

Badania kontrolne i prowadzenie ambulatoryjne osób z układem stymulującym serca: komorowym, przedsionkowym, przedsionkowo-komorowym (VVI, AAI, DDD)

W Polsce rocznie wszczepia się około 9500 stymulatorów serca, z czego 80–90% przypada na pierwszorazowe implantacje, pozostałe 10–20% na wymiany. Biorąc pod uwagę implantacje z ubiegłych lat, liczba osób z wszczepionymi układami stymulującymi wynosi kilkadziesiąt tysięcy. Chorzy ci wymagają systematycznej wysokospecjalistycznej kontroli ambulatoryjnej w dobrze wyposażonych ośrodkach, zatrudniających fachowy i doświadczony personel lekarski, pielęgniarski oraz techniczny.

Badania kontrolne chorego z wszczepionym układem stymulującym przeprowadza się bezpośrednio po implantacji, a następnie przez całe życie ponieważ stymulator, a nawet cały układ stymulujący może być wielokrotnie zmieniany. Podczas badań kontrolnych należy sprawdzić, czy wszczepiony układ stymulujący pracuje prawidłowo i czy są wykorzystane możliwości dostosowania jego funkcji do aktualnych potrzeb organizmu — poprawy warunków hemodynamicznych i tłumienia nawrotów arytmii. Trzeba także ocenić, czy stymulator w wystarczającym stopniu usunął objawy kliniczne stwierdzone przed implantacją (incydenty MAS, stany przedomdleniowe itp.) oraz czy nie jest on powodem wystąpienia nowych objawów klinicznych (zawroty głowy, kołatania serca, duszność).

Zaburzenia pracy układów stymulujących mogą powodować znaczne pogorszenie samopoczucia i stanu zdrowia chorych oraz stanowić bezpośrednie zagrożenie życia. Część tych zaburzeń można usunąć lub zminimalizować poprzez przeprogramowanie rozrusznika. Inne nieprawidłowości można zlikwidować dopiero przez wymianę stymulatora lub elektrody albo poprzez inny zabieg korekcyjny (np. repozycja elektrody, wymiana łącznika). Lekarz prowadzący badanie kontrolne pacjenta i jego stymulatora musi mieć możliwość programowania rozrusznika oraz wieloletnie doświadczenie kliniczne w tej metodzie leczenia.

Częstość i zakres badań kontrolnych osób z wszczepionymi układami stymulującymi zależy m.in. od:

- stanu ogólnego (wydolność krążenia, zaburzenia rytmu itp.),

- przewidywanej żywotności baterii rozrusznika,
- trybu i rodzaju stymulacji,
- stabilności progu stymulacji i sterowania (*sensing*),
- przyjmowania leków w dawkach mogących wpływać na próg stymulacji,
- sposobu zaprogramowania i potrzeby zmian programu stymulatora do uzyskania określonych korzyści hemodynamicznych i antyarytmicznych,
- obecności i wydolności rytmu kardiotopowego oraz związanego z tym stopnia zależności od rozrusznika,
- narażenia na działanie fal elektromagnetycznych (z urządzeń medycznych, domowych lub przemysłowych),
- odległości od ośrodka implantacyjnego,
- możliwości użycia innych metod kontroli, takich jak transtelefoniczne monitorowanie (TTM) [1].

Wyposażenie w sprzęt i aparaturę ośrodka badań kontrolnych chorych ze stymulatorem serca:

- monitor EKG,
- wielokanałowy aparat EKG,
- odpowiednie programatory,
- magnes,
- urządzenie do elektronicznego pomiaru podstawowych parametrów impulsu stymulatora — oscylosynchroskop (często stanowi część programatora),
- sprzęt do resuscytacji oraz stymulator zewnętrzny i komplet elektrod do stymulacji przezskórnej wraz z elektrodą przelykową,
- dostępność do badań, takich jak echokardiografia, w tym metodą Dopplera, 24-godzinne badanie EKG, 24-godzinny pomiar ciśnienia tętniczego.

Wskazane byłoby również wyposażenie większych ośrodków kontroli rozruszników w urządzenia do TTM oraz w tzw. rejestratory zdarzeń (*closed-loop event recorder*), które zakładane chorym na kilka dni umożliwiają zarejestrowanie krótkich zapisów EKG w dowolnie wybranych przez badanego momentach. Zaletą zarówno TTM, jak i rejestratora zdarzeń jest

możność wykonania zapisów EKG poza ośrodkiem kontroli oraz bezpośredni ich przekaz w wypadku TTM lub następową analizą zdarzeń zarejestrowanych przez rejestrator.

Pooperacyjne badania kontrolne chorego i układu stymulującego

W zależności od doświadczenia ośrodka, miejsca zamieszkania pacjenta i możliwości przeprowadzenia wczesnych ambulatoryjnych kontroli specjalistycznych, czas pobytu w ośrodku waha się od kilku godzin (w wypadku prostej wymiany stymulatora lub implantacji u osoby niezależnej od stymulatora) do 2–3 dni po niepowikłanym zabiegu.

Bezpośrednio po implantacji układu stymulującego po raz pierwszy chory powinien leżeć przez kilka do kilkunastu godzin; monitorowanie EKG w tym okresie pozwala potwierdzić poprawną pracę układu stymulującego lub zaobserwować ewentualne nieprawidłowości jego działania.

W przypadkach niepowikłanych i nieobciążonych ryzykiem infekcji można profilaktycznie podawać chorym dożylnie dawkę antybiotyku o szerokim spektrum bezpośrednio przed implantacją oraz 2–3 dawki po zabiegu.

U chorych o większym stopniu zagrożenia infekcją (np. osoby z cukrzycą lub biorący leki przeciwwrzepowe) zalecana jest profilaktyczna kuracja antybiotykowa.

Wywiad i badanie fizykalne są nieodłącznym elementem obserwacji chorego po implantacji. Również 12-odprowadzeniowe badanie EKG wykonane w warunkach standardowych po przyłożeniu magnesu jest obowiązkowe bezpośrednio po zabiegu oraz przed wypisaniem. W razie potrzeby należy je powtarzać wielokrotnie w czasie pobytu chorego w szpitalu. Badanie to pozwala na ocenę podstawowych funkcji stymulatora, czyli skuteczności stymulacji i prawidłowości jego sterowania.

W przypadkach niepowikłanych zaleca się również wykonanie po zabiegu badania radiologicznego klatki piersiowej tylno-przedniego i bocznego, jeszcze na stole operacyjnym lub przed wypisem chorego ze szpitala. Zdjęcie RTG wykonuje się w celu uwidocznienia położenia elektrod w sercu i oceny powietrzności pól płucnych; badanie to jest także niezbędne do porównań z wynikami późniejszych badań kontrolnych. Przy podejrzeniu odmy opłucnej lub innych powikłań związanych z nakłuciem żyły podobojczykowej badanie RTG należy wykonać bezzwłocznie.

W wypadku stymulatorów jednojamowych, w zależności od potrzeb, programuje się w okresie

pooperacyjnym kilka ich głównych funkcji, np. częstość podstawową, histerezę, refrakcję i dodatkowo czułość przedsionkową dla przedsionkowych układów stymulujących. Należy też w tym czasie za pomocą programatora dokonać telemetrycznego odczytu stanu baterii rozrusznika oraz ocenić stan i stabilność ufixowania elektrody poprzez odczyt jej impedancji.

W stymulatorach dwujamowych typu DDD elektrokardiograficzna ocena skuteczności stymulacji, zarówno przedsionkowej jak i komorowej, wymaga często dodatkowych czynności.

U chorych bez zaburzeń przewodzenia przedsionkowo-komorowego ocena skuteczności stymulacji przedsionkowej jest łatwiejsza po przeprogramowaniu rozrusznika do trybu AAI. Natomiast dla ułatwienia oceny skuteczności stymulacji komór w większości obecnie stosowanych stymulatorów DDD testowy (magnetyczny) tryb stymulacji skraca opóźnienie przedsionkowo-komorowe (*AV delay*) do 100 ms, co eliminuje ewentualną lokalizację impulsu komorowego w okresie refrakcji kardiotopowego zespołu QRS. U chorych z blokiem p-k III^o bez rytmu zastępczego (i tym samym bezwzględnie zależnych od stymulatora), przy trudnościach w ocenie skuteczności stymulacji przedsionków przy programie DVI ocenia się ją na podstawie zapisów potencjałów wewnątrzsercowych (IEGM) uzyskanych telemetrycznie przy programie DDD lub DDI. W wyjątkowych sytuacjach (stymulator starszej generacji bez możliwości transmisji IEGM) aktywację przedsionków należy oceniać metodą echokardiograficzną (obecność fali A w zapisie dopplerowskim napływu mitralnego) lub przez stwierdzenie wystymulowanego potencjału przedsionkowego w elektrogramie zarejestrowanym przez elektrodę przelykową.

Oprócz stałego nadzoru elektrokardiograficznej skuteczności stymulacji i prawidłowości sterowania w okresie pooperacyjnym powinien być wstępnie ustalony możliwie najlepszy program rozrusznika dwujamowego. Program ten w zależności od potrzeb i wskazań może być modyfikowany w czasie kolejnych badań kontrolnych. Po zabiegu należy zaprogramować większość parametrów stymulatora, tj. (podobnie jak w stymulatorach jednojamowych) obok częstości podstawowej stymulacji, histerezy, czułości i refrakcji przedsionkowej i komorowej, także inne parametry specyficzne dla rozruszników DDD, takie jak optymalna wartość opóźnienia AV (na podstawie dopplerowskiej oceny napływu mitralnego i wyrzutu aortalnego, jego adaptacja do zmian częstości akcji serca), a także parametry funkcji adaptacji częstości (*rate adaptation*).

Należy również włączyć funkcje antyarytmiczne typu *dual demand modality*, *automatic mode conversion* oraz zaprogramować górną częstość transmitowaną (*upper tracking rate*, UTR; *upper rate limit*, URL), które w powiązaniu z refrakcją kanału przedsionkowego powinny uwzględniać zagrożenie arytmią przedsionkową.

Dla zaprogramowania optymalnego opóźnienia przedsionkowo-komorowego (p-k) i okresu refrakcji kanału przedsionkowego ważna jest ocena występowania wstecznego przewodzenia komorowo-predsionkowego (k-p) i związanego z nim zwiększonego ryzyka wystąpienia częstoskurczu stymulatorowego, czyli częstoskurczu niekończącej się pętli (*endless loop tachycardia*, ELT).

Obecność przewodzenia k-p można stwierdzić w zwykłym zapisie EKG (najczęściej jako ząbienie na ramieniu wstępującym załamka T w odprowadzeniach II, III, aVF), w zapisie z elektrody przelykowej w czasie stymulacji VVI (stare typy stymulatorów) lub we współczesnych stymulatorach DDD w zapisach IEGM w czasie trybu VDI z możliwością automatycznego pomiaru i wydruku czasu wstecznego przewodzenia p-k. W wypadku stwierdzenia przewodzenia wstecznego należy wykonać próby prowokacyjne wywołania ELT przez odpowiednie zaprogramowanie niektórych parametrów (np. wydłużenie opóźnienia p-k i skrócenie refrakcji kanału przedsionkowego), a następnie sprawdzić skuteczność programów antyarytmicznych i sposobów przerywania ELT, m.in. przez wydłużenie okresu refrakcji kanału przedsionkowego po impulsie stymulacji komór (*post ventricular atrial refractory period*, PVARP).

U chorych z wszczepionym stymulatorem DDD należy również zbadać występowanie zjawiska *cross talk*, czyli tzw. „mowy skrzyżowanej” lub „przesłuchu”. Zjawisko to polega na hamowaniu impulsów kanału komorowego stymulatora przez impulsy stymulacji przedsionkowej (i odwrotnie); można je wywołać odpowiednim zaprogramowaniem stymulatora (stała stymulacja przedsionkowa i komorowa przy wysokiej energii stymulacji w jednym kanale oraz dużej czułości drugiego). Stwierdzenie tego objawu nawet przy tak sztucznie dobranych parametrach stymulatora zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia tego zjawiska w przyszłości, co ma znaczenie u chorych bezwzględnie zależnych od rozrusznika. Istotne jest więc odpowiednie zaprogramowanie stymulatora (możliwie niska energia i mała czułość oraz wydłużony *blanking period*).

Przy coraz częściej stosowanych elektrodach dwubiegunowych należy zaprogramować bipolarne sterowanie (*sensing*), zwłaszcza w kanale przedsionkowym, w celu przeciwdziałania detekcji potencja-

łów mięśniowych oraz fal elektromagnetycznych; stymulację przedsionkową i komorową można pozostawić unipolarną dla łatwiejszej interpretacji EKG i oceny poprawności działania układu stymulującego.

Pierwsze ambulatoryjne badanie kontrolne osoby ze stymulatorem serca

Badanie kontrolne powinno być wykonane po 2–4 tygodniach od implantacji, tj. po wypisie chorego ze szpitala, w celu wykrycia ewentualnych powikłań i niepowodzeń zabiegu. Obejmuje ono wywiad, badanie fizykalne (w tym miejsca implantacji), ocenę poprawności pracy układu stymulującego (EKG).

Wczesne badania kontrolne

Kolejne badanie kontrolne powinno być przeprowadzone po 2–3 miesiącach od wszczęcia stymulatora. Jest to okres stabilizacji, zarówno progu stymulacji, jak i sterowania spontanicznych potencjałów serca. Oprócz badania fizykalnego oraz badania EKG należy dokonać pomiaru progu stymulacji oraz sterowania i na podstawie uzyskanych wartości zaprogramować energię (amplitudę i szerokość) impulsu oraz czułość kanału przedsionkowego i/lub komorowego.

Oszczędne zaprogramowanie energii (najczęściej 200–300% wartości progu stymulacji) umożliwia wydłużenie czasu działania baterii rozrusznika, niekiedy o kilka lat powyżej przewidywanego przez wytwórcę średniego czasu pracy stymulatora. Właściwe zaś zaprogramowanie czułości (w granicach 1/2–2/3 bezwzględnych wartości progu sterowania) z jednej strony zapobiega tzw. niedoczności (*undersensing*, *failure to sense*) i związanym z tym zaburzeniom sterowania, a z drugiej strony przeciwdziała wszelkim zjawiskom wywołanym tzw. przesterowaniem (*oversensing*). W układach komorowych (VVI) zjawisko *T-wave oversensing* wyraża się niewłaściwą interpretacją załamka T jako zespołu QRS, a w układach przedsionkowych lub dwujamowych *far field sensing* oznacza niewłaściwą interpretację załamka R jako kolejnego załamka P. W komorowych lub przedsionkowych systemach unipolarnych potencjały mięśniowe mogą czasowo hamować stymulację; w układach dwujamowych miopotencjały odczytane w kanale przedsionkowym powodują stymulację komór z maksymalną częstością przewodzoną (UTR).

Odległe badania kontrolne

Chorzy ze stymulatorem typu AAI(R) implantowanym z powodu niewydolności węzła zatokowe-

go lub upośledzonego chronotropizmu mogą być kontrolowani co 6 miesięcy; pacjenci z zespołem brady-tachykardii wymagają znacznie częstszych kontroli.

Chorzy ze stymulatorem dwujamowym (DDD/DDDR) implantowanym z powodu nabytych bądź wrodzonych bloków p-k mogą być kontrolowani co 6 miesięcy. Natomiast ten sam typ stymulatora wszczepiony z powodu zespołu brady-tachykardii, a także innych mniej typowych wskazań (jak zespół wazowagalny, zespół wydłużonego QT czy zespół nadwrażliwej zatoki tętnicy szyjnej) wymaga częstych badań kontrolnych. Szczególnie częstych kontroli (co 2–3 miesiące, niekiedy nawet co miesiąc) wymagają chorzy z wszczepionym rozrusznikiem dwujamowym z powodu zespołu brady-tachykardii ze względu na występowanie u nich nadkomorowych zaburzeń rytmu serca, które stwarzają pewne trudności diagnostyczne (interpretacja EKG) i terapeutyczne. Przeprowadzanie częstszych badań kontrolnych nakazuje stosowanie leków antyarytmicznych (klasa Ia, Ic), modyfikujących próg stymulacji, sterowania i przewodzenie p-k, oraz konieczność oceny skuteczności odpowiednich programów antyarytmicznych rozruszników typu DDD.

W ostatnim roku przewidywanej trwałości baterii rozrusznika (zależnej również od uprzedniego obniżenia energii impulsu stymulującego) badania kontrolne powinny być częstsze, średnio co 2–3 miesiące.

Stan baterii stymulatora możemy ocenić zarówno bezpośrednio, na podstawie telemetrycznego odczytu z programatora, jak i pośrednio, na podstawie analizy częstości impulsów w zapisie EKG lub za pomocą oscylosynchroskopu. We wczesnym okresie wyczerpywania się baterii stymulatora następuje aktywacja tzw. wskaźnika planowej wymiany (*elective replacement indicator*) początkowo w postaci obniżenia częstości testowej (magnetycznej), a następnie podstawowej częstości impulsów rozrusznika. Symptodem znacznego wyczerpania baterii jest automatyczna zmiana trybu stymulacji z dwujamowej na jednojamową (np. z DDD na VDD lub VVI) albo z trybu „na żądanie” na rytm „sztywny” (np. z VVI na VOO). W większości stymulatorów od aktywacji i wyświetlenia wskaźnika ERI do całkowitego wyczerpania baterii (*end of life*, EOL; *end of service*, EOS) upływa 6–12 miesięcy. U osób bezwzględnie zależnych od rozrusznika (chorzy z blokiem p-k III^o bez rytmu kardiopowego) z chwilą pojawienia się wyżej opisanych oznak wyczerpywania się baterii (*elective replacement time*, ERT) należy dokonać planowej jego wymiany. Natomiast u pozostałych chorych z zadowalającym

rytmem zastępczym, w okresie pomiędzy ERT a EOL (EOS) należy częściej przeprowadzać badania kontrolne, np. co miesiąc, i dokonać wymiany przed wyczerpaniem się baterii. Innym objawem przyspieszającym decyzję o ewentualnej wymianie stymulatora może być niespodziewana zmiana impedancji jego baterii.

Badania dodatkowe wykonywane w czasie badania kontrolnego osób z rozrusznikiem serca

Badanie echokardiograficzne

Badanie to z użyciem techniki dopplerowskiej jest pomocne głównie w optymalizacji opóźnienia przedsionkowo-komorowego w stymulatorach DDD oraz może być przydatne przy ocenie skuteczności hemodynamicznej stymulacji przedsionków w tych rozrusznikach (obecność fali A w obrazie napływu mitralnego).

24-godzinna rejestracja EKG metodą Holtera

Pozwala ona wykryć różnorodne zaburzenia funkcji stymulatora, takie jak: wpływ miopotencjałów oraz fal elektromagnetycznych na funkcję rozrusznika (głównie w systemach unipolarnych), zaburzenia rytmu pośredniczone przez stymulator (*pacemaker mediated tachycardia*, PMT) lub wywoływane przez rozrusznik (ELT) oraz zaburzenia stymulacji i sterowania. Ponadto badanie holterowskie służy także do oceny występowania napadów arytmii wynikających z podstawowej choroby serca (bez udziału rozrusznika), skuteczności programów antyarytmicznych stymulatora oraz funkcji *rate responsive*, a także ułatwia rozpoznanie zespołu stymulatorowego [2].

24-godzinna rejestracja ciśnienia tętniczego krwi

Pozwala wykryć krótkotrwałe, lecz istotne obniżenie ciśnienia tętniczego w czasie stymulacji, ułatwiając rozpoznanie zespołu stymulatorowego [3], zespołu wazowagalnego lub zespołu nadwrażliwej zatoki tętnicy szyjnej.

Elektrokardiograficzna próba wysiłkowa

Badanie to, wykonane na ergometrze rowerowym lub bieżni ruchomej, służy głównie ocenie wydolności chronotropowej węzła zatokowego i zaprogramowaniu funkcji adaptacji częstości stymulacji. U chorych z rozrusznikiem VVI, DDD lub

VDD wysiłkowa elektrokardiograficzna ocena wydolności wieńcowej jest bardzo utrudniona i często praktycznie niemożliwa z uwagi na zniekształcenie zespołu QRS i załamka T przy rytmie stymulowanym, a w przypadku ujawnienia się rytmu kardiotoopowego — z powodu obecności niespecyficznego postymulacyjnych zmian ST-T („pamięć komorowa”).

Badanie za pomocą rejestratora zdarzeń oraz transtelefoniczne przesyłanie zapisu EKG (TTM)

Powyższe badania zwiększają możliwości wykrycia zaburzeń funkcji układu stymulującego (w porównaniu z klasycznym EKG).

Badanie RTG klatki piersiowej (zdjęcie lub skopia)

Badanie to jest jedną z podstawowych metod diagnostycznych wykonywanych w wypadku stwierdzenia dysfunkcji układu stymulującego. Pozwala na ocenę położenia końcówek elektrod, prześledzenie ciągłości przebiegu elektrody oraz jej połączenia ze stymulatorem, a także (przy braku danych o układzie stymulującym) daje możliwość identyfikacji stymulatora i oceny typu (biegunowości) elektrod. Ocena pól płucnych i sylwetki serca również stanowią o wartości tego badania.

Telemetria i programowanie stymulatorów serca

Wszystkie obecnie produkowane stymulatory posiadają dwukierunkową łączność telemetryczną z programatorem oraz możliwość odczytu i zaprogramowania dużej liczby parametrów, funkcji, trybów stymulacji i programów antyarytmicznych.

Stymulatory wyposażone dodatkowo w tzw. pamięć holterowską mają większe możliwości diagnostyczne: możliwość zapisu wewnątrzsercowego EKG (IEGM) w czasie rzeczywistym oraz zapisu tzw. znaczników zdarzeń stymulacji (*event marker*) i sterowania potencjałów przedsionkowych i komorowych, a także pomiaru ich amplitudy.

Programowanie podstawowych parametrów stymulatorów jednojamowych

Próg stymulacji ocenia się w zapisie EKG przez zaprogramowanie częstości stymulacji (*lower rate*) powyżej częstości rytmu spontanicznego serca, a następnie albo metodą stopniowego obniżania amplitudy i/lub szerokości impulsu, albo automatycznie przez uruchomienie odpowied-

nych algorytmów typu *automatic threshold test* [4], *vario test* lub *automatic stimulation threshold search* — w rozrusznikach zawierających system *autocapture* [5].

Próg sterowania ocenia się w standardowym zapisie EKG lub obrazie monitorowanym EKG przez zaprogramowanie częstości stymulacji poniżej częstości kardiotoopowego rytmu chorego, a następnie stopniowe obniżanie czułości (podwyższanie wartości bezwzględnej) aż do wystąpienia zjawiska niedoczności (*undersensing*) lub też automatycznie przez włączenie *automatic sensing test* w niektórych typach stymulatorów [6].

Programowanie innych podstawowych parametrów stymulatorów jednojamowych (typu AAI lub VVI), takich jak częstość podstawowa, histereza, refrakcja, jest względnie proste i wykonujemy je w celu minimalizacji ryzyka wystąpienia zaburzeń sterowania lub stymulacji, uzyskania efektu antyarytmicznego (*overdrive*) i hemodynamicznego (wzrost rzutu minutowego bez nasilenia deficytu perfuzji wieńcowej).

Programowanie stymulatorów dwujamowych

Jest to programowanie bardziej złożone, wymaga dobrej znajomości rozwiązań technicznych danego typu rozrusznika. Programowanie czułości, zarówno części przedsionkowej, jak i komorowej stymulatora DDD oraz programowanie progu stymulacji wymaga dodatkowych zabiegów (zmian trybu stymulacji) i zostało szczegółowo omówione w odpowiednich monografiach [8].

Programowanie w ściśle określonych celach z zastosowaniem prób prowokacyjnych

Ocenę spontanicznego rytmu serca można uzyskać przez:

- znaczące zwolnienie częstości stymulacji, np. do 30/min,
- obniżenie energii impulsu poniżej progu stymulacji,
- czasowe wyłączenie stymulacji (tryb 000),
- zahamowanie rozrusznika stymulacją zewnętrzną przez klatkę piersiową lub przez elektrodę przezprzełykową,
- wysiłek fizyczny.

Ocena ta służy obserwacji historii naturalnej zaburzeń bodźcotwórczości i przewodzenia. Może być także pomocna w diagnostyce ostrego zawału mięśnia sercowego oraz, co najważniejsze, do oceny stopnia zależności chorego od rozrusznika [9].

Programowanie w celu pomiaru czasu wstecznego przewodzenia k-p oraz w celu wywołania ELT, a następnie ustalenie parametrów i algorytmów przerywających ELT i zapobiegających temu zjawisku.

Programowanie w celu sprowokowania i oceny zjawiska typu cross talk.

*Prowokowanie interferencji miopotencjałów w systemach unipolarnych jedno- i dwujamowych wraz z elektrokardiograficzną oceną rodzaju odpowiedzi stymulatora na to zjawisko (hamowanie, wyzwala-
nie, stymulacja asynchroniczna). Zabiegi te są ściśle związane z napinaniem mięśni szkieletowych w okolicy rozrusznika i programowaniem różnych zakresów czułości, przy jakich zaburzenia te pojawiają się lub zanikają.*

Prowokowanie lub odtwarzanie (spowodowanych uszkodzeniem elektrody lub jej konektora) zakłócenie pracy układu stymulującego (zaburzeń stymulacji, sterowania, stymulacji okolicznych mięśni szkieletowych) poprzez wysiłek fizyczny lub ręczne manewry i przemieszczenia stymulatora lub naciąganie elektrody i miejsca połączenia z rozrusznikiem z równoczesnym zapisem EKG i telemetrycznym odczytem impedancji elektrod.

Ocena zjawiska stymulacji mięśnia przepony po stronie prawej lub lewej głównie w stymulatorach DDD, poprzez przeprogramowanie do trybu AAI (o ile to możliwe), a następnie VVI oraz próba eliminacji tego zjawiska przez odpowiednie (bezpieczne) obniżenie energii impulsu stymulującego.

Najczęstsze objawy kliniczne u osób z wszczepionym układem stymulującym

Niektóre objawy kliniczne u osób z rozrusznikiem serca mogą być następstwem dysfunkcji układu stymulującego, a także choroby podstawowej. Odpowiednie zaprogramowanie stymulatora może usunąć niektóre z tych dolegliwości.

Kołatania serca

Mogą być wynikiem nadmiernie przyspieszonego rytmu stymulowanego w rozrusznikach typu *rate responsive*, zarówno jedno- jak i dwujamowych, ale ich przyczyną mogą być także napady częstoskurczu: bez udziału stymulatora, przewodzone przez układ stymulujący (PMT) lub wywołane przez rozrusznik przy obecności wstecznego przewodzenia k-p (ELT). W systemach unipolarnych typu DDD zarówno miopotencjały, jak i wszelkiego rodzaju fale elektromagnetyczne lub prądy galwaniczne wyczuwane w kanale przedsionkowym mogą

powodować przyspieszenie stymulacji komorowej na drodze tzw. wyzwalań (triggerowania).

Zawroty głowy, zasłabnięcia i omdlenia

Mogą być objawem zespołu stymulatorowego oraz wynikiem nieskutecznej stymulacji (*failure to capture, loss of capture, exit block*) z wielorakich przyczyn, np. z powodu nagłego wzrostu progu stymulacji, przemieszczenia końcówki elektrody lub jej uszkodzenia, wyczerpania baterii stymulatora. Objawy te mogą być także następstwem hamowania wysyłania impulsów przez stymulator lub całkowitego ich braku (*failure to pace*), zarówno z powodów związanych z rozrusznikiem (*oversensing*), jak i zależnych od elektrody (złamanie, uszkodzenie, rozłączenie itp.)

Stymulacja przepony

(połączona niekiedy z czkawką)

Stymulacja przepony może być wynikiem podrażnienia nerwu przeponowego po stronie prawej przez elektrodę przedsionkową lub może występować z powodu leżącej blisko przepony końcówki elektrody komorowej (strona lewa).

Przeciwdziałać temu zjawisku można albo przez obniżenie energii impulsu stymulującego, albo przez repozycję elektrody, względnie rezygnację (o ile to możliwe) ze stymulacji przedsionków (przeprogramowanie z DDD na VDD) lub komór (zmiana trybu z DDD na AAI).

Podsumowanie

Zakres badań kontrolno-diagnostycznych chorego z wszczepionym układem stymulującym

Kontrola chorego z rozrusznikiem obejmuje:

1. Badanie podstawowe — zarówno w wypadku stymulatorów jedno-, jak i dwujamowych obejmuje wywiad, badanie fizykalne z wizualną oceną miejsca lokalizacji rozrusznika oraz wykonanie 12-odprowadzeniowego EKG przy uprzednio zaprogramowanej częstości stymulacji oraz przy częstości testowej (magnetycznej). Kontrola taka powinna odbywać się przy każdej wizycie u lekarza kardiologa, nawet poza specjalistycznym ośrodkiem kontroli stymulatorów.
2. Badanie rutynowe — dla stymulatorów jedno- i dwujamowych obejmuje ww. badania oraz dodatkowo elektroniczny pomiar częstości (w tym interwałów), a także czasu trwania impulsów rytmu zaprogramowanego (o ile to możliwe) i testowego (w wypadku stymulatorów DDD

oddzielnie dla impulsów przedsionkowych i komorowych). Ponadto w czasie takiej kontroli należy odczytać telemetrycznie program stymulatora, aktualne wartości parametrów stymulacji, a także informacje z pamięci holterowskiej rozrusznika. W czasie każdego badania rutynowego, na podstawie badania przedmiotowego i podmiotowego oraz informacji uzyskanych z EKG i drogą telemetrii, należy zweryfikować zaprogramowany tryb i częstość stymulacji w aspekcie efektu klinicznego. W wypadku zwiększenia dawki leków antyarytmicznych należy zweryfikować zaprogramowaną wielkość energii impulsu stymulującego.

Najmniejsze podejrzenie dysfunkcji układu stymulującego bezwzględnie nakazuje przeprowadzenie szczegółowej kontroli.

3. Badanie pełne — obejmuje, oprócz kontroli podstawowej i rutynowej, czynności i procedury, takie jak:
 - a. ocena obecności, rodzaju i stabilności rytmu kardiopowego,
 - b. pomiar progu stymulacji,
 - c. pomiar progu sterowania,
 - d. echokardiograficzną optymalizację opóźnienia p-k,
 - e. ocena IEGM i *event marker* wraz z pomiarem potencjałów fali P i fali R,
 - f. ocena obecności wstecznego przewodnictwa k-p z ewentualną prowokacją ELT,
 - g. ocena występowania zjawiska *cross talk* wraz z próbą jego sztucznej prowokacji.

Pełna kontrola powinna być wykonana po okresie 2–3 miesięcy od implantacji układu stymulującego, a następnie średnio raz w roku.

- Pełna kontrola układu stymulującego ma na celu:
- a. weryfikację programu stymulatora (klinicznej wartości zastosowanego trybu stymulacji, ustalonej częstości stymulacji i zaprogramowanych funkcji antyarytmicznych),
 - b. wykrycie bezobjawowych jeszcze nieprawidłowości działania układu stymulującego, mogących stanowić potencjalne źródło zagrożenia,
 - c. optymalizację bezpieczeństwa i ekonomiki zaprogramowanych parametrów sterowania i stymulacji (określenie progu sterowania, progu stymulacji i wstecznego przewodzenia jest niezbędne).

Optymalizacja energii impulsu stymulującego w celu uzyskania maksymalnego przedłużenia czasu działania baterii

Zaleca się, by energię impulsów stymulujących (amplituda i szerokość) programować

na podstawie pomiaru chronaksji (chronaksja = progowa szerokość impulsu przy amplitudzie równej podwójnej wartości reobazy; reobaza = progowa amplituda impulsu przy jego szerokości większej lub równej 2 ms). Margines bezpieczeństwa uzyskuje się zwiększając 2-krotnie amplitudę impulsu przy pozostawieniu jego szerokości równej chronaksji.

4. Badanie szczegółowe — jest wykonywane w wypadku stwierdzenia zaburzeń w pracy układu stymulującego lub w razie podejrzenia jego dysfunkcji. Oprócz pełnej kontroli obejmującej następujące czynności:
 - a. badanie RTG klatki piersiowej (zdjęcie i ewentualnie skopia), uzupełnione zdjęciem celowanym na okolicę rozrusznika,
 - b. próbę wysiłkową,
 - c. 24-godzinny zapis EKG metodą Holtera oraz 24-godzinny pomiar ciśnienia tętniczego,
 - d. rejestrację zdarzeń EKG,
 - e. powtarzane TTM (o ile jest dostępny),
 - f. testy prowokacyjne w celu wykrycia detekcji przez stymulator miopotencjałów w systemach unipolarnych,
 - g. manipulacje stymulatorem lub wyczuwalnym odcinkiem elektrody z synchronicznym zapisem i monitorowaniem EKG, a także pomiarem impedancji elektrod (diagnostyka uszkodzeń części metalowych elektrody i jej osłonki).

Ambulatoryjne badania kontrolne — uwagi organizacyjne

1. Zarówno rutynowe badanie kontrolne, jak i badania szczegółowe powinny odbywać się w wysokospecjalistycznych poradniach ambulatoryjnej kontroli stymulatorów, będących nieodłącznym elementem ośrodka implantacyjnego. Jednostki te muszą dysponować odpowiednim sprzętem, doświadczonym personelem oraz możliwością natychmiastowej interwencji terapeutycznej.
2. Odpowiedzialność za przeprowadzone badania u chorego z rozrusznikiem serca ponosi lekarz. Każde badanie kontrolne powinno być połączone z wywiadem, badaniem fizykalnym i udzieleniem pełnej porady specjalistycznej, a także z wyjaśnieniem ewentualnych wątpliwości zgłaszanych przez chorego i jego rodzinę, w tym o zalecanym trybie życia oraz możliwym wpływie na stymulator urządzeń medycznych, przemysłowych i domowych.

3. Należy zachęcić chorych do przestrzegania wyznaczonych terminów badań kontrolnych, nawet gdy nie odczuwają żadnych zakłóceń pracy rozrusznika, ponieważ pewne nieprawidłowości występujące w początkowym okresie po implantacji mogą być niezauważalne przez pacjenta i lekarza ogólnego. Część tych zakłóceń można usunąć poprzez przeprogramowanie stymulatora, unikając potencjalnych zagrożeń związanych z zaburzeniami stymulacji.
4. W ośrodkach implantacyjnych oraz poradniach kontroli stymulatorów oprócz lekarzy i personelu pielęgniarskiego, średniego personelu technicznego powinni być zatrudnieni inżynierowie elektronicy oraz informatycy współpracujący z lekarzami.
5. Niezwykle istotne dla prawidłowej kontroli chorych z rozrusznikiem jest prowadzenie właściwej dokumentacji, która powinna zawierać:
 - a. dane fabryczne rozrusznika,
 - b. dane z zabiegu implantacji, zawierające m.in. wskazania według *European Pacemaker Patient Identification Card* [12],
 - c. dane kliniczne pacjenta i dane wszczepionego rozrusznika z odpowiednimi zapisami EKG oraz pełnym wydrukiem z programatora,
 - d. dane z systematycznych kolejnych badań kontrolnych ze szczególnym uwzględnieniem zmian programu wraz uzasadnieniem przeprogramowania,
 - e. dane z wykonanych badań dodatkowych, np. 24-godzinne badania EKG metodą Holtera, próby wysiłkowej.
6. Niezależnie od gromadzenia ww. dokumentacji w odpowiednich kartotekach (najlepiej wydzielonych z ogólnej puli kartotek i odpowiednio oznakowanych) wskazane i pożądane jest utworzenie komputerowej bazy danych osób ze stymulatorami.

Perspektywy i kierunki organizacyjne ambulatoryjnej kontroli osób ze stymulatorem

W ostatnich latach rośnie liczba implantowanych stymulatorów, w tym coraz bardziej doskonałych wielojamowych układów synchronizujących (dwuprzedsionkowych, dwuprzedsionkowo-komorowych, dwukomorowych, przedsionkowo-dwukomorowych i czterojamowych). Wzrasta gwałtownie liczba układów stymulujących posiadających pełny zakres elektroterapii antyarytmicznej dwujamowej (w tym kardiowersji i defibrylacji). Te zjawiska po-

wodują konieczność rozwoju sieci wysokospecjalistycznych ośrodków ambulatoryjnej kontroli osób ze stymulatorem oraz konieczność stałego podnoszenia i okresowej weryfikacji wiedzy personelu tych ośrodków.

Decyzja o sposobie leczenia farmakologicznego powinna być poprzedzona kontrolą ambulatoryjną chorego ze stymulatorem (zbadanie pacjenta i kontrola układu stymulującego), zwłaszcza u osób z zaburzeniami rytmu lub niewydolnością serca. Programowanie coraz doskonalszych układów stymulujących stanowi dla tych chorych ważny element terapii. Stosowanie leków antyarytmicznych stwarza konieczność weryfikacji energii impulsów stymulujących, zaś dane uzyskane z pamięci holterowskiej stymulatora powinny znaleźć odbicie w sposobie zaprogramowania stymulatora i leczeniu farmakologicznym. Decyzje terapeutyczne podejmowane przy kontroli współczesnych stymulatorów wymagają coraz większej specjalistycznej wiedzy lekarskiej, stąd rosnące wymagania wobec osób prowadzących kontrolę pacjentów ze stymulatorem serca.

Prowadzenie osób ze stymulatorem z funkcją adaptacji częstości stymulacji

Zasadniczym wskazaniem do zastosowania stymulacji z adaptowaną częstością impulsów (*rate-adaptive pacing*) jest niewydolność chronotropowa, definiowana jako niezdolność adekwatnego wzrostu częstości akcji serca w sytuacjach zwiększonego zapotrzebowania metabolicznego organizmu [13, 14]. Zastosowanie tego rodzaju stymulacji przynosi istotną poprawę hemodynamiki, symptomatologii oraz jakości życia chorych z niewydolnością chronotropową [14–17].

W rozrusznikach z funkcją *rate-adaptive* wzrost częstości akcji serca, np. w czasie wysiłku, jest możliwy dzięki zastosowaniu czujnika, który analizuje zmiany określonego parametru (jak pomiar odstępu QT, wentylacji minutowej, utlenowania ośrodkowej krwi żyłnej), a następnie przetwarza je na odpowiednią częstość stymulacji [14, 15]. W naszym kraju dostępne są przede wszystkim rozruszniki z sensorem aktywności ruchowej [15, 18, 19].

W funkcję *rate-adaptive* mogą być wyposażone wszystkie obecnie stosowane stymulatory, natomiast o wyborze rodzaju stymulacji, tj. przedsionkowej (AAIR), komorowej (VVIR) czy dwujamowej (DDDR), decyduje stan przewodzenia przedsionkowo-komorowego oraz funkcja przedsionka.

Programowanie stymulatora z funkcją adaptacji częstości stymulacji

W celu zapewnienia optymalnego funkcjonowania takiego układu konieczne jest zarówno prawidłowe programowanie parametrów stymulatora, w tym funkcji *rate-adaptive*, jak i dalsza wnikliwa obserwacja chorych. Program stymulatora należy ustalić indywidualnie dla każdego pacjenta, biorąc pod uwagę wiek, aktywność fizyczną oraz choroby współistniejące [15, 20].

Parametry funkcji *rate-adaptive* należy programować w czasie 3–7 dni po implantacji układu stymulującego [15, 20]. W wypadku rozruszników z sensorem aktywności ruchowej wskazana jest weryfikacja tego programu około 30 dnia po implantacji, tj. po wygojeniu łoża stymulatora. Niezależnie od typu czujnika nie zaleca się włączać funkcji *rate-adaptive* w dniu zabiegu, gdyż w tym czasie niemożliwe jest ustalenie optymalnych parametrów dla danego chorego, natomiast zastosowanie parametrów standardowych niesie ze sobą ryzyko nieadekwatnej częstości stymulacji i może powodować dyskomfort, odczucie duszności bądź bóle dławicowe.

W okresie okołoperacyjnym ocena układu stymulującego obejmuje, obok ustalenia parametrów funkcji *rate-adaptive*:

- ocenę prawidłowości stymulacji i sterowania,
- pomiar stanu baterii oraz impedancji elektrody poprzez telemetrię.

Programowanie parametrów stymulacji *rate-adaptive* ułatwiają funkcje diagnostyczne dostępne w produkowanych obecnie rozrusznikach. Należą do nich funkcje holterowskie, histogramy, wykresy zmian częstości akcji serca (rejestracja i obrazowanie zmian rytmu serca podczas określonej aktywności). Ponadto w niektórych stymulatorach możliwa jest automatyczna zmiana uzyskanych rejestracji (np. wykresu częstości akcji serca) poprzez zmianę wartości określonego parametru stymulacji *rate-adaptive*, co pozwala ocenić, czy zapewni ona lepszy profil częstości akcji serca. Niezwykle przydatne może być również zaprogramowanie czujnika w funkcji *simulation (passive)*. Zachowana jest wówczas wrażliwość czujnika na odbierane przez niego sygnały, natomiast wyłączona jest funkcja stymulacji. Pozwala to na ocenę aktywności czujnika oraz proponowanej przez niego częstości akcji serca, np. w czasie spaceru czy większego wysiłku fizycznego.

Po ustaleniu parametrów stymulacji *rate-adaptive* wskazana jest ostateczna weryfikacja takiego programu. W tym celu wskazane jest wykonanie próby wysiłkowej na bieżni ruchomej (przy wykorzystaniu protokołu *Chronotropic Assessment Exer-*

cise Protocol, CAEP) [15] lub 24-godzinne badania EKG metodą Holtera. Przydatne są również funkcje diagnostyczne stymulatora.

Programowanie parametrów stymulacji *rate-adaptive*

Podstawowa częstość stymulacji (basic rate). Zwykle ustalana jest na 60–70/min. W niektórych stymulatorach możliwe jest zaprogramowanie niższej częstości stymulacji na okres odpoczynku nocnego (*night program*), co pozwala na odtworzenie dobowej zmienności rytmu serca, a zarazem przedłuża żywotność baterii.

Najwyższa częstość stymulacji (maximum sensor rate), czyli częstość akcji serca pożądana w czasie maksymalnego wysiłku. Przy programowaniu tego parametru należy uwzględnić wiek chorego, jego aktywność fizyczną, występowanie choroby niedokrwiennej serca, funkcję lewej komory, przewodzenie przedsionkowo-komorowe (w stymulatorach AAIR). Zazwyczaj przyjmuje się wartość w przedziale 125–150/min, przy tym dla danego chorego przydatne jest określenie maksymalnej przewidywanej dla niego częstości akcji serca wg formuły Astranda (220–wiek), a następnie zaprogramowanie wartości o 20% niższej niż wyliczona [15]. U osób z chorobą niedokrwinną serca wskazane jest przeprowadzenie próby wysiłkowej w celu sprawdzenia, czy zaprogramowany *maximum sensor rate* nie powoduje niepożądanego nasilenia bólów dławicowych.

Próg czułości detekcji sygnałów sensora (sensor threshold). Jest to parametr dostępny w rozrusznikach z czujnikiem aktywności ruchowej. Umożliwia reakcję czujnika jedynie na sygnały przekraczające zaprogramowany poziom jego czułości. Im wyższa wartość tego parametru, tym mniejszy jest przyrost częstości akcji serca w czasie wysiłku o niewielkim nasileniu.

Wartość tego parametru ustala się, polecając choremu wykonanie prostych czynności:

- kilkakrotne wstawanie i siadanie na krześle, wymachy rękoma, przy równoczesnej rejestracji EKG na monitorze; przy prawidłowo zaprogramowanej wartości progu czułości sensora takie czynności nie powinny powodować przyspieszenia częstości stymulacji o więcej niż 10/min [20];
- krótki marsz wolnym krokiem, przy równoczesnej rejestracji zmian częstości akcji serca; wartość progu czułości należy zaprogramować o 1–2 przedziały poniżej wartości, przy której nie obserwuje się żadnych zmian częstości stymulacji w czasie takiego spaceru [15].

Siła odpowiedzi adaptacji częstości stymulacji (sensor gain, slope). Jest to parametr, który zapewnia przyrost częstości akcji serca w miarę wzrostu obciążenia wysiłkiem. Wyższa wartość tego parametru będzie powodowała wyższą częstość stymulacji przy danym poziomie aktywności czujnika lub większy przyrost częstości akcji serca względem wartości wyjściowej (*basic rate*). Zwykle ustala się taką wartość *sensor gain*, która w czasie spaceru zwykłym krokiem zapewnia częstość akcji serca równą 90–100/min [20].

Prawidłowość zaprogramowania tego parametru można sprawdzić poprzez wykonanie próby wysiłkowej na bieżni ruchomej, umożliwia ona ocenę zmian rytmu serca także w czasie większego wysiłku, w tym i obciążenia submaksymalnego.

W większości obecnych stymulatorów zarówno *sensor threshold*, jak i *sensor gain* jest zmieniany automatycznie. Tym samym, w zależności od sygnałów odbieranych przez czujnik, program stymulatora dostosowywany jest do aktywności chorego w codziennym życiu.

Szybkość przyrostu (rate increase, reaction time) i zwalniania (rate decrease, recovery time) częstości stymulacji. Programowanie szybkości przyrostu oraz zwalniania akcji serca ma na celu dostosowanie zmian rytmu serca do potrzeb metabolicznych chorego. Powolny przyrost częstości akcji serca w czasie wysiłku i jej szybkie zwalnianie po jego zaprzestaniu będzie naśladowało prawidłową odpowiedź u młodej wysportowanej osoby. U chorych w starszym wieku, zwłaszcza z upośledzoną funkcją lewej komory, bardziej korzystny jest szybki przyrost akcji serca w czasie wysiłku i wolniejszy powrót do wartości spoczynkowej po jego zaprzestaniu.

Zmiana podstawowej i maksymalnej częstości stymulacji (*basic rate, maximum sensor rate*) będzie powodowała zmianę profilu rytmu serca w czasie danej aktywności. Tym samym istotne jest, aby wartość tych parametrów ustalać przed zaprogramowaniem *sensor gain* [3]. Rozpoczęcie programowania czujnika od *sensor gain* może być przyczyną trudności w ustaleniu ostatecznego programu, jak i nieoczekiwanych nieadekwatnych zmian rytmu serca. W wypadku sensorów aktywności ruchowej typu *sensor threshold* należy programować przed ustaleniem wartości *sensor gain* [15].

Po ustaleniu parametrów stymulacji *rate-adaptive* konieczna jest ostateczna weryfikacja takiego programu. Można ją przeprowadzić, wykonując próbę wysiłkową na bieżni ruchomej lub 24-godzinne

badanie EKG metodą Holtera. W tym celu wykorzystuje się również funkcje diagnostyczne stymulatorów. Umożliwiają one ocenę zmian częstości akcji serca w czasie określonej aktywności chorego, np. w czasie krótkiego spaceru po korytarzu szpitalnym (przydatne zwłaszcza u osób w starszym wieku, które zwykle nie wykonują większych wysiłków w codziennym życiu).

Dalsze prowadzenie osób ze stymulatorem z funkcją adaptacji częstości stymulacji

Zasady kontroli ambulatoryjnej chorych ze stymulatorem *rate-adaptive* nie odbiegają w istotny sposób od kontroli osób z rozrusznikiem bez tej funkcji. Należy ocenić stan kliniczny chorych (analiza objawów i zmian wydolności wysiłkowej). Poprawa tolerancji wysiłku potwierdza korzyści, jakie u chorych z niewydolnością chronotropową przynosi zastosowanie tego sposobu stymulacji. Natomiast skargi na dokuczliwe kołatania serca, zwłaszcza w czasie niewielkiej aktywności, nasuwają podejrzenie nieprawidłowego zaprogramowania czujnika i zbyt wysokiej częstości stymulacji dla danego obciążenia.

W wypadku nasilenia bólów dławicowych u osób z chorobą niedokrwienną serca zazwyczaj dolegliwości te można wyeliminować poprzez obniżenie wartości *maximum sensor rate*.

Powikłania

Powikłaniem stymulacji AAIR może być wystąpienie niekorzystnych objawów klinicznych, tzw. zespołu stymulatorowego związanych z wydłużeniem czasu przewodzenia przedsionkowo-komorowego (*AAIR pacemaker syndrome*) [15, 17, 22]. Chorzy zgłaszają wówczas w czasie wysiłku nagłe osłabienie, zawroty głowy, uczucie pulsowania w szyi i klatce piersiowej. W EKG w tym czasie stwierdza się istotne wydłużenie odstępu impuls-R, tj. od impulsu stymulacji przedsionkowej do początku załamka R zespołu komorowego (niekiedy wystymulowany załamek P rejestrowano zaraz po lub nawet w obrębie poprzedzającego załamka R). Wiąże się to z nadmiernym opóźnieniem między wystymulowanym skurczem przedsionków a skurczem komór, z następowym obniżeniem pojemności minutowej i wystąpieniem objawów klinicznych.

Jedną z przyczyn występowania tego zespołu u osób leczonych stymulacją AAIR jest nieprawidłowe zaprogramowanie parametrów funkcji *rate-adaptive*. Może to powodować, że częstość stymulacji

jest zbyt wysoka w stosunku do poziomu wysiłku i aktywności układu współczulnego. Wśród innych przyczyn wymienia się wpływ stosowanych leków, zwłaszcza antyarytmicznych, zaburzenia przewodzenia międzyprzedsionkowego, a także wpływ układu autonomicznego.

Rozwiązaniem jest zmiana parametrów sensora (obniżenie *maximum sensor rate* i/lub *sensor gain*)

lub odstawienie leków antyarytmicznych. Gdy nie przynosi to spodziewanej poprawy, należy rozważyć zmianę stymulacji na DDDR.

Innym zagadnieniem jest zabieg operacyjny u osoby ze stymulatorem *rate-adaptive*. Wskazane jest wyłączenie czujnika na czas zabiegu, a w niektórych przypadkach najlepiej zaprogramować rozrusznik na stymulację asynchroniczną [15, 20].

Piśmiennictwo

- Bernstein A.D., Irwin M.E., Parsonnet V., Wilkoff B.L., Black W.R., Buckingham T.A., Maloney J.D., Reynolds D.D., Saksena S., Singer J., Nickelson D.E., Schuring L. Report of the NASPE Policy Conference on Antibradycardia Pacemaker Follow-up: effectiveness, needs and resources. *PACE* 1994; 17: 1714–1729.
- Kargul W. Ocena funkcji stymulatora w badaniu holterowskim. *ESS* 1998; 5: 36–40.
- Kargul W. Hemodynamika lewej komory serca oraz stan kliniczny chorych przy przewlekłej stymulacji komorowej oraz przedsionkowo-komorowej. Praca habilitacyjna. Katowice 1996.
- Actros Technical Manual. DDDR, VDDR, SSIR, DDD, SSI Pacemaker. Biotronik GmbH & Co, Berlin 1997; 59.
- Regency SR+ and SR. User manual. Pacesetter and St. Jude Medical Company, Solna 1996.
- Medtronic: The Thera^R/Thera^R i: Pacemakers and the 9790 Programmer Workshops. Medtronic Inc., Minneapolis 1995.
- Schoenfeld M.H. Follow-up of the pacemaker patient. W: Ellenbogen K.A. red. *Cardiac Pacing*. Blackwell Scientific Publications, 1998.
- Goldschlager M., Ludmer P., Creamer C. Follow-up of the Paced Outpatient. W: Ellenbogen K.A., Kay G., Wilkoff B. red. *Clinical Cardiac Pacing*. W.B. Saunders Company, Filadelfia 1995.
- Feldman S., Glikson M., Kaplinsky E. Pacemaker dependency after coronary artery by-pass, *PACE* 1992; 15: 2037–2040.
- Furman S. Pacemaker follow-up. W: Furman S., Hayes D., Holmes D. red. *A Practice of Cardiac Pacing*. Futura Publishing Company Inc., Mount Kisco, NY 1993; 571–603.
- Van der Kemp P., Bakema L. Prevention of Pacemaker Complications Technical Follow-up of implanted pacemakers. W: Hemel N., Wittkamp F., Ector H. red. *The Pacemaker Clinic of the 90's. Essentials in brady pacing*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht 1995; 95–122.
- NASPE/BPES Code explanation for implantation European Pacemaker Patient Identification Card. 1993.
- Wilkoff B.L., Miller R.E. Exercise testing for chronotropic assessment. *Clin. Cardiol.* 1992; 10: 705–717.
- Alt E., Barold S.S., Stangl K. Rate adaptive cardiac pacing. Springer Verlag Berlin Heidelberg 1993; 31–58, 59–140, 241–252.
- Rate-adaptive pacing. Benditt D.G. Blackwell Scientific Publications, Boston 1993 69–82, 127–348.
- Brandt J., Fahraeus T., Ogawa T., Schüller H. Practical aspects of rate adaptive atrial (AAI,R) pacing: clinical experience in 44 patients. *PACE* 1991; 14: 1258–1264.
- Świątecka G., Lewicka-Nowak E. Wybrane aspekty kliniczne stymulacji serca z adaptowaną częstotliwością impulsów. *ESS* 1995; 2: 89–94.
- Alt E., Matyla M., Hölzer K. Behaviour of different activity-based pacemakers during treadmill exercise testing with variable slopes: a comparison of three activity based systems. *PACE* 1994; 17: 1761–1770.
- Barold S.S. Present status of rate-adaptive pacemakers. Should we be satisfied? W: *Progress in Clinical Pacing* 1996. red. Santini M. Futura Media Services, Inc. Armonk, NY 1996; 153–163.
- Rate-modulated pacing. W: Markewitz A, Hemmer W. red. *Manual of pacemaker therapy*. Medplan, Monachium 1990; 235–265.
- Mc Ardle W.D., Katch F.I., Katch V.L. *Exercise physiology: energy, nutrition and human performance*. Lea & Febiger, Filadelfia 1991: 133–139.
- den Dulk, Lindemans F.W., Brugada P., Smeets J.L., Wellens H.I. Pacemaker syndrome with AAI rate variable pacing: Importance of atrioventricular conduction properties, medication and pacemaker programmability. *PACE* 1988; 11: 1226–1233.