

# Interferencje elektromagnetyczne u osób ze stymulatorem serca

## Rodzaje energii mogące oddziaływać niekorzystnie na układ stymulujący

Interferencje elektromagnetyczne u osoby ze stymulatorem serca to zakłócenia działania układu stymulującego spowodowane przez sygnały elektryczne, elektromagnetyczne i magnetyczne pochodzące z нефизjologicznych źródeł [1].

Czynniki zakłócające (sygnały, impulsy) dzieli się na elektryczne, elektromagnetyczne i magnetyczne [1, 2]. Interferencje elektryczne (prąd elektryczny) wymagają kontaktu ze skórą (np. defibrylacja-kardiowersja, elektrokoagulacja, diatermia); interferencje elektromagnetyczne takiego kontaktu nie wymagają (telefon komórkowy, spawarka łukowa, wykrywacze metalu), podobnie jak i magnetyczne (rezonans magnetyczny) [1].

Poza typowymi interferencjami wywoływany przez:

- przepływ prądu,
  - oddziaływanie pól elektromagnetycznych,
  - oddziaływanie pola magnetycznego,
- na stymulator oddziaływać mogą również inne rodzaje energii [2]:
- promieniowanie jonizujące (stosowane w leczeniu nowotworów),
  - fale akustyczne (stosowane dla rozbijania kamieni nerkowych i żółciowych),
  - energia cieplna (wytwarzana w tkankach przy diatermii elektrycznej),
  - ciśnienie wywierane przez wodę na stymulator przy nurkowaniu swobodnym.

## Interferencje elektromagnetyczne pomiędzy stymulatorem i urządzeniami stosowanymi w medycynie

Tytanowa obudowa współczesnego stymulatora w pewnym stopniu chroni układy przed wpływem fal elektromagnetycznych. Elektroda stymulatora stanowi jakby antenę zdolną odbierać i przekazywać energię do stymulatora. Dwubiegunowe elektrody odbierają energię tylko niewielkim, dystalnym odcinkiem (pierścień), przez co są mniej podatne na zakłócenia [1–3].

Małe zakłócenia mogą nie zostać zatrzymane przez układ filtrów stymulatora, jeżeli mają charak-

terystrykę i częstotliwość podobną do sygnałów wewnątrzsercowych (tj. 20–100 Hz) — dotrą wtedy do obwodów sterujących stymulatora drogą przewidzianą dla potencjałów wewnątrzsercowych [1–3].

W wielu typach rozruszników na końcu okresu refrakcji jest tzw. okres próbkowania zakłóceń (*noise sampling period*) [1–3]; sygnały wewnątrzsercowe odbierane w tym okresie (migotanie i trzepotanie komór w kanale komorowym, zjawisko migotania i trzepotania w kanale przedsionkowym) powodują przejście stymulatora na rytm stały. Identyczne następstwa powodują zakłócenia elektromagnetyczne i elektryczne o odpowiedniej częstości i wystarczająco dużej energii; słabsze, wychwytywane tylko okresowo jako pojedyncze impulsy, hamują funkcję stymulacji. Sygnały o odpowiednio dużej energii, połączone ze stałym polem magnetycznym, które otwiera dostęp do obwodów programowania (uzyskany np. przez przyłożenie magnesu), mogą dodatkowo zmienić program stymulatora. Nie należy więc używać magnesu np. przy zabiegach z użyciem noża koagulacyjnego oraz kardiowersji elektrycznej i litotrypsji. Najczęstszym programem stymulacji po zadziałaniu odpowiednio dużego ładunku energii jest *backup mode* — w większości stymulatorów identyczny z ostatnio używanym programem stymulatora, *end of life* (np. w stymulatorach dwujamowych z programem DDD BP/BP konwersja do VVI UP/UP). Tak zmodyfikowany program pozostaje do czasu przeprogramowania stymulatora. Może stanowić to źródło pomyłek i niepotrzebnej wymiany stymulatora [1–3]. Prawidłowo niska oporność wewnętrzna baterii stymulatora i prawidłowe generowane przez nie napięcie przemawiają za tym, że doszło do intensywnej interferencji. Aby upewnić się, czy takie zdarzenie miało miejsce, należy czasowo zaprogramować stymulator na maksymalne zużycie energii i zwiększyć częstość stymulacji. Jeżeli baterie rzeczywiście są wyczerpane — stymulator wkrótce spontanicznie przełączy się na unipolarny program VVI [3].

## Możliwości i niebezpieczeństwa stosowania noża koagulacyjnego u osoby ze stymulatorem serca

Elektrokoagulacja może zakłócać funkcjonowanie układu stymulującego co najmniej trzema drogami:

- prąd (impulsy) elektrokoagulacji odbierany jest przez stymulator jako zakłócenia (*noise*), przeprowadzając czasowo rozrusznik na rytm stały; krótkie włączenia elektrokoagulatora mogą powodować krótkotrwałe zablokowanie stymulacji;
- uszkodzenie (oparzenie) tkanki wsierdza mającego kontakt z końcówką elektrody na skutek dużej koncentracji prądu koagulacyjnego (przypadkowe dotknięcie nożem do części metalowej proksymalnej końcówki elektrody lub czasowo odsłoniętej jej spirali);
- wybitnie duże ładunki energii elektromagnetycznej mogą uszkodzić elektrodę i spowodować następstwa jak w punkcie drugim. Ostatnie dwa z ww. zagrożeń, wynikających z tej techniki cięcia i hemostazy, mogą powodować gwałtowny i znaczny wzrost progu stymulacji z zaburzeniami stymulacji (blok wyjścia).
- przeprogramowanie — najczęściej do programu pojawiającego się samoistnie jako objaw wyczerpania baterii (np. zmiana programu z DDD BP/BP do VVI UP/UP); podkreślenia wymaga fakt, że profilaktyczne przyłożenie (bądź przyklejenie plastrzem) magnesu nad stymulatorem zwiększa ryzyko przeprogramowania, gdyż otwiera dostęp do obwodów telemetrii i programowania;
- w skrajnych sytuacjach możliwe jest trwale uszkodzenie obwodów stymulatora.

Zalecenia profilaktyczne [1–3]:

- przed zabiegiem z użyciem elektrokoagulacji — kontrola układu stymulującego i stopnia zależności chorego od stymulatora, wyłączenie dodatkowych funkcji (w wypadku stymulatorów z funkcją VARIO uruchamianą magnesem należy przejść na tryb VOO i poinformować o tym anestezjologa);
- preferowanie elektrokoagulacji dwubiegunowej (katoda i anoda w nożu, pole zakłóceń niewielkie); w wypadku użycia klasycznej koagulacji jednobiegunowej maksymalne oddalenie anody od układu stymulującego i zadbanie o bardzo dokładny jej kontakt ze skórą;
- krótkie włączenia koagulacji; unikanie używania noża w odległości mniejszej niż około 10 cm od stymulatora;
- niestosowanie profilaktycznego przykładania magnesu, lecz magnes musi być na sali na wypadek niepożądanego przeprogramowania częstości;
- u osób niestabilnych hemodynamicznie i u innych chorych, u których nie chcemy dopuścić do dłuższych zahamowań stymulacji, można za-

- stosować również tryb stymulacji wyzwalanej (AAT lub VVT) z maksymalnie długim okresem refrakcji; tryb ten zapobiega przerwom w stymulacji, a okresowe jej przyspieszenia (synchronizacja stymulacji do zakłóceń) nie mają istotnego znaczenia przy maksymalnie długim okresie refrakcji ograniczającym częstość triggerowania do maksimum 150/min [3];
- monitorowanie podczas zabiegu nie tylko EKG, lecz i innego wskaźnika pracy serca, np. pulsoksymetrii; również sygnał akustyczny pracy serca (*beep*) powinien być sterowany w drugim wymienionym ze względu na zakłócenia w EKG przy włączeniu koagulacji [1];
- programator do danego typu stymulatora powinien być osiągalny podczas zabiegu;
- pełna kontrola układu stymulującego po zabiegu i ułożenie ostatecznego programu stymulacji.

### Kardiowersja elektryczna u osoby ze stymulatorem serca

Napięcie 3,5 kV (bo takich wartości używa się przy maksymalnych ładunkach energii defibrylującej) może niekorzystnie wpłynąć na cały układ stymulujący oraz obszar wsierdza kontaktujący się z końcówką elektrody. Może dojść do wzrostu progu stymulacji i redukcji wartości sygnału wewnątrzsercowego, a także do niewielkiego uszkodzenia czy nawet do oparzenia. Ładunek defibrylujący może przeprogramować stymulator lub nawet trwale uszkodzić niektóre jego obwody. Przebiecie ładunku przez osłonkę elektrody i jego koncentracja na końcówce elektrody może wywołać migotanie komór [1–3].

Zalecany tryb postępowania przy kardiowersji elektrycznej u osoby ze stymulatorem serca [1–3]:

- przed kardiowersją kontrola układu stymulującego z oceną stopnia zależności chorego od stymulatora; jeżeli występuje — zaprogramowanie maksymalnej energii na okres kardiowersji;
- ułożenie programu maksymalnie ułatwiającego ocenę rytmu kardiopowego po kardiowersji; u osób z prostym systemem komorowym (VVI) i dwujamowym (DDD) najlepiej zaprogramować na czas zabiegu „wolną” stymulację komór około 40/min;
- przestrzegać maksymalnie korzystnego układu elektrod defibrylujących; stanowczo zalecana jest pozycja przednio-tylna; przykładając przednią elektrodę zawsze należy przestrzegać zasady zachowania odległości 10–15 cm od stymulatora; stosując inne położenia elektrod na-

leży bezwzględnie unikać sytuacji, aby oś stymulator–końcówka elektrody pokryły się z osią wyładowania; te dwie osie powinny być możliwie prostopadłe do siebie; w wypadku stymulatorów dwujamowych, planując geometrię wyładowania — na pierwszym miejscu należy chronić elektrodę i kanał komorowy stymulatora [3];

- konieczna jest możliwość szybkiego wdrożenia stymulacji czasowej;
- pełna kontrola układu stymulującego po kardiowersji (ocena zmian wartości progów stymulacji) i dobranie bezpiecznych wartości energii stymulacji i parametrów sterowania.

Interferencje układu stymulującego z kardiowerterem-defibrylatorem omówiono w rozdziale „Leczenie komorowych zaburzeń rytmu serca przy zastosowaniu wszczepialnych kardiowerterów-defibrylatorów serca”.

### **Ablacja prądem o częstotliwości radiowej (RF) u osoby ze stymulatorem**

Zabieg ten przy zachowaniu podstawowych zasad bezpieczeństwa może być wykonywany u osób z implantowanym układem stymulującym. Aplikacja prądu o częstotliwości radiowej (RF) zakłóca czasowo funkcje stymulatora, przeprowadzając stymulator na *noise reversion mode*; efektem są chwilowe zaburzenia sterowania — interferencja rytmów lub czasowe zablokowanie stymulacji [1–3]. W pełni bezpieczna jest aplikacja prądu ponad 4 cm od końcówki elektrody; bliższe aplikacje mogą powodować przemijający najczęściej wzrost progu stymulacji i zahamowanie sterowania [1–3].

Zalecane środki ostrożności przy wykonywaniu ablacji prądem RF u osób ze stymulatorem serca [1–3]:

- kontrola układu stymulującego przed zabiegiem i ocena stopnia zależności chorego od stymulatora; gdy chory nie jest zależny od stymulatora — program OOO jest optymalny; jeżeli jest on nieosiągalny — zaprogramowanie wolnego rytmu z minimalnymi wartościami energii stymulacji jest akceptowanym rozwiązaniem;
- wyłączenie funkcji mogących zwiększyć częstość stymulacji (np. funkcji adaptacji częstości);
- kontrola układu stymulującego po ablacji i ułożenie programu zgodnie z wymogami bezpieczeństwa pacjenta i wskazaniem antyarytmicznymi [1–3].

### **Rezonans magnetyczny a układ stymulujący serca**

Podczas stosowania rezonansu magnetycznego (*magnetic resonance imaging*, MRI) układ stymulujący jest narażony na działanie stałego pola magnetycznego, wolno zmieniającego się i salw impulsów fali elektromagnetycznej o częstotliwości radiowej [1, 2]. Stałe pole magnetyczne powoduje jedynie przejście stymulatora do „magnetycznego” trybu pracy. Nie może ono poruszyć stymulatorem, ponieważ posiada on mało elementów ferromagnetycznych. Zmienne pole magnetyczne połączone z impulsami fali radiowej może zakłócić funkcję stymulatora, wprowadzając poprzez „efekt anteny” energię z elektrody do obwodów stymulatora. Możliwa jest też stymulacja serca samą energią pojawiającą się w elektrodzie i spowodowaną „efektem anteny”.

Z powyższych względów — jeżeli nie ma bezwzględnej konieczności — MRI nie powinno się stosować u osoby z wszczepionym stymulatorem serca [1].

Jeżeli istnieje bezwzględna konieczność wykonania MRI, należy postępować zgodnie z proponowaną poniżej procedurą [1–3]:

- przed badaniem porozumieć się z producentem stymulatora;
- konieczna jest pełna kontrola układu stymulującego przed zabiegiem, wyłączenie „funkcji magnetycznej”, jeżeli to możliwe; u osób niezależnych od stymulatora należy zaprogramować tryb OOO lub stymulację impulsami podprogowymi (dla uniknięcia szybkiej stymulacji);
- badanie MRI należy wykonywać tylko przy użyciu niskoenergetycznych urządzeń (0,5 T);
- w czasie badania poza obowiązkowym monitorowaniem EKG wymagane jest jednoczesne monitorowanie innego parametru pracy serca (możliwość zakłóceń sygnału EKG); pozostałe czynności powinny być organizowane odpowiednio do zależności pacjenta od stymulatora;
- po badaniu pełna kontrola układu stymulującego i powrót do pierwotnego programu stymulacji;
- możliwym postępowaniem u chorych niezależnych od stymulatora jest czasowa eksplantacja stymulatora i jego implantacja natychmiast po badaniu (bez usuwania elektrody); wadę tego bardziej teoretycznego rozwiązania stanowi ryzyko infekcji rany i wtórnie — całego układu stymulującego [1].

### Leczenie nowotworów energią promienistą u osoby ze stymulatorem

Promieniowanie pochodzące z przyspieszacza liniowego powoduje najczęściej jedynie przejściowe zaburzenia sterowania (efekt automatycznego przełączenia na *noise mode*) pod postacią zablokowania stymulacji lub stymulacji asynchronicznej. Zaburzeniom tym można zapobiec przez odpowiednie zaprogramowanie stymulatora. Większa energia promieniowania jonizującego z tych źródeł (a szczególnie wysokoenergetyczne promieniowanie neutronowe) może w sposób trwały uszkodzić gęste obwody układu scalonego rozrusznika [1–3].

Efekty promieniowania jonizującego to przeprogramowanie do programu podstawowego lub programu *end of life*, izolowane zmiany programu w zakresie częstości, energii stymulacji i progu czułości aż do całkowitego ustania funkcji stymulatora. Dawka mogąca uszkodzić stymulator wynosi ponad 1000 radów (rzadkie przypadki); częściej wymieniane są wartości przekraczające 3000 radów [1].

Zalecenia postępowania u chorych ze stymulatorem, wymagających leczenia promieniowaniem jonizującym [1–3]:

- przed rozpoczęciem leczenia pełna kontrola układu stymulującego i ocena zależności chorego od stymulatora; ułożenie programu najlepszego dla danego pacjenta pod względem reakcji na zakłócenia;
- ewentualna konsultacja z producentem stymulatora;
- szczególnie ostrożne podejście do pacjenta ze stymulatorem, u którego planowane jest leczenie przy pomocy betatronu (większa możliwość przeprogramowania i ryzyko uszkodzenia stymulatora); niestosowanie wysokoenergetycznego promieniowania neutronowego u chorych ze stymulatorem;
- unikanie bezpośredniego napromieniowania stymulatora — eksplantacja i reimplantacja w innym miejscu są w pełni uzasadnione, jeżeli stymulator znajduje się w planowanym polu naświetlań; gdy stymulator znajduje się na obrzeżu naświetlanego pola należy przy pomocy dowolnego dozymetru kontrolować sumaryczną dawkę otrzymaną przez stymulator;
- monitorowanie EKG w czasie naświetlań w stopniu odpowiadającym zależności pacjenta od stymulatora;
- częste pełne kontrole stymulatora; rozważenie możliwości jego wymiany po zakończeniu leczenia.

### Rozbijanie kamieni nerkowych i wątrobowych przy pomocy fali akustycznej (litotrypsja) u osoby ze stymulatorem serca

Litotrypsja jest coraz częściej stosowaną metodą leczenia kamicy nerkowej i żółciowej, w której fale ciśnienia przewodzone przez ciało (fale akustyczne) rozbijają kamienie. Fale generowane są najczęściej przez wyładowania elektryczne pomiędzy dwoma elektrodami zanurzonymi w wodzie. Wyładowania i generowanie fali uderzeniowej w najnowszych litotryptorach mogą być sterowane zespołami QRS, a okres „refrakcji” litotryptora wynosi 300–500 ms. Litotryptory mogą interferować ze stymulatorem głównie przez fale elektryczne (możliwość przeprogramowania stymulatora). Niebezpieczne dla chorego może być przechwycenie sterowania wyładowań litotryptera przez kanał przedsińkowy stymulatora dwujamowego; zakłócenia elektromagnetyczne wywołane generacją fali mogą hamować kanał komorowy stymulatora [1–3].

Przy zachowaniu odpowiednich środków ostrożności nie ma jednak przeciwwskazań do litotrypsji [1–3].

Zalecany tryb postępowania u osób ze stymulatorem, u których istnieje potrzeba wykonania litotrypsji:

- kontrola układu stymulującego przed rozpoczęciem leczenia; bezpośrednio przed aplikacją energii przeprogramowanie stymulatora dwujamowego do programu VVI oraz wyłączenie funkcji adaptacji częstości;
- zachowanie maksymalnego odstępów ogniska litotrypsji od stymulatora;
- pełna kontrola układu stymulującego po zabiegu i powrót do początkowego programu stymulacji.

### Oddziaływanie innych urządzeń medycznych na stymulator serca

#### Diatermia krótkofalowa

Jest ona jednym z niewielu przeciwwskazanych zabiegów u osób ze stymulatorem [1, 3]; najczęściej powoduje tylko czasowe zahamowanie funkcji stymulacji, chociaż możliwe są wszystkie inne następstwa przepływu prądu — szczególnie jeżeli przepływa przez klatkę piersiową. W pewnych sytuacjach (położenie elektrod w pobliżu stymulatora) zjawiska termiczne w stymulatorze mogą go trwale uszkodzić [1, 3].

## Przezkórna stymulacja nerwów obwodowych

Wykazano, że leczenie przezkórna stymulacją nerwów obwodowych paczkami impulsów o napięciu 1–200 V, natężeniu 0–60 mA i częstotliwości 20–110 Hz może zakłócać funkcję układu stymulującego: czasowe zahamowanie stymulacji (istotne znaczenie tylko u osób zależnych od stymulatora), interferencję rytmów — *noise pacing mode*, przeprogramowanie stymulatora (do programu podstawowego — *end of life*), zmianę częstości lub inne [1–3].

Znacznie bardziej na zakłócenia są podatne układy jednobiegunowe, choć znaczenie mają również miejsce i sposób przyłożenia elektrod stymulujących nerw. U chorych z wszczepionym stymulatorem serca można stosować przezkórna stymulację nerwów obwodowych pod warunkiem zachowania środków ostrożności identycznych jak przy użyciu elektrokoagulacji [1–3].

## Elektrowstrząsy stosowane w leczeniu psychiatrycznym

Można je bez obawy wykonywać u chorych ze stymulatorem serca [1–3].

## Urządzenia ultradźwiękowe do czyszczenia zębów

Niektóre modele mogą generować zakłócenia elektromagnetyczne i tą drogą powodować przemijające zaburzenia stymulacji; może to mieć znaczenie jedynie u osób zależnych od stymulatora. U pacjentów, u których jest wskazany taki zabieg, obowiązuje tryb postępowania, który opisano wcześniej, rozważając problem stosowania elektrokoagulacji u chorych ze stymulatorem [2, 3].

## Interakcje pomiędzy stymulatorem serca i implantowanym stymulatorem rdzenia kręgowego

Stymulator rdzenia kręgowego może czasowo hamować stymulator serca lub czasowo przeprowadzić go do trybu asynchronicznego (*noise mode*). Zaleca się w celu unikania interakcji:

- stosowanie tylko dwubiegunowych układów stymulujących serce i rdzeń kręgowy;
- programowanie minimalnej energii stymulującej rdzeń i możliwie małej czułości stymulatora.

## Interferencje elektromagnetyczne pomiędzy stymulatorem i pozamedycznymi źródłami energii

Podobnie do urządzeń medycznych również i niektóre ze źródeł energii spotykane w życiu codziennym mogą zakłócać funkcję stymulatora, głównie na drodze interferencji elektromagnetycznych.

### Telefony komórkowe

W Europie i w Polsce stosowane są zarówno telefony typu analogowego, jak i cyfrowego [2]. Do interferencji dochodzi częściej w wypadku używania telefonów cyfrowych. Zaburzenia funkcji stymulatora objawiają się najczęściej zahamowaniem stymulacji, niemniej zdarzają się i inne: czasowa stymulacja asynchroniczna, transmisja zakłóceń odebranych w kanale przedsińkowym do kanału komorowego (jedna z odmian częstoskurczu stymulatorowego).

Zalecenia dla osób ze stymulatorem korzystających z telefonu komórkowego [1–3]:

- osoby zależne od stymulatora powinny zastanowić się nad koniecznością używania telefonu komórkowego;
- osoby zależne od stymulatora decydujące się na zakup urządzenia powinny przemyśleć jego typ oraz okoliczności korzystania z telefonu (np. podczas prowadzenia samochodu);
- telefonu nie należy nosić w kieszeni na piersi, lecz możliwie daleko od stymulatora;
- podczas rozmowy urządzenie należy trzymać po tej stronie ciała, po której nie znajduje się implantowany układ stymulujący (tzn. możliwie daleko od stymulatora).

Problem ten prawdopodobnie w przyszłości zostanie rozwiązany przez poprawę konstrukcji telefonów (wbudowanie filtrów zmniejszających emisję zakłóceń).

### Inne niemedyczne źródła promieniowania elektromagnetycznego

- wykrywacze metalu spotykane na lotniskach: nie udowodniono niekorzystnego wpływu na układ stymulujący;
- systemy bezpieczeństwa stosowane w sklepach w sporadycznych przypadkach mogą wywoływać przejściowe zahamowanie stymulacji tylko u osób z systemami jednobiegunowymi,

- u chorych zależnych od stymulatora może to być niebezpieczne [3]; przeprogramowania i innych efektów nie zaobserwowano [1–3];
- domowe urządzenia elektryczne: radio CB, elektryczne golarki, wiertarki i koce elektryczne przy maksymalnym zbliżeniu do układu stymulującego mogą spowodować jedynie przejściowe zahamowanie stymulacji; kuchenki mikrofalowe produkowane od 1976 roku są tak doskonale zabezpieczone, że nie stanowią żadnego niebezpieczeństwa nawet dla chorych zależnych od stymulatora; zakaz korzystania z tego urządzenia nie ma żadnego uzasadnienia;
  - nie wykazano, aby energia fal radiowych służących do komunikacji w lotnictwie i fale radaru mogły zakłócić pracę stymulatora [2, 3];
  - elektrostatyczne urządzenia do obrony osobistej (wyładowania 5–20/s elektrostatycznych impulsów o napięciu do 100 kV) wywoływały migotanie komór u zwierząt ze stymulatorem; brak obserwacji u ludzi [2];
  - duże spawarki łukowe (o prądzie ponad 1000 A) mogą czasowo zahamować pracę stymulatora [2, 3]; osoby z układem jednobiegunowym nie powinny ze względów bezpieczeństwa ob-

- sługiwać spawarek łukowych; chorzy z dwubiegunowym układem stymulującym mogą bezpiecznie używać spawarek o prądzie do 400 A [3];
- linie wysokiego napięcia; pole elektryczne wytwarzane przez prąd elektryczny może zakłócić pracę układu stymulującego (oba efekty czasowego przejścia na *noise mode pacing*) [3]; dotyczy to jedynie układów jednobiegunowych; dwubiegunowe układy stymulujące pozostają niewrażliwe; w odległości 40 m od 400 kV linii pole elektryczne nie może zakłócić pracy układu jednobiegunowego [3].

### Wpływ ciśnienia wywieranego na stymulator podczas nurkowania

Nurkowanie swobodne w aparatach powietrznych nie jest niebezpieczne dla osób ze stymulatorem serca. Dopiero ciśnienie zewnętrzne przekraczające 9 atmosfer może zgnieść tytanową obudowę stymulatora. Przyjmuje się, że obudowa stymulatora bezpiecznie wytrzyma ciśnienie 6,9 atm [2], stąd nie ma ograniczeń dla uprawiania tego sportu tylko ze względu na fakt posiadania stymulatora [1].

### Piśmiennictwo

1. Hayes D.L. Electromagnetic interference, drug-device interactions, and other practical considerations. W: Furman S., Hayes D.L., Holmes D.R. red. A practice of cardiac pacing. Futura Publishing Inc., Mount Kisco, NY 1993; 665–684.
2. Kusumoto F.M., Goldschlager N. Unusual complications of cardiac pacing. W: Barold S.S., Mugica J. red. Recent advances in cardiac pacing. Futura Publishing Company Inc., Armonk, Nowy Jork 1998; 237–279.
3. Strathmore N.F. Interference in cardiac pacemakers. W: Ellenbogen K.A., Kay G.N., Wilkoff B.L. red. Clinical cardiac pacing. W.B. Saunders Company, Filadelfia 1995; 770–779.