adekwatne wyładowania, prawidłowa stymulacja) może zaburzyć zewnętrzne pole elektromagnetyczne, z którym mamy do czynienia w trakcie operacji stosując elektrokoagulację [11]. W trakcie kardiowersji elektrycznej również powstaje pole elektromagnetyczne i może wywołać takie same efekty jak elektrokoagulacja [8].

Jednak należy pamiętać, że defibrylacja zewnętrzna jest zabiegiem ratującym życie, więc w razie potrzeby należy ją bezzwłocznie wykonać. Poza tym urządzenia są zabezpieczone przed niekorzystnym wpływem kardiowersji/defibrylacji elektrycznej.

Potencjalnie niekorzystny wpływ pola elektromagnetycznego na urządzenie przedstawiono w tabeli 2.

Oddziaływanie pola elektromagnetycznego na urządzenie jest ściśle skorelowane z odległością między źródłem pola a stymulatorem. Im mniejsza odległość, tym bardziej prawdopodobny szkodliwy wpływ pola elektromagnetycznego na funkcje wszczepionego urządzenia. Stymulatory wyposażane są w specjalne filtry

i osłony, które znacznie redukują niepożądany wpływ takich zakłóceń. Znaczenie ma również biegunowość użytych elektrod endokawitarnych - jednobiegunowe lub dwubiegunowe. Pacjent zależny od stymulatora jest bardziej narażony na szkodliwy wpływ pola elektromagnetycznego, ze względu na możliwość nieprawidłowego hamowania stymulacji i w konsekwencji asystolii. Możemy podejrzewać, że mamy do czynienia z takim pacjentem, jeśli w kolejnych zapisach EKG obserwuje się wyłącznie rytm ze stymulatora.

Tabela 2. Niekorzystny wpływ pola elektromagnetycznego na urządzenia wszczepialne [8,11]

Table 2. The adverse effects of electromagnetic interference with implantable cardiac devices

zresetowanie ustawień urządzenia do parametrów fabrycznych lub trybu awaryjnego (np. ze stymulacji typu DDD do stymulacji typu VVI lub AAI)
czasowe zahamowanie stymulacji (w wyniku nieprawidłowego wyczuwania zakłóceń pola elektromagnetycznego jako własnych pobudzeń)
zwiększenie częstości stymulacji związane z aktywacją czujnika ruchu (akcelerometr) np. spowodowane szarpaniem tkanek przez chirurga
nieadekwatne wyładowania kardiowertera-defibrylatora- konsekwencja nieprawidłowego wyczuwania pola elektromagnetycznego jako pobudzeń własnych
uszkodzenie mięśnia sercowego na poziomie wsierdziej-elektroda objawiające się nieskuteczną stymulacją lub zaburzeniem wyczuwania własnych pobudzeń

Zalecenia

Standardy Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego dotyczące okołoperacyjnej oceny ryzyka sercowego poświęcają niewiele miejsca postępowaniu z pacjentami z wszczepionymi urządzeniami. Wspomniane standardy nakazują ustalenie jednostki lub osoby, która wykona kontrolę urządzenia przed i po operacji [12]. Wydaje się, że w praktyce klinicznej są to zalecenia trudne do realizacji, a w pewnych przypadkach niemożliwe do spełnienia.

Dokument o charakterze praktycznych rad został opublikowany przez Amerykańskie Towarzystwo Anestezjologiczne we współpracy z kardiologami w roku 2005, uaktualniony w roku 2009 [13]. Według powyższego dokumentu postępowanie okołoperacyjne u pacjenta z wszczepionym urządzeniem

sprowadza się do oceny i przygotowania przedoperacyjnego, monitorowania śródoperacyjnego i pooperacyjnego.

W ocenie przedoperacyjnej powinniśmy przede wszystkim określić czy pacjent ma wszczepione urządzenie, rodzaj urządzenia (wywiad, dokumentacja medyczna, legitymacja urządzenia) oraz czy możemy podejrzewać, że pacjent jest zależny od stymulatora (elektrokardiogram). Należy również określić czy i w jakim zakresie będzie używana elektrokoagulacja. W uzasadnionych przypadkach należy skierować pacjenta do ośrodka elektroterapii celem odpowiedniego przeprogramowania urządzenia, np. wyłączenie terapii wysokoenergetycznej kardiowertera-defibrylatora, zmiana trybu stymulacji z DDD na DOO- tryb asynchroniczny - stała sekwencyjna stymulacja przed-sionkowo-komorowa, niezależna od własnego rytmu.

Monitorowanie w trakcie operacji powinno sprowadzić się do ciągłego zapisu EKG i fali tętna. W sali operacyjnej musi być dostępny zewnętrzny defibrylator i możliwość czasowej stymulacji zewnętrznej. Po zabiegu operacyjnym należy niezwłocznie i obligatoryjnie przywrócić wyjściowe parametry urządzenia u każdego pacjenta, u którego urządzenie zostało przeprogramowane przed zabiegiem - w przypadku kardiowertera-defibrylatora ponownie włączyć terapię tachyarytmiczną (możliwość kardiowersji/defibrilacji).

Aby zminimalizować ryzyko uszkodzenia układu stymulującego należy przestrzegać kilku zasad, które przedstawione są w tabeli 3.

Tabela 3. Postępowanie w trakcie zabiegu u pacjentów ze wszczepionym urządzeniem [8,10]

Table 3. Perioperative management in patients with an implanted cardiac device

używać dwubiegunowej elektrokoagulacji, jeśli konieczne jest użycie jednobiegunowej to umieścić płytkę uziemiającą tak, aby prąd płynął daleko od wszczepionego urządzenia (co najmniej w odległości 15 cm)
używać krótkich, kilkusekundowych impulsów w trakcie elektrokoagulacji
zachowywać bezpieczną odległość między urządzeniem, a nożem elektrycznym, tj. 15 cm
jeśli niezbędne jest wykonanie kardiowersji/defibrilacji zewnętrznej to należy umieścić łyżki w bezpiecznej odległości od urządzenia, tj. minimum 15 cm i w miarę możliwości w sposób prostopadły do osi układu urządzenie-elektrody

Rola magnezu

Warto pamiętać jaką reakcję wywoła przyłożenie magnezu nad urządzenie. Położenie magnezu nad kardiowerterem-defibrylatorem z reguły wyłącza możliwość rozpoznania tachyarytmii (w konsekwencji brak terapii), natomiast funkcje stymulacji serca pozostają niezmienione. W przypadku stymulatora przyłożenie magnezu spowoduje zwykle krótkotrwałą stymulację asynchroniczną (z trybu VVI do VOO, z trybu DDD do DOO) z częstością, w zależności od producenta, od 85 do 100 uderzeń na minutę.

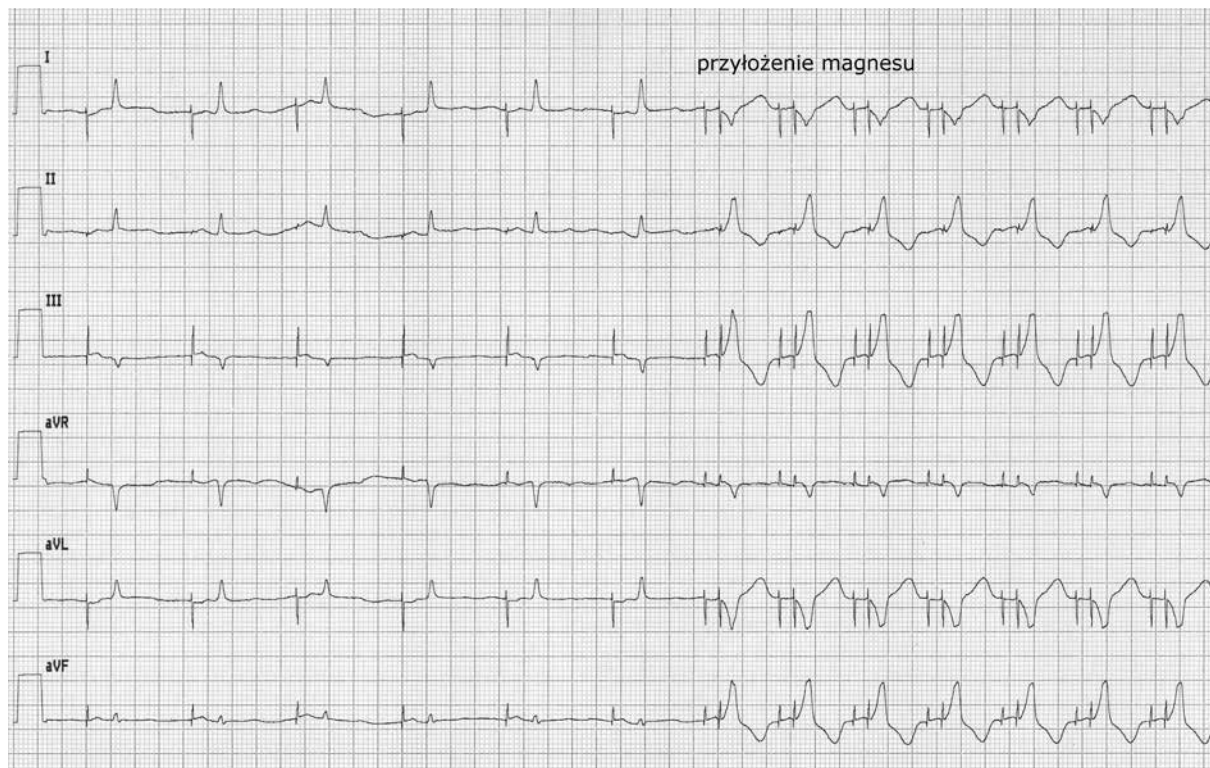
Można to wykorzystać w sytuacjach klinicznych, kiedy niedostępny jest programator, a operacja musi zostać wykonana ze wskazań nagłych. Wówczas w przypadku wystąpienia nieadekwatnych wyładowań kardiowertera-defibrylatora możemy wyłączyć detekcję zaburzeń rytmu. Natomiast w przypadku zaburzeń stymulacji, tj. zahamowania stymulacji przez zewnętrzne pole elektromagnetyczne, przy pomocy magnezu można narzucić krótkotrwałą stymulację asynchroniczną, niezależną od własnego rytmu. Również w sposób pośredni możemy ocenić prawidłowe działania stymulatora, tzn. jeśli w zapisie EKG nie rozpoznajemy pików stymulacji, to narzucając asynchroniczny tryb stymulacji możemy rozpoznać typ stymulacji i prawidłową odpowiedź mięśnia sercowego.

Zapis EKG

Poniżej przedstawiono zapis EKG u pacjenta ze stymulatorem typu DDD (częstość stymulacji 70/min, opóźnienie przedsionkowo-komorowe 270 ms) po przyłożeniu magnezu (rycina 1).

Dane kliniczne

W badaniu *Electromagnetic Interference and Arrhythmic Events in ICD Patients Undergoing Gastrointestinal Procedure* określono wpływ pola elektromagnetycznego na kardiowerter-defibrylator u pacjentów poddawanych zabiegom endoskopowym w obrębie przewodu pokarmowego [14]. W badaniu udział wzięło 41 pacjentów z ICD, u których przeprowadzono 52 endoskopy w ciągu 17 miesięcy. Średni wiek pacjentów wynosił 66 lat. 13 chorych miało jednojamowy ICD, 25 dwujamowy ICD i 2 osoby ICD z funkcją resynchronizacji. 18 chorych wymagało biopsji, koagulacji lub polipektomii. W 10 przypadkach



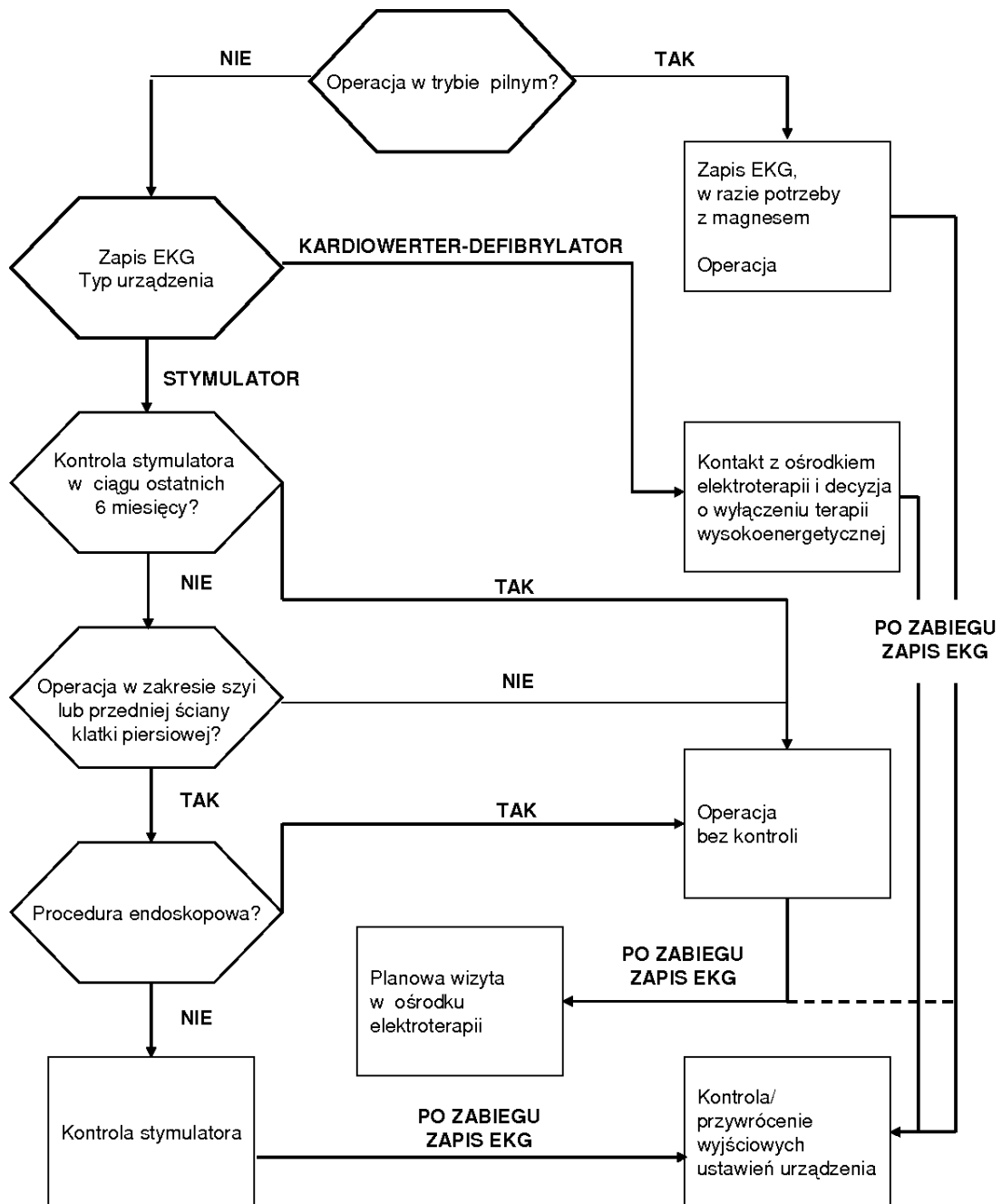
Rycina 1. Stymulacja przedsionkowa 70/min ze spontanicznym przewodzeniem do komór, po przyłożeniu magnesu - sekwencyjna stymulacja przedsionkowo-komorowa 100/min

Figure 1. Atrial pacing at 70 bpm with physiological atrio-ventricular conduction. The application of the magnet changes the pacing into sequential atrio-ventricular at a constant rate of 100 bpm

użyto elektrokoagulacji (w tym raz jednobiegunowej). Nie zaobserwowano żadnego negatywnego wpływu pola elektromagnetycznego na pracę urządzeń. Ograniczeniem badania była mała liczba uczestników i brak wykonywania procedur w obrębie przelyku, gdzie potencjalnie istnieje największe ryzyko zakłóceń.

W badaniu *Effects of Surgical and Endoscopic Electrocautery on Modern-Day Permanent Pacemaker and Implantable Cardioverter-Defibrillator* również oceniano wpływ pola elektromagnetycznego na stymulator bądź kardiowerter-defibrylator u pacjentów poddawanych różnym zabiegom operacyjnym lub endoskopowym [15]. W badaniu udział wzięło 92 chorych, z czego 35 osób posiadało stymulator, 57 kardiowerter-defibrylator (w tym 18 osób z funkcją resynchronizacji). U 35% chorych w wywiadzie stwierdzono co najmniej jeden wcześniejszy niekardiologiczny zabieg operacyjny. W sumie wykonano 13 procedur endoskopowych i 79 procedur chirurgicznych (w zakresie głowy, szyi, klatki piersiowej, brzucha,

miednicy oraz kończyn górnych i dolnych). W każdym przypadku użyto jednobiegunowej elektrokoagulacji, a płytkę uziemiającą umieszczano pod prawym bądź lewym udem. Czas aplikacji i siła impulsu zależała od decyzji operatora. Każde urządzenie zostało ocenione przed i po zabiegu. W przypadku kardiowertera-defibrylatora wyłączono możliwość terapii wysokoenergetycznej, natomiast w przypadku stymulatorów parametry pozostawiono bez zmian. Tylko u 6 pacjentów urządzenie zostało zaprogramowane na tryb asynchronicznej stymulacji na prośbę anestezjologa. W trakcie zabiegu odnotowywano każde zaburzenia rytmu widoczne w zapisie EKG i odległość noża elektrycznego od urządzenia. U żadnego pacjenta nie zaobserwowano zaburzeń pracy układu stymulującego w trakcie operacji. W żadnym przypadku nie użyto magnesu. U 46 chorych oszacowano odległość między nożem elektrycznym a urządzeniem na mniejszą niż 25 cm, w 9 przypadkach poniżej 8 cm. Nie odnotowano istotnych różnic w trakcie kontroli urządzeń po



----- jeśli operacja w trybie pilnym i brak wykładników uszkodzenia układu stymulującego po zabiegu, to planowa wizyta w ośrodku elektroterapii

Rycina 2. Algorytm postępowania okołoperacyjnego u pacjentów z wszczepionym urządzeniem
 Figure 2. Algorithm for the perioperative management in patients with an implanted cardiac device

operacji w zakresie parametrów stymulacji (z wyjątkiem oporności elektrod i czułości załamka R - bez większego znaczenia klinicznego). Jedynie u dwóch pacjentów ze stymulatorem zaobserwowano nieprawidłowe wyczuwanie zakłóceń związanych z polem elektromagnetycznym jako własnych pobudzeń. Jednak nie miało to znaczenia klinicznego, tzn. nie doszło do zahamowania stymulacji. Warto podkreślić, że w obu tych przypadkach odległość między nożem elektrycznym a stymulatorem wyniosła poniżej 8 cm. Reasumując, doświadczenie kliniczne sugeruje, że pole elektromagnetyczne związane z użyciem noża elektrycznego ma niewielki wpływ na funkcjonowanie kardiologicznych wszczepialnych urządzeń przy zachowaniu bezpiecznej odległości.

Na podstawie wyników powyższego badania autorzy zaproponowali algorytm postępowania u chorych z wszczepionym urządzeniem, którzy mają być poddani niekardiologicznemu zabiegowi operacyjnemu (rycina 2). Na poprzedniej stronie przedstawiono algorytm w wersji nieco zmodyfikowanej (dodanie zapisu EKG) [15].

Podsumowanie

Wydaje się, że procedury medyczne z użyciem noża elektrycznego można bezpiecznie wykonywać u pacjentów z wszczepionym urządzeniem. Należy przede wszystkim ustalić rodzaj wszczepionego urządzenia (stymulator, kardiowerter-defibrylator czy kardiowerter-defibrylator z funkcją resynchronizacji) i być przygotowanym na ewentualne powikłania związane

z trwałą lub przejściową dysfunkcją układu stymulującego. Każdy pacjent powinien mieć wykonany zapis EKG przed i po zabiegu operacyjnym. W przypadku podejrzenia zaburzeń stymulacji należy skierować pacjenta na pilną kontrolę urządzenia.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa pacjentom z implantowanymi urządzeniami należałoby rozważyć czy planowe zabiegi operacyjne nie powinny być wykonywane w ośrodkach, w których istnieje możliwość kontroli i przeprogramowania urządzenia.

Podziękowania

Powyższa praca powstała w ramach projektu „Predicting adverse clinical outcomes in patients with implanted defibrillating devices” realizowanego ze środków programu TEAM Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej oraz Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Adres do korespondencji:

Mateusz Bryl, Przemysław Guzik

Katedra i Klinika Intensywnej Terapii Kardiologicznej i Chorób Wewnętrznych

Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu

ul. Przybyszewskiego 49; 60-355 Poznań

☎ (+ 48 61) 869 16 38

✉ mateuszbryl9@gmail.com

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Piśmiennictwo

1. The Antiarrhythmics versus Implantable Defibrillators (AVID) Investigators. A comparison of antiarrhythmic drug therapy with implantable defibrillators in patients resuscitated from near fatal ventricular arrhythmias. *N Engl J Med* 1997;337:1576-83.
2. Moss A, Zareba W, Hall J, Jackson Hall W, Klein H, Wilber DJ, et al. Prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction. *N Engl J Med* 2002;346:877-83.
3. Coats AJ. MADIT II, the Multi-center Autonomic Defibrillator Implantation Trial II stopped early for mortality reduction, has ICD therapy earned its evidence-based credentials? *Int J Cardiol* 2002;82:1-5.
4. Buxton AE, Lee KL, Fisher JD, Josephson ME, Prystowsky EN, Hafley G. A randomized study of the prevention of sudden death in patients with coronary artery disease. Multicenter unsustained tachycardia trial investigators. *N Engl J Med* 1999;341:1882-90.
5. Kadish A, Dyer A, Daubert JP, Quigg R, Estes M, Anderson KP, et al. Prophylactic defibrillator implantation in patients with nonischemic dilated cardiomyopathy. *N Engl J Med* 2004;350:2151-8.
6. ESC guidelines for cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. *Europace* 2007;9:959-98.
7. Opolski G. Implantacje stymulatorów/kardiowerterów-defibrylatorów 2010: XXII Konferencja Sekcji Rytmu Serca PTK 31.05-03.06.2011 Białystok.

8. Wojciechowski D, Kowalewski M, Wojciechowski A, Pytkowski M. Wpływ różnych schorzeń oraz ich diagnostyki i leczenia na czynność rozrusznika serca. *Post Nauk Med* 2001;2:22-9.
9. Krupienicz A. Stymulacja serca. Wydanie I. Warszawa: PZWL; 2006.
10. Przybylski A, Sterliński M. Implantowane kardiowertery-defibrylatory. Warszawa: Wydawnictwo A i M; 2006.
11. Sokal A, Kowalski O, Lenarczyk R, Pruszkowska-Skrzep P, Prokopczuk J, Kalarus Z. Wpływ zakłóceń elektromagnetycznych na funkcje wszczepialnych urządzeń kontrolujących rytm serca. *Folia Cardiol* 2005;12:261-72.
12. ESC guidelines for pre-operative cardiac risk assessment and perioperative cardiac management in non-cardiac surgery. *EJH* 2009;30:2769-812.
13. Practice Advisory for the Perioperative Management of Patients with Cardiac Rhythm Management Devices: Pacemakers and Implantable Cardioverter-Defibrillators: A Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Management of Patients with Cardiac Rhythm Management Devices. *Anesthesiology* 2005;103:186-98.
14. Guertin D, Faheem O, Ling T, Pelletier G, McComas D, Yarlalagadda RK, et al. Electromagnetic Interference (EMI) and arrhythmic events in ICD patients undergoing gastrointestinal procedures. *Pacing Clin Electrophysiol* 2007;30:734-9.
15. Cheng A, Nazarian S, Spragg DD, Bilchick K, Tandri H, Mark L, et al. Effects of surgical and endoscopic electrocautery on modern-day permanent pacemaker and implantable cardioverter-defibrillator systems. *Pacing Clin Electrophysiol* 2008;31:344-50.