

ARTYKUŁ POGLĄDOWY / REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 05.04.2024 • Zaakceptowano/Accepted: 06.06.2024

© Akademia Medycyny

Okółooperacyjne bezpieczeństwo pacjenta z wszczepionym urządzeniem do elektrostymulacji serca

Perioperative safety of patient with cardiac implantable electronic devices

Jacek Wadek

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Warszawski Szpital Południowy w Warszawie



Streszczenie

Ważne jest, aby wszyscy anestezjolodzy rozumieli niuanse bezpiecznego postępowania okółooperacyjnego z pacjentami z wszczepionymi urządzeniami do elektroterapii serca. Trudno jest uzyskać stosowne informacje w postaci przedoperacyjnej konsultacji z ośrodka wszczepiającego, zwłaszcza podczas zabiegów operacyjnych wykonywanych w trybie nagłym lub natychmiastowym, w czasie nocnego dyżuru czy dyżuru weekendowego. Zrozumienie i wiedza działania wszczepialnych urządzeń do elektroterapii serca, jak również okółooperacyjne postępowanie z nimi umożliwi anestezjologom lepiej sprostać potrzebom pacjentów z wszczepionymi urządzeniami do elektroterapii serca. Pacjenci z wszczepialnymi urządzeniami do elektroterapii serca poddawani niekardiologicznym zabiegom operacyjnym w trybie planowym powinni dysponować informacjami wymienionymi pomiędzy ośrodkiem wszczepiającym, a zespołem chirurgiczno-anestezjologicznym. *Anestezjologia i Ratownictwo 2024; 18: 134-146. doi:10.53139/AIR.20241814*

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, okółooperacyjne postępowanie, wszczepialne urządzenie do elektroterapii serca, CIED, kardiostymulator, PM, kardiowerter-defibrylator, ICD, urządzenie resynchronizujące, CRT

Abstract

It is important that all anaesthetists understand the nuances to safe perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices – CIEDs. It is difficult to obtain the consultative services of trained CIED specialists, especially during emergencies and late hours or weekends. Prior understanding and knowledge of basic functioning of CIEDs along with their perioperative management will enable the anaesthetists to better respond to patient care needs. Patients with CIEDs presenting for non-urgent non-cardiac surgery should have an information that is communicated between the surgical, anesthesia, and CIED teams. *Anestezjologia i Ratownictwo 2024; 18: 134-146. doi:10.53139/AIR.20241814*

Keywords: safety, perioperative management, cardiac implantable electronic device, CIED, pacemaker, PM, implantable cardioverter defibrillator, ICD, cardiac resynchronization therapy, CRT

Wstęp

Rzeczywisty rozwój elektrofizjologii serca i kardiologii interwencyjnej doprowadził w ostatnich latach do istotnego zwiększenia grupy pacjentów żyjących z wszczepionymi urządzeniami do elektrokardioterapii (*cardiac implantable electronic devices* – CIEDs). Są wśród nich: pacjenci z zaburzeniami automatyzmu i przewodzenia leczeni z użyciem kardiostymulatorów (*permanent pacemakers* – PPMs), pacjenci z wszczepionymi kardiowerterami-defibrylatorami (*implantable cardioverter-defibrillators* – ICDs) w ramach profilaktyki nagłej śmierci sercowej, jak również chorzy z przewlekłą niewydolnością serca, u których zastosowano terapię resynchronizującą (*cardiac resynchronization therapy* - CRT). U pacjentów ze wskazaniami do stałego monitorowania krzywej elektrokardiograficznej wszczepiane są rejestratory arytmii (*implantable loop recorders* - ILRs).

Blok operacyjny jest miejscem wyposażonym w urządzenia, które są istotnym źródłem zakłóceń elektromagnetycznych (*electromagnetic interference* - EMI). Do takich urządzeń środowiska sali operacyjnej zalicza się diatermię chirurgiczną. Diatermia może zaburzać pracę kardiostymulatora powodując bradykardię, asystolię, spadek ciśnienia tętniczego krwi, a w przypadku kardiowertera-defibrylatora, powodując nieadekwatne wyładowania ICD, a także niezwykle rzadko, uszkodzenie wszczepionego układu elektronicznego urządzenia do elektroterapii serca [1].

Okołooperacyjne bezpieczeństwo pacjenta można zwiększyć przez odpowiednią przedoperacyjną oceną i przygotowanie pacjenta, właściwy wybór rodzaju i momentu wykonania zabiegu chirurgicznego, bezpieczne używanie diatermii chirurgicznej oraz właściwe postępowanie anestezjologiczne [2-4].

Wszczepialne urządzenie do elektroterapii serca

CIEDs to złożone układy elektroniczne, wszczepiane najczęściej pod skórę w okolicy podobojczykowej i łączone z elektrodami wprowadzonymi do jam serca [5,6]. Każde z urządzeń do elektroterapii serca ma funkcję stymulacji, więc niezależnie od konieczności zastosowania na przykład funkcji defibrylacji w kardiowerterach-defibrylatorach można zabezpieczyć pacjenta przed zbyt wolną czynnością serca [7-10]. Ta sama stymulacja w układach resyn-

chronizujących służy do stałego pobudzania serca do synchronicznej pracy. W Polsce od kilku lat stosuje się kardiostymulatory bezelektrodowe, całkowicie podskórne kardiowertery-defibrylatory czy urządzenia do modyfikacji siły skurczu mięśnia sercowego. Kardiostymulatory bezelektrodowe są wprowadzane do prawej komory serca drogą nakłucia żyły udowej. Mają one niewielkie rozmiary i nie wymagają do swojego funkcjonowania puszkę umieszczonej zwyczajowo w okolicy podobojczykowej pod skórą, stąd też pozwalają na uzyskanie optymalnego efektu kosmetycznego [6]. Co więcej, ze względu na to, że urządzenia te nie mają elektrod, dochodzi do znamiennej redukcji prawdopodobieństwa ich złamania lub przemieszczenia.

Wskazania do kardiostymulatora serca wszczepionego na stałe

Stymulacja serca jest wskazana u objawowych pacjentów z zespołem bradykardia-tachykardia jako formą dysfunkcji węzła zatokowego w celu skorygowania bradykardii i umożliwienia farmakoterapii, chyba że planowana jest ablacja (zalecenie I B). Stymulacja serca jest wskazana u pacjentów z arytmia przedsionkową, głównie migotaniem przedsionków i stałym lub napadowym blokiem przedsionkowo-komorowym trzeciego lub wysokiego stopnia, niezależnie od występowania objawów (zalecenie I C). Stymulacja dwujamowa serca jest wskazana w celu zmniejszenia częstości nawrotów omdleń u pacjentów w wieku >40 lat z ciężkimi, nieprzewidywalnymi, nawracającymi omdleniami [2,3].

Wskazania do elektrostymulacji bezelektrodowej serca

Kardiostymulatory bezprzewodowe powstały w odpowiedzi na ograniczenia związane z łożą kardiostymulatora i elektrodami przezżylnymi stanowiącymi elementy konwencjonalnego systemu elektrostymulacji serca. System stymulacji bezprzewodowej jest implantowany do jamy prawej komory serca, z dostępu przez żyłę udową z użyciem specjalnego zestawu do implantacji. Do wskazań do wszczęcia bezelektrodowego systemu kardiostymulatora należą: zamknięcie dostępu żylnego stosowanego do standardowego wszczęcia kardiostymulatora np. obustronny zespół uciskowy górnego otworu klatki piersiowej lub przewlekłe zamknięcie żyły głównej górnej, kwestie związane z łożą urządzenia np. w przypadku wynisz-

czenia lub demencji. Innym wskazaniem jest szczególnie podwyższone ryzyko infekcji np. w przypadku pacjentów poddawanych dializoterapii lub wywiadu wcześniejszych infekcji związanych z wszczepionym urządzeniem do elektroterapii serca.

Wskazania do kardiowertera-defibrylatora

Wszczepiony kardiowerter-defibrylator ICD wyczuwa i analizuje czynność elektryczną mięśnia serca i jest w stanie zapewnić pobudzenia elektryczne stymulujące mięsień serca do skurczu, jak i dostarczyć ładunek wysokoenergetyczny w postaci defibrylacji. Większość kardiowerterów-defibrylatorów jest wszczepionych w celu wtórnego zapobiegania zatrzymania krążenia u pacjentów, którzy przeżyli nagłe zatrzymanie krążenia lub innego znacznego upośledzenia czynności hemodynamicznej serca w następstwie komorowych zaburzeń rytmu [2,3]. Z kolei wszczepienie ICD w ramach prewencji pierwotnej nagłego zgonu sercowego jest wskazane u chorych z przewlekłą, objawową niewydolnością serca w klasie III-IV zgodnie z klasyfikacją niewydolności serca wg New York Heart Association – NYHA i niską frakcją wyrzutową lewej komory serca [3], u których mimo 3-miesięcznej optymalnej farmakoterapii nie obserwowano poprawy w zakresie wskazanych wyżej parametrów oraz w przypadku których przewiduje się co najmniej roczne przeżycie w dobrym stanie.

Wskazania do kardiowertera-defibrylatora z funkcją resynchronizacji

Kardiowerter-defibrylator z funkcją resynchronizacji CRT-D, który poza elektrodami odpowiednio w prawym przedsionku lub prawej komorze serca, zawiera dodatkową elektrodę umieszczoną w żyłę bocznej lub żyłę tylną lewej komory serca, a jego funkcja pozwala na uzyskanie synchronizacji skurczu obu komór u chorych z niewydolnością serca. Wszczepienie układu resynchronizującego serca wskazana jest u pacjentów z przewlekłą niewydolnością serca z obniżoną frakcją wyrzutową lewej komory, blokiem lewej odnogi pęczka Hisa oraz szerokim zespołem .

Wskazania do wszczepialnego rejestratora rytmu serca

Wszczepialne rejestratory rytmu serca ILR lub wszczepialne monitory rytmu serca ILM są to niewielkie, bezelektrodowe urządzenia służące do długotrwałego monitorowania czynności elektrycznej serca. ILR

wskazane są u pacjentów z nawracającymi omdleniami, niewyjaśnionym kołataniem serca, w niepewnym rozpoznaniu padaczki, u pacjentów po kryptogennym udarze mózgu w celu wykrycia migotania przedsionków jako ewentualnej przyczyny udaru mózgu.

Zasady działania i oznakowanie rodzaju zaprogramowanych funkcji wszczepialnych urządzeń do elektroterapii serca

Kardiostymulator składa się z generatora impulsów oraz jednej, dwóch lub trzech elektrod. Generator zawiera baterię, obwody elektryczne i jest połączony z elektrodami za pośrednictwem głowicy. W wyniku nakłucia żyły podobojczykowej, pachowej lub szyjnej wewnętrznej oraz wenesekcji w celu wprowadzenia elektrod i uzyskania dostępu do jamy serca, która ma być stymulowana. Stymulator wysyła impulsy elektryczne, które depolaryzują mięsień serca. Kardiostymulatory rejestrują sygnały elektryczne pochodzące z jam serca i odpowiadają na zarejestrowane zdarzenia zahamowaniem impulsu do stymulacji lub wygenerowaniem impulsu. Ze względu na złożoność sposobów działania kardiostymulatorów, jak i ich programowania przyjęto ujednoczoną nomenklaturę kodowania. W przypadku kardiostymulatorów jest to kod składający się z pięciu liter, litery te oznaczają w kolejności [11]:

1. Jama serca stymulowana (A – przedsionek, V – komora, D – obie jamy).
2. Jama serca wyczuwana (A – przedsionek, V – komora, D – obie jamy).
3. Odpowiedź na wyczuwanie (I – hamowanie, T – wyzwalenie, D – oba typy odpowiedzi).
4. Programowalność (0 – brak możliwości, R – modulacja rytmu).
5. Stymulacja wielopunktowa (A – przedsionek, V – komora, D – obie jamy).

W przypadku kardiowerterów-defibrylatorów jest to kod czteroliterowy (12,13):

1. Miejsce defibrylacji (A – przedsionek, V – komora, D – obie jamy).
2. Miejsce stymulacji antytachykardialnej (A – przedsionek, V – komora, D – obie jamy).
3. Detekcja tachykardii (E – EKG, H – hemodynamiczna).
4. Miejsce stymulacji antybradykardialnej (A – przedsionek, V – komora, D – obie jamy).

Jednojamowe kardiostymulatory przedsionkowe lub komorowe rejestrują sygnały pochodzące z mięśnia

serca danej jamy, a gdy nie pojawiają się one z zaprogramowaną minimalną częstością, generują impulsy. W przypadku kardiostymulatorów dwujamowych czuwanie i stymulacja mają miejsce zarówno w prawym przedsionku, jak i w prawej komorze. W zależności od sytuacji klinicznej i sposobu zaprogramowania urządzenia zarejestrowane sygnały elektryczne albo wyzwalają, albo hamują stymulację. Wszczepialne urządzenia do elektroterapii serca i ogólne zasady ich działania przedstawia tabela I. Czynność kardiostymulatora może być oceniona na podstawie spoczynkowego zapisu EKG.

Zgodnie z tymi oznaczeniami kod VVI oznacza, że kardiostymulator stymuluje i wyczuwa prawą komorę. Jeśli kardiostymulator nie wyczuje żadnej spontanicznej aktywności elektrycznej serca, to stymuluje prawą komorę, gdy natomiast taką aktywność wyczuje, wówczas dochodzi do zablokowania czynności stymulującej kardiostymulatora.

Kod AAI oznacza, że kardiostymulator ma jedną

elektrodę w prawym przedsionku serca, która zarówno wyczuwa, jak i stymuluje prawy przedsionek. Jeśli kardiostymulator nie wyczuwa spontanicznej depolaryzacji, to stymuluje przedsionek, natomiast gdy wyczuje spontaniczną depolaryzację przedsionka, wówczas jego czynność ulega zablokowaniu.

Kod DDD oznacza, że elektrody kardiostymulatora są umiejscowione zarówno w prawym przedsionku, jaki i w prawej komorze. Zatem w obu jamach serca są wyczuwane pobudzenia oraz prowadzona stymulacja. Jeśli nie zostanie wyczuła aktywność elektryczna przedsionka w wcześniej określonym czasie, to elektroda przedsionkowa zaczyna stymulować. W przypadku, kiedy po wcześniej określonym maksymalnym odstępie PR elektroda komorowa nie wyczuje pobudzenia, dochodzi do stymulacji komory.

Kardiostymulator z funkcją resynchronizacji typu CRT-P składa się z generatora impulsów i trzech elektrod. Elektrody umieszcza się w następujący sposób: jedną w prawym przedsionku, drugą w prawej komorze

Tabela I. Wszczepialne urządzenia do elektroterapii serca, ogólne zasady ich działania i wskazania

Table I. Cardiac implantable electronic devices, general principles of their action and indications

Rodzaj urządzenia	Zasada działania, wskazania
Kardiostymulator	<p>1. Jedna elektroda umieszczona w prawym przedsionku lub w prawej komorze. Układ stymulujący typu przedsionkowego (AAI, z elektrodą w przedsionku) lub zastosowanie stymulacji komorowej (VVI z elektrodą w komorze)</p> <p>2. Układ dwóch elektrod posiada dwie elektrody umieszczone w dwóch jamach prawym przedsionku i prawej komorze. Układ stymulujący dwujamowy. Stymulacja przedsionkowo-komorowa (elektrody w prawej komorze i prawym przedsionku stymulacja DDD)</p> <p>Wskazanie: objawowa bradykardia zatokowa</p>
Kardiostymulator z funkcją resynchronizacji CRT-P	<p>Układ trzech elektrod. Elektrody: w prawym przedsionku, prawej komorze i zatoce wieńcowej na bocznej ścianie lewej komory. Zapewnia bardziej fizjologiczną sekwencję pobudzania komór zsynchronizowaną z pobudzeniem przedsionków</p> <p>Wskazania: przewlekła niewydolność serca z obniżoną frakcją wyrzutową lewej komory, zaburzenia przewodzenia śródkomorowego i międzykomorowego oraz szeroki zespół QRS ≥ 150 ms</p>
Kardiowerter - defibrylator ICD	<p>Najprostszy układ defibrylujący, jednojamowy, posiada jedną elektrodę defibrylującą, umieszczoną w prawej komorze. Układ dwujamowy posiada dwie elektrody - w prawej komorze oraz prawym przedsionku, spełnia funkcję stymulatora DDD, a jego precyzja w różnicowaniu arytmii nadkomorowych i komorowych przewyższa możliwości układu jednojamowego. Najnowsze układy defibrylujące (trójjamowe) posiadają trzy elektrody – umieszczone w prawym przedsionku, prawej komorze oraz w zatoce wieńcowej, z której można stymulować lewą komorę serca. Stymulacja antytachyarytmiczna skuteczna w przerywaniu częstoskurczów komorowych, wysokoenergetyczna kardiowersja, defibrylacja w zależności od szybkości i charakteru tachyarytmii. Każdy ICD jest jednocześnie kardiostymulatorem.</p> <p>Wskazania: przerywanie częstoskurczów komorowych, zwykle trwających >10sek oraz migotania komór</p>

i trzecią w zatoce wieńcowej, na bocznej ścianie lewej komory serca. System CRT-P zapewnia bardziej fizjologiczną sekwencję pobudzeni komór zsynchronizowaną z pobudzeniem przedsionków.

Kardiowerter - defibrylator to urządzenie podobne w swojej budowie do stymulatora. Składa się z generatora impulsów oraz podłączonych do niego jednej lub dwóch elektrod. Jego funkcja jest inna pomimo podobnej konstrukcji. ICD należą do grupy urządzeń zwanych obiegowo „wysoko energetycznymi”. Nazwa ta wynika z dużo większej pojemności baterii tych urządzeń, która potrzeba jest do przerywania groźnych komorowych zaburzeń rytmu serca. ICD nieustannie monitoruje pracę serca, analizując wewnątrzsercowy elektrogram i na jego podstawie klasyfikując zaburzenia rytmu. Do owej klasyfikacji używa zaawansowanych algorytmów różnicujących, odmiennych dla każdego producenta urządzenia. W momencie stwierdzenia groźnej arytmii, urządzenie uwalnia dużą dawkę energii wykonując kardiowersję lub defibrilację. Inną funkcją tych skomplikowanych urządzeń jest stymulacja – taka sama jak w poprzednio opisywanych stymulatorach. Wszystkie nowoczesne ICD reagują na przyłożenie magnesu wyłączeniem terapii przeciwczęstoskurczowej przy zachowaniu funkcji stymulacji w przypadku bradykardii.

Terapia resynchronizująca z funkcją defibrilacji CRT-D łączy w sobie dwa poprzednio opisane tj. PM i ICD, z tą jednak różnicą, że stymuluje i synchronizuje pracę obu komór (lewej i prawej). Zbudowane jest z generatora impulsów, najbardziej zaawansowanego komputera sterującego oraz najczęściej trzech elektrod implantowanych przezżylnie. Dwie z nich położone są typowo: w prawym przedsionku i prawej komorze, trzecia natomiast znajduje się w układzie żylnym mięśnia lewej komory serca i od strony nasierdza stymuluje lewą komorę. Głównym wskazaniem do implantacji urządzenia jest upośledzenie funkcji skurczowej lewej komory z frakcją wyrzutową $\leq 35\%$ ocenianą za pomocą badania echokardiograficznego oraz stwierdzenie asynchronii skurczu komór serca na podstawie elektrokardiogramu, tj. czas trwania zespołu QRS powinien wynosić $\geq 130\text{ms}$ i najlepiej posiadać morfologię bloku lewej odnogi pęczka Hisa.

Zbyt wysoka czułość w kanale przedsionkowym (zbyt niski próg czułości) to najczęściej występujące zakłócenie pracy kardiostymulatora i kardiowertera-defibrylatora. Nadmierna czułość może spowodować rozpoznawanie przez urządzenie odległych sygnałów

elektrycznych serca w kardiostymulatorze AAI (wyczuwanie załamka R), a w kardiostymulatorze typu VVI (wyczuwanie załamka T) oraz wyczuwanie pozasercowych sygnałów elektrycznych np. potencjały mięśniowe z mięśni przepony, z mięśni klatki piersiowej) i blokowanie wysyłania impulsów z kardiostymulatora lub aktywacji kardiowertera-defibrylatora do terapii antytachyarytmii w postaci szybkiej stymulacji komorowej lub kardiowersji. Najczęstszą przyczyną nadczułości wszczepialnych urządzeń do elektroterapii serca w sali operacyjnej jest pole elektromagnetyczne diatermii chirurgicznej. Przepływ prądu diatermii może być interpretowany przez urządzenie jako aktywność elektryczna serca. Metodą uodpornienia kardiostymulatora i kardiowertera-defibrylatora na nadczułość jest przestawienie ich w tryb asynchroniczny (AOO, VOO, DOO), przeprogramowanie lub przyłożenie magnesu.

Zależność pacjenta od kardiostymulatora

Zależność pacjenta od kardiostymulatora można określić jako fakt występowania nagłych sytuacji klinicznych w przebiegu nagłego przerwania stymulacji serca powodującego wystąpienie zależnych od bradykardii objawów. Podobnie wywiad wskazujący na występowanie w przeszłości (przed zabiegiem implantacji stymulatora serca) objawów klinicznych o nagłym charakterze, może świadczyć o zależności od kardiostymulatora. Z praktycznego punktu widzenia stan zależności od kardiostymulatora można sklasyfikować według następujących kryteriów: klasa I - pacjenci, u których nagłe przerwanie stymulacji wywołuje objawy zależne od bradykardii, mogące prowadzić do powstania stanów nagłych i pilnych lub w przeszłości obserwowano występowanie symptomów o charakterze nagłym na wskutek zatrzymania stymulacji; klasa II - pacjenci, u których spadek częstości rytmu własnego nawet poniżej 30 uderzeń/min nie powoduje wystąpienia objawów klinicznych; klasa III - pacjenci, u których częstość własnego rytmu zastępczego przekracza 30 uderzeń/min, jednak nie było to nigdy przyczyną wystąpienia nagłych stanów klinicznych związanych z bradykardią. Pacjenci należący do klasy III nie są zależni od stymulatora.

Diatermia chirurgiczna

Pola elektromagnetyczne są generowane przez wszystkie urządzenia elektryczne. Działanie kardiostymulatorów serca i wszczepialnych kardiowerterów-defibrylatorów, które polegają na wykrywaniu aktywności

serca i odpowiedniej jego elektrostymulacji, może zostać zakłócone przez pola elektromagnetyczne. Ryzyko znacznie rośnie w okresie okołoperacyjnym z powodu konieczności użycia elektrokoagulacji. Zaplanowania wymaga zatem właściwe postępowanie u pacjentów z kardiostymulatorem lub wszczepialnym kardiowerterem defibrylatorem w okresie okołoperacyjnym. Wpływ pola elektromagnetycznego (*electromagnetic interference* – EMI) na wszczepialne urządzenia do elektroterapii serca (CIEDs) został dobrze udokumentowany. W zależności od rodzaju wszczepialnego urządzenia wpływ EMI jest inny. Największe ryzyko występuje wówczas, kiedy pod wpływem EMI dochodzi do zahamowania stymulacji serca albo jej wyczuwanie w kanale przedsińkowym, co wpływa na zwiększoną częstość stymulacji komorowej (jeżeli stymulator jest zaprogramowany na tryb śledzenia) podczas stosowania elektrokoagulacji [14,15]. Diatermia chirurgiczna jest powszechnie stosowanym narzędziem do cięcia i koagulacji tkanek. Urządzenia te znajdują się na każdym bloku operacyjnym. Fizyczne podstawy, na których oparte jest działanie diatermii chirurgicznej implikują wytwarzanie pola elektromagnetycznego. Do elektrody dostarczane jest wysokie napięcie, a przepływający przez ciało pacjenta prąd jest stosunkowo mały, dlatego dominuje składowa elektryczna natężenia pola elektromagnetycznego, a składowa magnetyczna jest praktycznie pomijalna. Źródłami pola elektromagnetycznego są elektroda czynna, przewody elektrod oraz generator. Stąd u chorych po wszczępieniu stymulatora należy do minimum ograniczyć stosowanie elektrokoagulacji, w razie konieczności wykonując za pomocą systemów elektrody dwubiegunowej jak najkrótsze aplikacje, jak najniższą mocą, w bezpiecznej odległości od kardiostymulatora [16,17]. Elektrode bierną diatermii umieścić tak daleko od stymulatora jak to tylko możliwe.

W diatermiach chirurgicznych stosuje się częstotliwości od 200 kHz do 3,3 MHz. Jest to zakres częstotliwości dla którego prąd przepływający przez ciało nie powoduje bólu, nie powoduje skurczów mięśni, ani oparzeń na drodze przepływu wewnątrz organizmu. Urządzenia takie wyposażone są w generator wysokiego napięcia, przykładanego między elektrodę bierną, mocowaną na stałe do ciała pacjenta, a elektrodę czynną jednobiegunową stanowiącą skalpel elektryczny, którego uchwyt trzymany jest w dłoni przez chirurga wykonującego zabieg. Prąd elektryczny przepływający między elektrodami powo-

duje w pobliżu elektrody czynnej przegrzanie tkanek pacjenta, umożliwiające zarówno cięcie (tryb pracy CUT), jak i koagulację (tryb pracy COAG) tkanek miękkich. Do niektórych zabiegów stosowane są również elektrody dwubiegunowe zabiegowe, przy których użyciu w uchwycie trzymanym przez chirurga znajdują się obie elektrody.

Wysoka częstotliwość i odpowiednia modulacja prądu pozwalają w bezpieczny sposób uzyskać pożądane efekty termiczne: cięcie i koagulację [14]. Diatermia elektrochirurgiczna może pracować w dwóch podstawowych trybach: jednobiegunowym i dwubiegunowym [15]. W trybie jednobiegunowym prąd wysokiej częstotliwości aplikowany jest do tkanki za pomocą elektrody czynnej. Przepływ prądu następuje między elektrodą czynną i bierną. Elektroda bierna ma potencjał zerowy i duże rozmiary (np. powierzchnia 16×30 cm), co przy zachowaniu warunku dobrego przylegania do ciała pacjenta zapobiega powstawaniu oparzeń w miejscu kontaktu z elektrodą. Uzyskanie efektu cięcia bądź koagulacji jest możliwe dzięki kumulacji na małej powierzchni elektrody czynnej prądu o dużej gęstości. Powoduje to wzrost temperatury i odparowanie wody z tkanek bezpośrednio otaczających elektrodę czynną, a w efekcie hemostazę lub przecięcie tkanki. Elektroda czynna ma rozmiary rzędu mm, a jej kształt jest zależny od zastosowania np. nóż, kulka, pętla. Małe rozmiary elektrody pozwalają używać narzędzia w sposób precyzyjny oraz umożliwiają dostarczenie lokalnie do miejsca kontaktu narzędzia z tkanką dużej ilości energii. Następnie prąd płynie do elektrody biernej (neutralnej) i jest rozpraszany na jej powierzchni, dzięki czemu zmniejsza się jego gęstość, a w miejscu aplikacji elektrody neutralnej nie powstaje niepożądany efekt cieplny. W trybie jednobiegunowym prąd wysokiej częstotliwości przepływa przez ciało pacjenta [16]. W trybie dwubiegunowym prąd wysokiej częstotliwości przepływa pomiędzy płytkami instrumentu dwubiegunowego np. szczypcy bipolarne i koncentruje się wyłącznie na małej powierzchni tkanki znajdującej się pomiędzy nimi. Tryb dwubiegunowy nie wymaga użycia elektrody neutralnej, gdyż obie elektrody: czynna i bierna, są zintegrowane w ramionach szczyptic dwubiegunowych. Praca w trybie dwubiegunowym jest bezpieczniejsza od pracy w trybie jednobiegunowym, ponieważ prąd nie przepływa przez ciało pacjenta [17].

Ryzyko dla pacjenta z PPM: zahamowanie elektrostymulacji serca z powodu zastosowania elektroko-

agulacji. U pacjentów zależnych od kardiostymulatora następuje utrata czynności mechanicznej serca skutkująca brakiem krążenia krwi.

Ryzyko dla pacjenta z ICD: niewłaściwe wyczuwanie EMI jako własnej aktywności elektrycznej serca skutkujące wdrożeniem leczenia antytachyarytmicznego (migotania komór, częstoskurczu komorowego i częstoskurczu nadkomorowego poprzez wyładowanie wysokoenergetyczne lub szybką stymulację komorową).

Ryzyko dla pacjenta z ILR: brak. Wszczepialne rejestratory rytmu nie posiadają funkcji leczniczych, nie stanowią zatem ryzyka podczas interferencji z polem elektromagnetycznym diatermii chirurgicznej. Jednak zakłócenia z użyciem diatermii mogą uszkodzić pamięć ILR i skasować zgromadzone dane. Aby przedoperacyjnie zapisać dane urządzenia monitorującego należy skontaktować się z oddziałem elektrofizjologii kardiologicznej w celu zabezpieczenia danych urządzenia monitorującego przed planowanym zabiegiem operacyjnym.

Przedoperacyjna ocena pacjenta z wszczepionym urządzeniem do elektroterapii serca

Wywiad i badanie przedmiotowe

Przygotowanie chorego do pozasercowego zabiegu operacyjnego (noncardiac surgery-NCS) trybie planowym powinno obejmować typową ocenę wydolności układu krążenia i ewentualnych obciążeń wynikających z podstawowej choroby serca. Z zasady konieczne jest przeprowadzenie konsultacji kardiologicznej u chorych z wszczepionym urządzeniem – optymalnie kardiologa wyspecjalizowanego w elektrofizjologii. W sytuacji NCS w trybie pilnym ocena pacjenta i postępowanie w zakresie CIED pozostaje zadaniem chirurga i anestezjologa [19,20]. U pacjentów stymulatorozależnych, pacjentów z CRT oraz pacjentów z ICD należy unikać stosowania elektrokoagulacji. Stosowanie elektrokoagulacji dwubiegunowej, z krótkimi seriami impulsów ograniczonych do kilku sekund (<5 s) i o najmniejszej skutecznej energii, a także operowanie elektrodą do elektrokoagulacji z dala od urządzenia (>15 cm) może zminimalizować ryzyko interferencji z urządzeniem. Jeżeli stosuje się elektrokoagulację jednobiegunową, urządzenie elektrochirurgiczne powinno być podłączone w taki sposób, aby obwód prądu przebiegał z dala od puszki generatora CIED

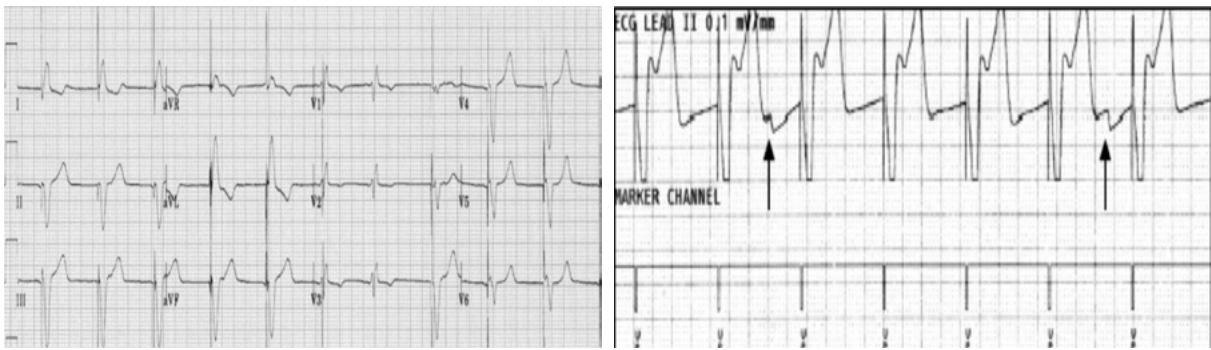
i elektrod. Należy jednak wziąć pod uwagę zalecenia producenta (zwykle zaleca się umieszczenie elektrody neutralnej po przeciwnej stronie ciała niż operowana, ale możliwie blisko operowanego miejsca, w dobrze unaczynionej, mięśniowej okolicy). Oznacza to, że elektroda neutralna powinna być umieszczona jak najdalej od CIED, a miejsce operowane powinno się znajdować między CIED a elektrodą neutralną. Warto zauważyć, że ocena anestezjologiczna powinna uwzględniać możliwe trudności w uzyskaniu centralnego dostępu żylnego u pacjentów, którzy mają niekiedy w żylnym układzie naczyniowym kilka elektrod, co może skutkować niedrożnością dużych naczyń żylnych. Typowa ocena przedoperacyjna powinna uwzględniać wykonanie badania elektrokardiograficzne (ocena rytmu - rytm własny vs wystymulowany), badanie radiologiczne klatki piersiowej w celu zobrazowania rodzaju wszczepionego urządzenia, liczby i położenia elektrod [21,22], analiza książeczki urządzenia (rodzaj, program urządzenia, termin ostatniej kontroli), wywiad dotyczący przyczyny implantacji, objawów i ewentualnej czasowej kardiostymulacji przed wszczęciem CIED (ogólna ocena w zakresie potencjalnej pełnej zależności od urządzenia). W sytuacjach wątpliwych należy rozważyć kontakt z ośrodkiem implantującym i kontrolującym urządzenie.

Identyfikacja wszczepionego urządzenia i interpretacja przedoperacyjnej kontroli

Ocena przedoperacyjna powinna uwzględniać rodzaj planowanego zabiegu, odległość miejsca operowanego od wszczepionego urządzenia i elektrod, typ stosowanej elektrokoagulacji (jedno- lub dwubiegunowa). Kwalifikacja pacjenta z kardiostymulatorem lub ICD do NCS wymaga zebrania kilku ważnych informacji w celu stworzenia odpowiedniego planu postępowania. Konieczne jest ustalenie: - typu wszczepionego urządzenia do stymulacji serca oraz jego producenta; - zaprogramowanych wartości podstawowych parametrów; - daty i wyniku ostatniej kontroli urządzenia w poradni kontroli rozruszników; - czy przewiduje się zakłócenia elektromagnetyczne w okresie okołozabiegowym; - czy pacjent jest zależny od kardiostymulacji. Jeżeli nie ma danych wskazujących na nieprawidłowe funkcjonowanie urządzenia, u pacjentów ze stymulatorem urządzenie powinno zostać skontrolowane co najmniej raz w ciągu 12 miesięcy przed operacją, a u pacjentów z ICD w ciągu 6 miesięcy przed operacją (do kontroli może być rów-



Rycina 1. Stymulacja jednojamowa przedsionkowa. A. 12-odprowadzeniowy zapis EKG. B. Zapis krzywej z II dwubiegunowego odprowadzenia kończynowego (Ap kanał przedsionkowy, Vs kanał komorowy).
 Figure 1. Single chamber atrial pacing. A. Standard electrocardiogram. B. Bipolar limb lead II (Ap atrial channel, Vs ventricle channel).



Rycina 2. Stymulacja jednojamowa z prawej komory. A. 12-odprowadzeniowy zapis EKG. B. Zapis krzywej z II dwubiegunowego odprowadzenia kończynowego (Ap kanał przedsionkowy, Vs kanał komorowy).
 Figure 2. Single chamber right ventricular pacing. A. Standard electrocardiogram. B. Bipolar limb lead II (Ap atrial channel, Vs ventricle channel).



Rycina 3. Stymulacja sekwencyjna dwujamowa. A. 12-odprowadzeniowy zapis EKG. B. Zapis krzywej z II dwubiegunowego odprowadzenia kończynowego (Ap kanał przedsionkowy, Vs kanał komorowy).
 Figure 3. Sequential dual chamber pacing. A. Standard electrocardiogram.. B. Bipolar limb lead II (Ap atrial channel, Vs ventricle channel).

niez wykorzystywane monitorowanie na odległość [19]. U pacjentów stymulatorozależnych, pacjentów ze stymulacją dwukomorową w ramach CRT oraz pacjentów z ICD, u których wykonuje się planową NCS związaną z ryzykiem interferencji elektromagnetycznej (EMI) (np. z użyciem jednobiegunowej elektrokoagulacji, zwłaszcza powyżej pępka), bezpośrednio przed operacją należy skontrolować i przeprogramować CIED. U pacjentów stymulatorozależnych urządzenie powinno zostać przeprogramowane w tryb stymulacji asynchronicznej (bez czuwania) w celu zabezpieczenia przed hamowaniem pracy stymulatora [20].

Informację o wszczepionym urządzeniu można odnaleźć:

- w treści konsultacji udzielanych pacjentowi w związku z regularnymi kontrolami urządzenia
- na karcie urządzenia wydanej pacjentowi
- na podstawie zdjęcia radiologicznego klatki piersiowej i badania elektrokardiologicznego
- podjąć bezpośredni kontakt z centrum wszczepiającym i kontrolującym urządzenie.

U pacjent z wszczepionym urządzeniem do elektrotterapii serca należy spodziewać się występowania istotnych schorzeń kardiologicznych co zobowiązuje do starannie zebranego wywiadu chorobowych i wykonanie badania przedmiotowego pacjenta w poszukiwaniu objawów niewydolności serca. Należy również poszukiwać objawów uszkodzenia wszczepionego urządzenia takich jak np. zawroty głowy, omdlenia, występowanie duszności, które mimo wszczepionego urządzenia mogą wskazywać na upośledzoną czynność serca. Jeśli pacjent przyjmuje leki przeciwaritmiczne to należy je kontynuować w okresie okołoperacyjnym. Zaburzenia gospodarki wodno-elektrolitowej, hipopotasemię, hipomagnezemię, należy wyrównać przed operacją, gdyż mogą one wpływać na pobudliwość miokardium i na próg skutecznej defibrylacji.

Badania dodatkowe

Spoczynkowe badanie elektrokardiograficzne 12-odprowadzeniowe

W celu zobrazowania aktywności elektrycznej wszczepionego urządzenia należy wykonać badanie elektrokardiograficzne w spoczynku. Stymulacja jednojamowa przedsionka uwidacznia się w badaniu jako pojedynczy pik, po którym następuje załamek p i własny zespół QRS pacjenta (rycina 1). Stymulacja jednojamowa komorowa skutkuje pikiem wyładowania

kardiostymulatora z następowym szerokim zespołem QRS (rycina 2). Stymulacja dwujamowa zobrazowana jest jako pobudzenia zarówno przedsionkowe, jak i komorowe. Piki kardiostymulatora występujące przed każdym załamkiem p i przed każdym zespołem QRS wskazuje na stymulatorozależność (rycina 3).

Badanie radiologiczne klatki piersiowej

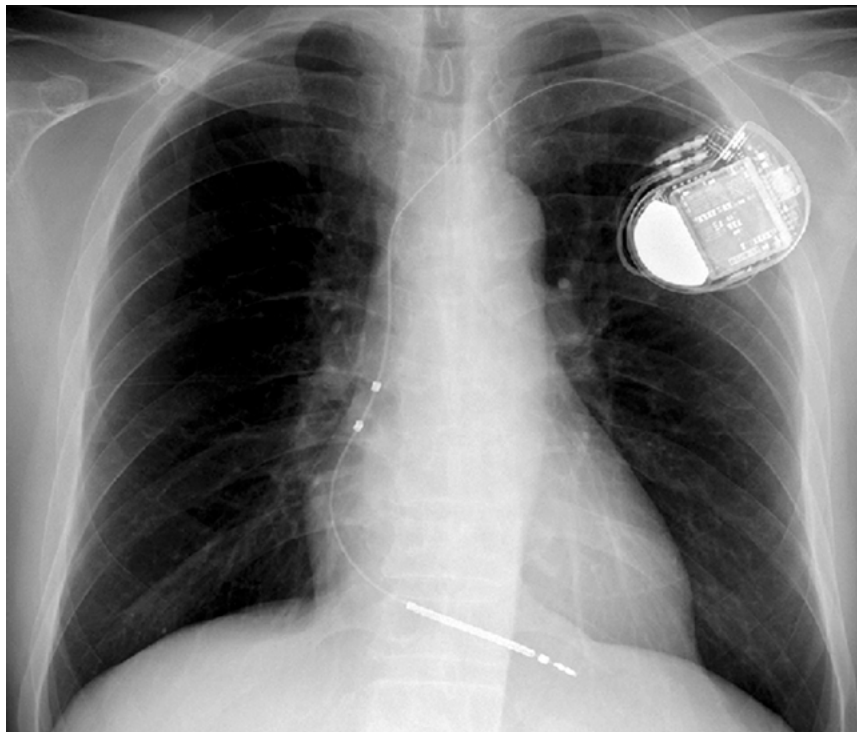
Zdjęcie przeglądowe klatki piersiowej może dostarczyć istotnych informacji co do rodzaju wszczepionego urządzenia i czynności wszczepionego urządzenia do elektrotterapii serca (wielkość i położenie generatora, położenie końców wewnątrzsercowych elektrod i grubość wszczepionych elektrod). Na zdjęciu radiologicznym klatki piersiowej można zidentyfikować rodzaj wszczepionego urządzenia, liczbę wszczepionych elektrod oraz cechy niewydolności serca. Zdjęcie radiologiczne pozwala na odróżnienie rodzaju urządzenia, kardiowertera-defibrylatora od kardiostymulatora. Jeśli w obrazie radiologicznym uwidoczniona jest jedna (zdjęcie 1) lub dwie grube elektrody do dostarczenia wysokoenergetycznego wyładowania do prawej komory do prawej komory serca. Położenie i wygląd elektrody może dostarczyć informacji o jej przemieszczeniu lub mechanicznym uszkodzeniu. Zdjęcie radiologiczne klatki piersiowej u pacjenta z wszczepionym CRT-D pokazuje szerszą elektrodę w prawej komorze do dostarczenia wysokoenergetycznego prądu, która wyraźnie różni się od cienkich elektrod do stymulacji umiejscowionych w prawym przedsionku i lewej komorze. Czasami udaje się uwidocznić przemieszczenie dosercowego końca elektrody poza jamę serca.

Postępowanie śródoperacyjne

Czasowe użycie magnezu do krótkotrwałego przeprogramowania wszczepionego urządzenia

Wszczepialne urządzenia do elektrotterapii serca są wyposażone w aktywowany magnetycznie przełącznik trybu pracy w celu umożliwienia zmiany trybu stymulacji w kardiostymulatorach lub wyłączenia detekcji i leczenia tachyarytmii w kardiowerterach-defibrylatorach.

Magnezy do krótkotrwałego przeprogramowania wszczepionego urządzenia dostarczane przez firmy produkujące kardiostymulatory i kardiowertery-defibrylatory mają średnicę ok. 75 mm i wykazują wartość indukcji równą ok. 90 gausów w odległości 4 cm od powierzchni magnezu [23-25]. Przyłożenie magnezu



Zdjęcie 1. Zdjęcie radiologiczne klatki piersiowej u pacjenta z wszczepionym jednoelektrodowym ICD
Photo 1. Chest X-ray in a patient with implanted single lead ICD

nad kardiostymulatorem serca powoduje przestawienie jego pracy w tryb asynchroniczny i rozpoczyna stałą stymulację o częstotliwości zależnej od producenta oraz bieżącego stanu baterii. W większości przypadków częstość stymulacji asynchronicznej będzie szybsza niż rytm własny pacjenta, a więc potwierdzeniem zmiany trybu pracy będzie przyspieszenie rytmu serca obserwowane w zapisie elektrokardiograficznym, pulsoksymetrii i w badaniu palpacyjnym tętna. Przyłożenie magnesu nad kardiostymulator, czyli czasowe przeprogramowanie urządzenia w tryb stymulacji asynchronicznej z częstością stymulacji zależną od producenta urządzenia i od rodzaju zaprogramowanej stymulacji [26]. Z wyższą częstością wysyłanych impulsów w stymulacji dwujamowej (asynchronous dual chamber pacing -DOO, a z niższą częstością wysyłanych impulsów w stymulacji jednojamowej (asynchronous single chamber pacing -SOO, to jest albo AOO albo VOO). Medtronic DOO/SOO (85/65 impulsów na minutę), Biotronik DOO/SOO (90/80 impulsów na minutę), Boston Scientific DOO/SOO (100/85 impulsów na minutę) i Abbott DOO/SOO (100/85 impulsów na minutę).

Ważne jest, aby magnes cały czas leżał stabilnie nad urządzeniem, najlepiej przyklejony plastrem do skóry. Oddalenie magnesu od puszkii generatora natychmiast kończy jego działanie.

Przyłożenie magnesu nad ICD u producentów Medtronic, Biotronik, Boston Scientific, Abbott wyłącza czasowo funkcję detekcji tachyarytmii, a w konsekwencji również i terapię tachyarytmii (wyładowań wysokoenergetycznych oraz szybkiej stymulacji komorowej), ale w odróżnieniu od kardiostymulatorów serca nie przestawia zaprogramowanej funkcji stymulacji urządzenia w tryb stymulacji asynchronicznej. Oznacza to, że stymulacja serca z ICD może zostać zahamowana przez zakłócenia mimo przyłożenia magnesu nad urządzeniem. Zdjęcie magnesu znad puszkii generatora ICD powoduje przywrócenie wyjściowych parametrów detekcji i terapii ICD [27-29]. Należy pamiętać, że przez cały czas, gdy magnes znajduje się nad puszką generatora ICD, urządzenie nie rozpoznaje żadnych zaburzeń rytmu serca i nie będzie ich leczyło. Dlatego magnes można przyłożyć nad ICD tylko, gdy istnieją pilne wskazania do czasowego wyłączenia ICD, a nie ma innych możliwości

przeprogramowania urządzenia (brak programatora ICD, kardiologa, elektrofizjologa serca). Niektórzy producenci ICD, w tym Medtronic i Boston Scientific wbudowali w ICD sygnał dźwiękowy, aktywowany przyłożeniem nad urządzenie magnesu i dezaktywacją detekcji i leczenia tachyarytmii. Usunięcie magnesu znad ICD powinno reaktywować funkcję detekcji i leczenia tachyarytmii.

Znieczulenie należy dostosować do stanu kardiologicznego pacjenta, schorzeń współistniejących i rodzaju zaplanowanego zabiegu operacyjnego. Unikać należy hipoksji, hiperkapnii i zaburzeń wodno-elektrolitowych, w szczególności jonów potasu i magnezu, ponieważ mogą ułatwić występowanie groźnych arytmii i zaburzać próg skutecznej stymulacji i defibrylacji. W okresie śródoperacyjnym mogą występować groźne arytmie, zwłaszcza u pacjentów z ICD po tymczasowym wyłączeniu funkcji defibrylacji. Należy zatem zapewnić możliwość defibrylacji w urządzeniu zewnętrznego oraz możliwość czasowej stymulacji zewnętrznej. Przed rozpoczęciem znieczulenia i zabiegu operacyjnego należy przykleić zewnętrzne elektrody do stymulacji i defibrylacji zewnętrznej przezskórnej. Elektrody wielofunkcyjne z opcją stymulacji można umieścić w pozycji przednio-tylnej, jednak w czasie zatrzymania krążenia wygodniejsza jest konfiguracja elektrod umieszczonych jedna po prawej stronie klatki piersiowej, druga po lewej stronie w okolicy koniuszka serca. Wówczas nie ma potrzeby przerywania uciskania klatki piersiowej w celu odwrócenia pacjenta i umieszczenia tylnej elektrody. Do zalet stymulacji przezskórnej zalicza się to, że może być użyta szybko, pozwala uniknąć ryzyka towarzyszącemu kaniulacji żyły centralnej, może być wykonana w oczekiwaniu na wdrożenia stymulacji wewnątrzjamowej. Elektrody do stymulacji przezskórnej należy umieścić w odległości 10-15 cm od puszkii wszczepionego urządzenia do elektroterapii serca, tak aby uniknąć możliwości uszkodzenia urządzenia w konsekwencji defibrylacji. Zaburzenia rytmu należy leczyć w sposób standardowy określony procedurami zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych przy użyciu zalecanych dawek prądu do defibrylacji zewnętrznej. Jeśli zajdzie potrzeba stymulacji przezskórnej, to skuteczną stymulację można osiągnąć prądem o natężeniu ok. 50-100 mA.

Monitorowanie śródoperacyjne

Pacjentów należy monitorować zapewniając standardowe monitorowanie w sposób ciągły. Na kardio-

monitorze należy wybrać takie odprowadzenie krzywej elektrokardiograficznej, które najlepiej zobrazuje piki pobudzeń z kardiostymulatora. Ciągłe monitorowanie krzywej elektrokardiograficznej należy kontynuować przez cały czas trwania zabiegu operacyjnego, szczególnie uważnie podczas stosowania diatermii chirurgicznej. Należy mieć na uwadze to, iż monitorowana częstość akcji serca może być policzona podwójnie zliczając piki ponudzeń kardiostymulatora i zespoły QRS. Dlatego należy monitorować częstość fali tętna na naczyniach obwodowych za pomocą pletyzmografii w sposób numeryczny i w postaci krzywej przepływu krwi tętnicznej. Ciągły krwawy pomiar ciśnienia tętniczego krwi zapewnia ciągłość monitorowania jego wartości, ocenę dynamiki zmian ciśnienia w krótkich interwałach czasowych, może dostarczać dodatkowych informacji u pacjentów, u których niezbędna jest analiza ciągłego zapisu zmian ciśnienia tętniczego z powodu niestabilności hemodynamicznej.

Implantacja cewnika do żył centralnych należy rozważyć w sytuacjach, gdy: niemożliwe jest założenie obwodowego dostępu żylnego, istnieje potrzeba szybkiego podania płynów, leków hipertonicznych, podrażniających naczynia obwodowe, inotropowo dodatnich, gdy istnieje potrzeba monitorowania ciśnienia centralnego. Należy wybrać miejsce wprowadzenia cewnika do żyły centralnej możliwie najdalej od miejsca wszczepionych elektrod kardiostymulatora. Należy również zwracać uwagę na występowanie arytmii podczas wprowadzania do serca metalowego przewodnika oraz możliwości przemieszczenia elektrody kardiostymulatora w szczególności po świeżym wszczepieniu elektrod. Obwodowe stymulatory nerwów uważa się za bezpieczne, jeśli są używane z dala od wszczepionego urządzenia do elektrostymulacji, a wektor stymulacji z stymulatora nerwów nie znajduje się równoległe do wektora prądu urządzenia do elektroterapii serca.

Leki i płyny podawane dożylnie

Sukcynylocholinę należy używać z zachowaniem należytej ostrożności z powodu krótkotrwałe drżenia pęczkowe mięśni, które mogą powodować fałszywe wyczuwanie pobudzeń własnych serca i skutkować zahamowaniem pobudzeń kardiostymulatora. ICD-y mają sztywny algorytm wyczuwania, który zabezpiecza przed niewłaściwym wyzwoleniem leczenia przeciwtachyarytmicznego. W zależności od rodzaju zabiegu chirurgicznego należy rozważyć profilaktyczną antybiotykoterapię. Zakażenie elektrod wszczepionego

urządzenia do elektroterapii serca ma głównie etiologię gronkowcową, jest trudne do diagnostyki i leczenia, jak i wiąże się z wysoką śmiertelnością. Wielu pacjentów z wszczepionym urządzeniem do elektroterapii serca ma upośledzoną czynność serca i potencjał do występowania groźnych zaburzeń rytmu. Monitorowanie śródoperacyjne i technika znieczulenia musi uwzględniać te uwarunkowania i zapewniać optymalizację ukrwienia miokardium. Należy unikać leków o działaniu inotropowo ujemnym i pamiętać, że leki inotropowo dodatnie mogą uwrażliwiać miokardium na tachyarytmie.

Bilansowanie płynów jest szczególnie ważne, gdyż pacjenci ze sztywną częstością pracy serca nie są w stanie odpowiedzieć wzrostem częstości rytmu serca na hipowolemię, co może powodować upośledzenie perfuzji narządowej i dostarczania tlenu. Zalecane jest monitorowanie rzutu serca u pacjentów niestabilnych hemodynamicznie.

Ograniczenie wpływu pola elektromagnetycznego sali operacyjnej

Zastosowanie koagulacji dwubiegunowej i specjalnie zaprojektowane ekrany ochronne zmniejszają ryzyko wpływu pola elektromagnetycznego na wszczepialne urządzenia do elektroterapii serca. Jednak należy unikać źródeł pola elektromagnetycznego u tych pacjentów. Jeśli wszczepione urządzenie do elektroterapii serca zostało w ostatnim czasie poddane kontroli a miejsce operowane jest od niego oddalone to spowodowanie nieprawidłowego funkcjonowania urządzenia jest znikome. Użycia diatermii chirurgicznej tam, gdzie to możliwe należy unikać. Ogólnie uznaje się diatermię dwubiegunową za bezpieczniejszą od jednobiegunowej. Jeśli konieczne jest użycie diatermii jednobiegunowej należy stosować krótkie 1-2 sekundowe impulsy oddzielone od siebie 10sekundowymi przerwami preferując tryb cięcia w stosunku do trybu koagulacji. Kable od diatermii należy umieścić z dala od wszczepionego urządzenia do elektroterapii serca. Elektrode bierną od diatermii należy również umieścić z dala od wszczepionego urządzenia do elektroterapii serca.

Okres pooperacyjny

W bezpośrednim okresie pooperacyjnym należy monitorować w sposób ciągły częstość i rytm serca. Sprzęt i leki resuscytacyjne powinny być dostępne i przygotowane do użycia w sali pooperacyjnej. Jeżeli w okresie okołoperacyjnym użyto magnezu, to jego usunięcie spowoduje powrót normalnego trybu pracy rozrusznika lub ICD. [30-32]. Jeśli przedoperacyjnie przeprogramowano urządzenie to w okresie pooperacyjnym należy w kardiowerterze – defibrylatorze przywrócić funkcje wykrywania i leczenia tachyarytmii, a w kardiostymulatorze przywrócić stymulację synchroniczną. Jeśli w okresie śródoperacyjnym doszło do zdarzeń niepożądanych w pracy wszczepionego urządzenia to konieczna jest kontrola urządzenia w pracowni elektrofizjologii ośrodka wszczepiającego.

Wnioski

Zwiększa się liczebność populacji pacjentów z wszczepionymi urządzeniami do elektrokardioterapii poddawanych niekardiochirurgicznym operacjom. W okresie okołoperacyjnym należy uzyskać informacje dotyczące: wskazania do wszczepienia urządzenia, rodzaju wszczepionego urządzenia, terminu ostatniej kontroli urządzenia, zależności pacjenta od kardiostymulatora, rodzaju operacji planowanego zastosowania diatermii chirurgicznej. Staranne przedoperacyjne przygotowanie i śródoperacyjne postępowanie na pewno przyczynią się do poprawy bezpieczeństwa pacjenta podczas operacji.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Jacek Wadełek

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii
Warszawski Szpital Południowy Sp. z o.o. w Warszawie
ul. Rotmistrza Pileckiego 99, 02-781 Warszawa

☎ (+48 22) 166 95 55

✉ WAD_jack@poczta.fm

Piśmiennictwo/References

1. Cohn SL. The cardiac consult for patients undergoing non-cardiac surgery. *Heart*. 2016;102(16):1322-32.
2. Thomas H, Plummer C, Wright IJ, et al. Guidelines for the peri-operative management of people with cardiac implantable electronic devices: Guidelines from the British Heart Rhythm Society. *Anaesthesia*. 2022 Jul;77(7):808-17.

3. Glikson M, Nielsen JC, Kronborg MB, et al. 2021 ESC guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. *Eur Heart J*. 2021;42:3427-520.
4. Bryant HC, Roberts PR, Diprose P. Perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices. *BJA Educ.*, 2016;16(11):388-96.
5. Song P., Rooke G.A. Fundamental electrophysiology principles related to perioperative management of cardiovascular implantable electronic devices. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2024 Feb;38(2):361-370.
6. Cronin B, Essandoh MK. Update on Cardiovascular Implantable Electronic Devices for Anesthesiologists. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2018;32(4):1871-84.
7. Cody J, Graul T, Holliday S, Streckenbach S, et al. Nontransvenous Cardiovascular Implantable Electronic Device Technology-A Review for the Anesthesiologist. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2021;35(9):2784-91.
8. Cronin B, Birgersdotter-Green U, Essandoh MK. Perioperative Interrogation of Boston Scientific Cardiovascular Implantable Electronic Devices: A Guide for Anesthesiologists. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019;33(4):1076-89.
9. Cronin B, Dalia A, Nguyen QS, et al. Perioperative Interrogation of Medtronic Cardiovascular Implantable Electronic Devices: A Guide for Anesthesiologists. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2020;34(9):2465-75.
10. Cronin B, Essandoh MK. Perioperative Interrogation of St. Jude Cardiovascular Implantable Electronic Devices: A Guide for Anesthesiologists. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2018;32(2):982-1000.
11. Bernstein AD, Daubert JC, Fletcher RD, et al. The revised NASPE/BPEG generic code for antibradycardia, adaptive-rate, and multisite pacing. North American Society of Pacing and Electrophysiology/British Pacing and Electrophysiology Group. *PACE* 2002;25:260-4.
12. Bernstein AD, Camm AJ, Fisher JD, et al. NASPE/BPEG defibrillator code. North American Society of Pacing and Electrophysiology/British Pacing and Electrophysiology Group. *PACE* 1993;16(9):1776-80.
13. Practice Advisory for the Perioperative Management of Patients with Cardiac Implantable Electronic Devices: Pacemakers and Implantable Cardioverter-Defibrillators 2020. An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Management of Patients with Cardiac Implantable Electronic Devices. *Anesthesiology* 2020;132:225-52.
14. Cronin B, Dalia A, Sandoval K, et al. Perioperative Interrogation of Biotronik Cardiovascular Implantable Electronic Devices: A Guide for Anesthesiologists. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019;33(12):3427-36.
15. Jones CM, Pierre KB, Nicoud B, et al. Electrosurgery. *Curr Surg*. 2006;63:458-63.
16. Massarweh N, Cosgriff N, Slakey D. Electrosurgery: history, principles, and current and future uses. *Am Coll Surg*. 2006;202:520-30.
17. Vilos GA, Rajakumar C. Electrosurgical generators and monopolar and bipolar electrosurgery. *J Minim Invasive Gynecol*. 2013;20(3):279-87.
18. Vilos GA. Understanding and Practising Safe Electrosurgery in the Operating Room. *J Obstet Gynaecol Can* 2018;40(10):1337-47.
19. Gifford J, Larimer K, Thomas C, et al. ICD-ON registry for perioperative management of CIEDs: most require no change. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2017;40(2):128-34.
20. Stone ME, Salter B, Fischer A. Perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices. *Br J Anaesth*. 2011;107(Suppl 1):i16-i26.
21. Costelloe CM, Murphy Jr WA., Gladish WG., et al. Radiography of pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *AJR Am J Roentgenol*. 2012;199(6):1252-8.
22. Aguilera AL, Volokhina YV, Fisher KL. Radiography of cardiac conduction devices: a comprehensive review. *Radiographics*. 2011;31(6):1669-82.
23. Apfelbaum J.L., Schulman P.M., Mahajan A. et al.: Practice advisory for the perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices: Pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators 2020. *Anesthesiology*, 2020;2:225-52.
24. Jacob S, Panaich SS, Maheshwari R, et al. Clinical applications of magnets on cardiac rhythm management devices. *Europace*. 2011;13(9):1222-30.
25. Rozner MA. The patient with a cardiac pacemaker or implanted defibrillator and management during anaesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2007;20(3):261-8.
26. Özkartal T, Demarchi A, Caputo ML, et al. Perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices and utility of magnet application. *J.clin. Med*. 2022 Jan 28;11(3):691.
27. Allison MG, Mallemat HA. Emergency Care of Patients with Pacemakers and Defibrillators. *Emerg Med Clin North Am*. 2015;33(3):653-67.
28. Samii SM. Indications for pacemakers, implantable cardioverter-defibrillator and cardiac resynchronization devices. *Med Clin North Am*. 2015;99(4):795-804.
29. Stone ME, Apinis A. Current perioperative management of the patient with a cardiac rhythm management device. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2009;13(1):31-43.
30. Stone KR, McPherson CA. Assessment and management of patients with pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *Crit Care Med*. 2004;32(4 Suppl):S155-65.
31. Yerra L, Reddy PC. Effects of electromagnetic interference on implanted cardiac devices and their management. *Cardiol Rev*. 2007;15(6):304-9.
32. Schulman PM, Rozner MA, Sera V, et al. Patients with pacemaker or implantable cardioverter-defibrillator. *Med Clin North Am*. 2013;97(6):1051-75.