

Diagnostyka i terapia kardiologiczna z wykorzystaniem nieinwazyjnej elektrostymulacji serca

W pracy przedstawiono możliwości diagnostyki i terapii kardiologicznej wykorzystującej techniki nieinwazyjnej elektrostymulacji serca, prowadzonej z użyciem wielofunkcyjnego urządzenia DiagnoStim MDD-501. Na przykładach pacjentów, u których urządzenie spełniło jednocześnie funkcję diagnostyczną i terapeutyczną oraz pacjentów, u których diagnostyczne możliwości urządzenia zdecydowały o wdrożeniu lub zaniechaniu dalszego postępowania inwazyjnego, przedstawiono przegląd technik dostępnych z zastosowaniem MDD-501, wskazując na jego niezwykłą przydatność w sprawnym rozwiązywaniu problemów kardiologicznych.

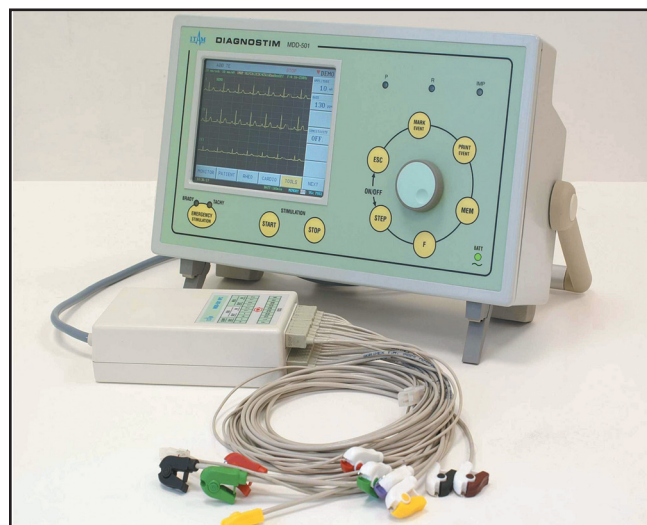
Wprowadzenie

Sprawne rozwiązywanie ostrych i przewlekłych kardiologicznych problemów pacjenta zależy od precyzyjnej identyfikacji przyczyny zgłaszanej dolegliwości. Optymalna byłaby możliwość wykorzystania do tego celu jednego urządzenia o szerokich możliwościach funkcjonalnych.

Ze względu na koszty postępowania diagnostycznego preferowane są metody nieinwazyjne, pozwalające wyłonić do badań inwazyjnych tylko tych pacjentów, u których dla postawienia rozpoznania i podjęcia terapii wykonanie badania inwazyjnego jest absolutnie niezbędne. Nieinwazyjna elektrostymulacja serca stosowana jest w terapii i diagnostyce kardiologicznej już od lat 70. XX wieku [1-9]. Pojawiło się szereg prac pokazujących przydatność diagnostyczną i terapeutyczną takiego sposobu postępowania [10-25]. W pracach tych wykazano możliwość identyfikacji zarówno zaburzeń perfuzji, jak i zaburzeń elektrycznej pracy serca.

Przeszkodą w rozpowszechnieniu diagnostyki i terapii kardiologicznej z wykorzystaniem nieinwazyjnej elektrostymulacji serca był brak na rynku jednego, uniwersalnego urządzenia diagnostyczno-terapeutycznego. Oferowane w latach 90. w Polsce kardiostymulatory – przezprzełykowy SP-5 i przezskórny NAP-601 – pozwalały wprowadzić na konfigurację uniwersalnego stanowiska do badań nieinwazyjnych, jednak optymalne ich stosowanie nie było łatwe [21, 22]. Stało się to przyczyną rezygnacji w wielu ośrodkach z prowadzenia badań nieinwazyjnych, które mogą dostarczyć przekonującego dowodu, przemawiającego za koniecznością wykonania lub racjonalnej rezygnacji z badań inwazyjnych. W sytuacji zaniechania badań nieinwazyjnych wielu pacjentów niepotrzebnie kierowano do badań inwazyjnych, zaś u innych z tych samych powodów od wykonania badań inwazyjnych odstępowano. Pierwsze próby opracowania uniwersalnego zintegrowanego urządzenia diagnostyczno-terapeutycznego podejmowane były w ITAM już pod koniec XX wieku. Dopiero jednak teraz, dzięki możliwościom funkcjonalnym zintegrowanego urządzenia o nazwie Multifunction Diagnostic Device DiagnoStim MDD-501 (ITAM Zabrze) (fot. 1), ma szansę urzeczywistnić się przedstawiona w latach 90. wizja nieinwazyjnego, skutecznego i bezpiecznego sposobu postępowania diagnostyczno-terapeutycznego. DiagnoStim przeznaczony jest

dla lekarza rozwiązującego problemy pacjentów kardiologicznych, odczuwającego brak urządzenia pomagającego w ich sprawnym rozwiązywaniu.



Fot. 1 Urządzenie wielofunkcyjne DiagnoStim MDD-501

Materiał i metoda

DiagnoStim MDD-501 wykorzystywano do ustalania kardiologicznych przyczyn takich dolegliwości pacjentów, jak: ból w klatce piersiowej, kołatanie serca, omdlenia, duszności, łatwe męczenie się, których przyczynami mogą być zaburzenia dopływu krwi do mięśnia serca oraz zaburzenia elektrycznej pracy serca.

Przedstawione poniżej przykłady wykorzystania nieinwazyjnych możliwości diagnostyczno-terapeutycznych urządzenia zostały zarejestrowane w czasie miesięcznego jego stosowania w Pracowni Diagnostycznej Prywatnej Kliniki Kardiologii w Tychach.

Przykłady wykorzystania urządzenia DiagnoStim MDD-501 do szybkiego ustalenia przyczyny zgłaszanej dolegliwości i zasadnego skierowania do diagnostyczno-terapeutycznych procedur inwazyjnych, które usunęły przyczynę dolegliwości

Przykład 1. 55-letni pacjent przyjęty z powodu bólu w klatce piersiowej, który ustąpił po przyjęciu do kliniki. Lekarz stwierdził prawidłowy zapis EKG, a na podstawie ujemnego wyniku badania poziomu troponiny wykluczył martwicę mięśnia serca.

W opisaney sytuacji problemem do rozwiązania dla pacjenta była przyczyna bólu w klatce piersiowej, natomiast problemem dla kardiologa pozostawało ustalenie, czy ból był wywołany ostrym zespołem wieńcowym. Aby w takiej sytuacji uzyskać pewność rozpoznania, konieczna jest dalsza obserwacja w warunkach kliniki, wykonywanie kontrolnych zapisów EKG w czasie nawracającego bólu oraz powtarzanie oznaczeń poziomu troponiny lub wysłanie pacjenta bez uzasadnionych do tego podstaw do pracowni hemodynamicznej. Alternatywą dla tych dzia-

łań było wykorzystanie możliwości diagnostycznych urządzenia DiagnoStim MDD-501.

Sposób wykorzystania urządzenia w tej konkretnej sytuacji
DiagnoStim MDD-501 umożliwia wykonanie przy łóżku chorego nieinwazyjnego wieńcowego testu stymulacyjnego (NWTs).

Obciążeniem dla serca jest uzyskanie stymulacją przyspieszenia jego pracy kolejno do częstości 130 1/min i 150 1/min. Natychmiastowe przyspieszenie częstości skurczu komór stymulacją przeskórną ma tę właściwość, że uniemożliwia włączenie się krążenia obocznego i wystąpienie efektu tzw. preconditioningu. Powstające pod wpływem szybkiej akcji komór elektrokardiograficzne cechy niedokrwienia, zaburzenie perfuzji) zależą głównie od drożności naczyń wieńcowych.



Rys. 1a Zapis odprowadzeń kończynowych EKG w momencie wyłączenia przeskórnej stymulacji serca z częstością 150 1/min; S – impulsy kardiostymulatora. Po wyłączeniu stymulacji widoczne obniżenie odcinka ST w I, II, aVL ulegające stopniowemu zmniejszeniu



Rys. 1b Zapis odprowadzeń przedsercowych w momencie wyłączenia przeskórnej stymulacji serca z częstością 150 1/min. Po wyłączeniu stymulacji widoczne obniżenie odcinka ST = 3 mm w V3, 4 i 5, ulegające stopniowemu zmniejszeniu, z normalizacją zmian pod koniec zapisu

Lekarz przy łóżku chorego wykonał NWTs, który wykazał istotne niedokrwienie mięśnia serca w części zaopatrywanej przez tętnicę zstępującą przednią (rys. 1a, 1b).

Potwierdzono tym samym istnienie ostrego zespołu wieńcowego, natomiast proces naturalnej fibrylizacji skrzepu powstałego na pękniętej blaszce miażdżycowej doprowadził do poszerzenia światła naczynia, poprawy ukrwienia serca i ustąpienia bólu. Pomimo ustąpienia bólu pacjenta przesłano w trybie pilnym do pracowni hemodynamicznej, gdzie potwierdzono obecność krytycznego zwężenia w tętnicy zstępującej przedniej. Rozszerzono miejsce zwężone i założono stent.

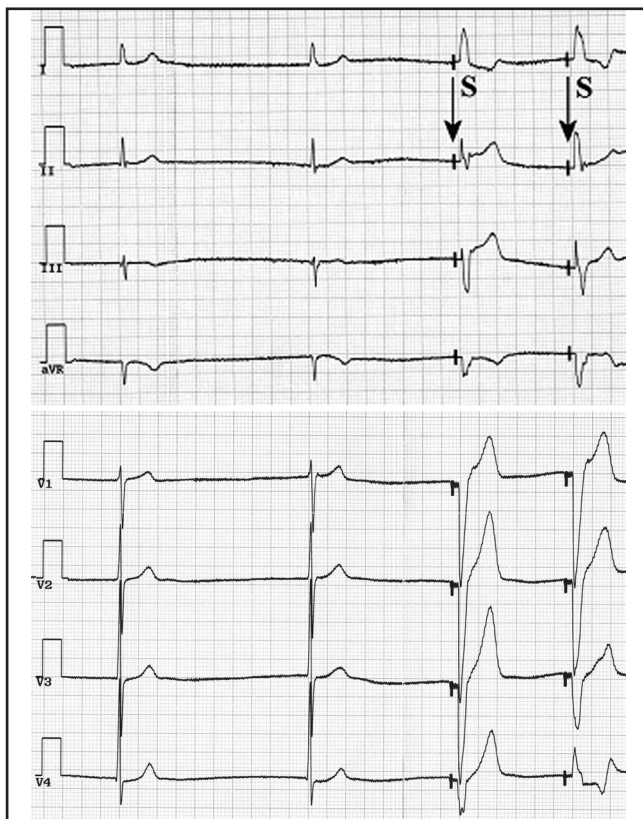
Przydatność urządzenia, korzyści dla pacjenta

We współczesnej kardiologii, gdzie czas odgrywa tak istotną rolę w zmniejszaniu uszkodzenia serca, nieinwazyjny test wieńcowy

możliwy do przeprowadzenia przy łóżku chorego natychmiast po ustąpieniu bólu i normalizacji odstępu ST-T przesądził o szybkim i zasadnym przesłaniu pacjenta do badania inwazyjnego. Urządzenie pomogło lekarzowi podjąć decyzję o potrzebie natychmiastowego wykonania koronarografii, zaś przeprowadzona rekanalizacja miejsca zwężenia i założenie stentu rozwiązało pilny, kardiologiczny problem pacjenta.

Zastosowany w urządzeniu specjalny system eliminacji artefaktów pochodzących od impulsu stymulującego umożliwił uzyskanie nadających się do interpretacji zapisów EKG, zarówno w czasie stymulacji, jak i bezpośrednio po jej wyłączeniu.

Przykład 2. 65-letni mężczyzna został przyjęty do kliniki z powodu nawracającej utraty przytomności. Po podłączeniu toru monitorującego DiagnoStim MDD-501 zauważono, że w czasie narastającego osłabienia w przebiegach EKG pojawiało się zahamowanie zatokowe z zastępczym, wolnym (20-30 1/min) rytmem z łącza przedsionkowo-komorowego. W takiej sytuacji lekarz wykorzystał możliwości podtrzymania rytmu serca drogą przeskórną, jaką oferuje DiagnoStim MDD-501. Po uzyskaniu skutecznej stymulacji drogą przeskórną lekarz rozpoczął zakładanie elektrody endokawitarnej.



Rys. 2 Bradykardia o częstości 30 1/min, z widocznym brakiem załamka P przed zespołami QRS, oraz włączenie stymulacji z częstością 50 1/min; S – impulsy stymulatora z odpowiedzią elektryczną komór serca

Sposób wykorzystania urządzenia w tej konkretnej sytuacji

DiagnoStim MDD-501 umożliwił wdrożenie ratunkowej stymulacji komór serca drogą przeskórną w ciągu 30 sekund (rys. 2). Zaledwie tyle czasu było potrzebne, aby przykleić na klatkę piersiową 2 elektrody i włączyć stymulację ratunkową o parametrach:

- częstość stymulacji – 100 1/min,
- amplituda prądu – 120 mA,
- szerokość impulsu prostokątnego – 30 ms,

a następnie obniżyć amplitudę impulsu do poziomu niezbędnego dla podtrzymania skutecznej stymulacji.

Przydatność urządzenia, korzyści dla pacjenta

MDD-501 realizuje tryb stymulacji ratunkowej, niewymagający żadnych dodatkowych ustawień, co przyspieszyło działanie lekarza. Korzyścią dla pacjenta było uniknięcie niedokrwienia mózgu, do którego mogło dojść w czasie zakładania elektrody endokawitarnej, trwającego zwykle od 5-10 minut.

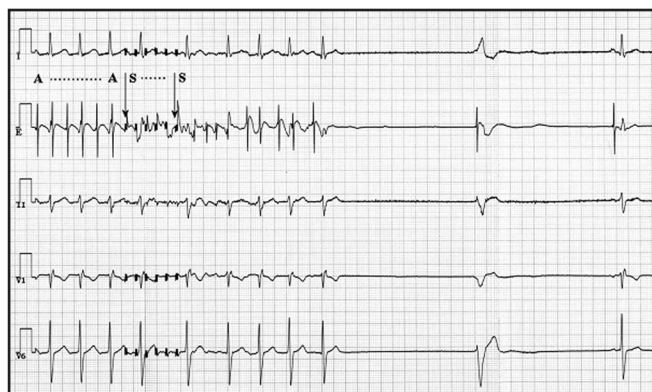
Przykład 3. 76-letnia pacjentka diagnozowana w klinice z powodu napadowego kołatania serca i następującego bezpośrednio po jego ustąpieniu głębokiego osłabienia, które w jednym przypadku doprowadziło do upadku i złamania kończyny górnej.

Napady występowały sporadycznie, to jest raz na kilka miesięcy. Wcześniejsza diagnostyka w kierunku przyczyn neurologicznych dała wynik negatywny. Wielokrotnie wykonywane w ciągu kilku miesięcy 24- i 48-godzinne badanie EKG (holter) nie dostarczyło dowodów na istnienie choroby węzła zatokowego. Badanie UKG nie wykazało odchyień od normy. Dalsze postępowanie diagnostyczne to możliwość wszczęcia lub założenia zewnętrznego rekordera zdarzeń i oczekiwanie na wystąpienie kołatania z zasłabnięciem lub wykorzystanie diagnostycznych możliwości urządzenia DiagnoStim MDD-501.

Sposób wykorzystania urządzenia w tej konkretnej sytuacji

Celem badania diagnostycznego u tej pacjentki z wykorzystaniem urządzenia DiagnoStim zlokalizowanego w Pracowni Badań Nieinwazyjnych było uzyskanie dokumentacji potwierdzającej istnienie u niej choroby węzła zatokowego, co uzasadniłoby konieczność wszczęcia stymulatora.

Drogą przezprzewodową, stosując technikę BURST na przedsionki, wyzwolono przy zastosowaniu MDD-501 trzepotanie przedsionków oraz zarejestrowano zapis EKG w momencie umiarowienia uzyskanego serią impulsów o odstępach 200 ms (rys. 3). Obserwacja elektrycznej pracy serca po ustąpieniu trzepotania przedsionków wykazała istotne, bo do 5 sekund, wydłużenie czasu powrotu rytmu zatokowego, potwierdzające istnienie dużych zaburzeń bódźcôtworczności, prowadzących do głębokich zasłabnięć. Pacjentkę skierowano do ośrodka wszczepiającego stymulatory, gdzie wszczepiono jej układ stymulujący pracujący w trybie DDD.



Rys. 3 Zapis trzepotania przedsionków z widocznym obrazem aktywacji przedsionków A w torze przetykowym, o długości cyklu 240 ms. Seria 6 impulsów o długości cyklu 200 ms doprowadziła do ustąpienia trzepotania przedsionków. Powrót rytmu zatokowego po 5 sekundach

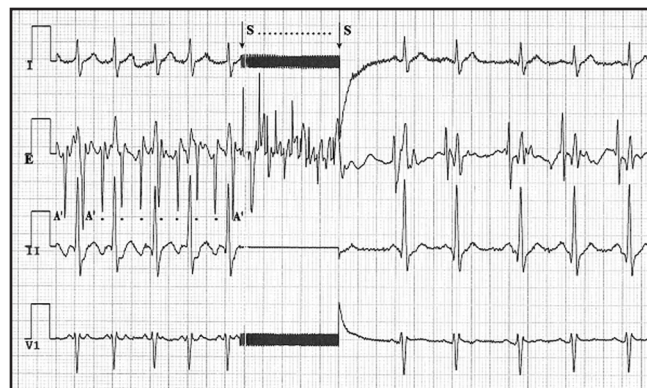
Przydatność urządzenia, korzyści dla pacjenta

DiagnoStim umożliwił wyzwolenie trzepotania przedsionków, jego umiarowanie i obserwację sprawności przejścia rytmu przez węzeł zatokowy. Urządzenie okazało się przydatne do odtworzenia zdarzeń poprzedzających obserwowane zasłabnięcia. Korzyścią dla pacjentki było szybkie uzyskanie dowodu na konieczność wszczęcia układu stymulującego i jego wszczęcie.

Przykłady wykorzystania urządzenia DiagnoStim MDD-501 do ustalenia przyczyny zgłaszanej dolegliwości i jej usunięcia

Przykład 1. U 55-letniego pacjenta wystąpiło napadowe kołatanie serca z towarzyszącą zadyszka i potami. Po podłączeniu do MDD-501 jego tor rejestracji EKG uwidocznił częstoskurcz o wąskich zespołach komorowych i częstości 150 1/min, sugerujący trzepotanie przedsionków. Zapis przetykowy potwierdził obecność fali F o długości cyklu 200 ms.

W sytuacji trzepotania przedsionków możliwe było wykonanie kardiowersji farmakologicznej, kardiowersji elektrycznej lub wykorzystanie terapii elektrycznej z użyciem DiagnoStim MDD-501.



Rys. 4 Zapis trzepotania przedsionków z widoczną w odprowadzeniu II niewyraźną falą F, zaś w odprowadzeniu przetykowym (E) widoczna aktywacja przedsionków A, A₂ o długości cyklu 200 ms. Powrót rytmu zatokowego uzyskano serią impulsów (S-S) o długości cyklu 180 ms i czasie trwania 1000 ms

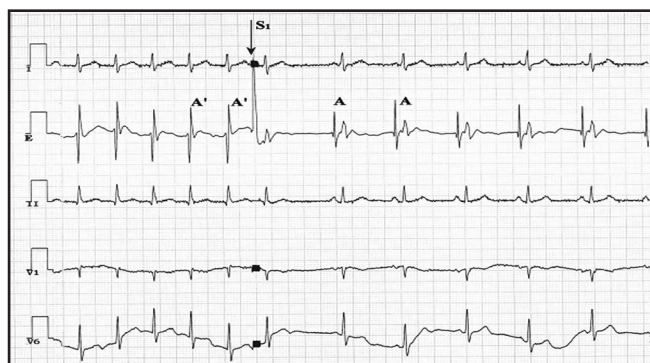
Sposób wykorzystania urządzenia w tej konkretnej sytuacji

MDD-501 pozwolił rozpoznać, w oparciu o zapis przetykowy, trzepotanie przedsionków i zastosować do umiarowienia opcję przezprzewodowej stymulacji przedsionków techniką BURST. Przywrócenie rytmu zatokowego uzyskano po zastosowaniu paczki impulsów o częstości 333 1/min i czasie trwania 1000 ms (rys. 4).

Przydatność urządzenia, korzyści dla pacjenta

DiagnoStim okazał się przydatny w precyzyjnym ustaleniu rodzaju częstoskurczu oraz pozwolił zastosować skuteczną technikę umiarawiającą. Korzyścią dla pacjenta było uniknięcie kardiowersji w znieczuleniu ogólnym lub prób kardiowersji farmakologicznej. Pacjent w tym samym dniu mógł opuścić klinikę.

Przykład 2. Do kliniki został przyjęty pacjent z napadem często-skurczu. Po podłączeniu przewodów EKG toru monitorującego MDD-501 stwierdzono częstoskurcz o wąskich zespołach komorowych i częstości 140 1/min. Zapis przetykowy ujawnił obecność obrazu aktywacji przedsionków w obrębie zespołu QRS. Rozpoznano częstoskurcz p-k na tle podłużnego rozszczepienia węzła p-k. Możliwości terapeutyczne pozostające do dyspozycji lekarza to: podanie dożylnie bolusa adenozyliny, wykonanie kardiowersji inżyniera



Rys. 5 Zapis częstoskurczu o wąskich zespołach QRS przerwane pojedynczym programowanym pobudzeniem lewego przedsionka. W zapisie przetykowym obraz aktywacji przedsionków A, wbudowany w zespół QRS

elektrycznej lub wykorzystanie możliwości terapii elektrycznej z zastosowaniem DiagnoStim MDD-501.

Sposób wykorzystania urządzenia w tej konkretnej sytuacji

Lekarz wykorzystał do umiarowania częstoskurczu oferowaną przez urządzenie technikę stymulacji pojedynczym impulsem sprzężonym z rytmem własnym pacjenta. Moment przerywania częstoskurczu z następowym powrotem rytmu zatokowego przedstawiono na rys. 5.

Przydatność urządzenia, korzyści dla pacjenta

Urządzenie wykazało przydatność w precyzyjnym ustaleniu rodzaju częstoskurczu oraz pozwoliło zastosować skuteczną technikę umiarawiającą. Korzyścią dla pacjenta było uniknięcie kardiowersji w znieczuleniu ogólnym lub podjęcie prób kardiowersji farmakologicznej. Pacjent mógł w tym samym dniu opuścić klinikę.

Przykłady wykorzystania urządzenia DiagnoStim MDD-501 do zabezpieczenia postępowania diagnostycznego

Przykład 1. Do kliniki został przyjęty 75-letni pacjent z nawracającymi zasłabnięciami i kilkukrotnymi utratami przytomności, trwającymi około minuty. Wcześniej u pacjenta wykluczono neurologiczną przyczynę utrat przytomności. W wywiadzie zwracało uwagę pojawianie się zasłabnięć przy jeździe autem do tyłu. Zapis 24-godzinnego badania EKG (holter), jak i badanie elektrofizjologiczne nie wykazało zaburzeń bódźcôtworczności i przewodzenia. Do wykonania pozostał test masażu zatok szyjnych, w czasie którego poprzez ucisk zatoki uzyskiwane jest około 40-proc. zmniejszenie dopływu krwi do mózgu, co przy jednocześnie nadwrażliwej zatoce szyjnej może prowadzić do wyzwolenia trwającej czasami kilkadziesiąt sekund przerwy w pracy serca. W sytuacji wyzwolenia masażem przedłużającej się przerwy niezbędne jest podjęcie masażu serca.

Aby uniknąć takiej sytuacji, konieczne jest zabezpieczenie zabiegu diagnostycznego stymulacją endokawitarną lub wykorzystanie możliwości terapeutycznych MDD-501.

Sposób wykorzystania urządzenia w tej konkretnej sytuacji

Przed rozpoczęciem masażu zatoki szyjnej oznaczony został próg pobudzenia komór drogą przeskorną. Do zabezpieczenia wyzwolonej przerwy w pracy serca, niezależnie od tego, czy na tle zahamowania zatokowego czy bloku p-k III stopnia, lekarz wykorzystał stymulację przeskorną VOO z częstością 100 1/min. Masaż prawej zatoki szyjnej spowodował przerwę w pracy węzła zatokowego dłuższą niż 3000 ms, a więc spełniającą kryteria zatoki nadwrażliwej. W celu uniknięcia niedokrwienia mózgu włączono stymulację przeskorną, która podtrzymała pracę serca (rys. 6). Po ustaleniu przyczyny omdleń pacjenta skierowano do implantacji układu stymulującego.



Rys. 6 Przykład wyzwolonego masażem zahamowania zatokowego z włączeniem stymulacyjnego wspomaganie hemodynamiki drogą przeskorną z częstością 100 1/min, w momencie uzyskania wartości diagnostycznej testu (częstość akcji serca mniejsza od 30 1/min)

Przydatność urządzenia, korzyści dla pacjenta

Urządzenie zabezpieczające wykonanie testu masażu zatoki szyjnej daje lekarzowi poczucie pewności, że w przypadku przedłużającej się przerwy w pracy serca możliwe jest szybkie podjęcie skutecznej hemodynamicznie stymulacji nieinwazyjnej.

Korzyścią dla pacjenta było natychmiastowe wdrożenie stymulacyjnego wspomaganie hemodynamiki, które chroni mózg przed uszkodzeniem niedokrwiennym.

Przykład 2. Do kliniki (po wykluczeniu przyczyny neurologicznej) została przyjęta 35-letnia pacjentka z nawracającymi w pozycji stojącej głębokimi utratami przytomności.

Utraty przytomności poprzedzone były uczuciem zamierania pracy serca, gorąca i narastającego osłabienia. Zapis 24-godzinny EKG (holter), badanie elektrofizjologiczne oraz test masażu zatok szyjnych wypadły ujemnie. Do wykonania pozostał test pionizacyjny. Ze względu na możliwość gwałtownego spadku ciśnienia i wyzwolenia asystolii lub istotnej hemodynamicznie bradykardii test ten zabezpiecza się założeniem do żyły wenflonu, podłączeniem bardzo wolnego wlewu roztworu 0,9 % NaCl oraz możliwością wdrożenia stymulacyjnego wspomaganie hemodynamiki. Ponieważ stymulacja endokawitarna jest zbyt kosztowna, optymalne wydaje się wykorzystanie elektrycznej stymulacji serca drogą przeskorną z użyciem MDD-501.

Sposób wykorzystania urządzenia w tej konkretnej sytuacji

Przed rozpoczęciem testu pionizacyjnego został oznaczony próg pobudzenia komór dla stymulacji drogą przeskorną. Do zabezpieczenia wyzwolonej testem pionizacyjnym przerwy w pracy serca, niezależnie od tego, czy na tle zahamowania zatokowego czy bloku p-k III stopnia, wykorzystano stymulację z częstością 70 1/min w trybie VOO. W 30. minucie testu pacjentka zgłosiła uczucie narastającego osłabienia, gorąca, zaś w rejestrowanym przebiegu EKG pojawiła się asystolia. Natychmiast rozpoczęto stymulację oraz opuszczanie stołu pionizacyjnego do pozycji horyzontalnej. Dzięki włączeniu skutecznej hemodynamicznie stymulacji objawy ustąpiły w ciągu 15 sekund, to jest po uzyskaniu poziomej pozycji stołu. Stymulację przerwano stwierdzając powrót własnego rytmu serca o częstości 55 1/min.

Przydatność urządzenia, korzyści dla pacjenta

Urządzenie DiagnoStim MDD-501 wykorzystane do zabezpieczenia testu pionizacyjnego dało lekarzowi poczucie pewności, że w przypadku omdlenia na skutek wyzwolenia asystolii lub bradykardii zostanie natychmiast, jeszcze w pozycji pionowej, przywrócona stymulacją skuteczną hemodynamicznie akcja serca.

Korzyścią dla pacjenta było natychmiastowe wdrożenie stymulacyjnego wspomaganie hemodynamiki, które chroni mózg przed niedokrwiennym uszkodzeniem.

Podsumowanie

W pracy zostały przedstawione wybrane możliwości prowadzenia diagnostyki i terapii kardiologicznej z wykorzystaniem technik nieinwazyjnej elektrostymulacji serca, jakie udostępnia DiagnoStim MDD-501. Przedstawione przykłady ilustrują, jak wiele rzeczywistych problemów diagnostycznych można rozwiązać, dysponując zintegrowanym urządzeniem łączącym możliwości kilku dotychczas stosowanych urządzeń.

Ze względu na koszty, współcześnie preferowane są nieinwazyjne metody diagnostyczne, pozwalające wskazać tych pacjentów, u których dla postawienia rozpoznania i podjęcia terapii wykonanie badania inwazyjnego jest absolutnie niezbędne. DiagnoStim MDD-501 okazał się bardzo użyteczny w wyłanianiu pacjentów do kosztownych diagnostycznych i terapeutycznych inwazyjnych procedur medycznych, takich jak koronarografia, przeszłokorna angioplastyka naczyń wieńcowych czy wszczępienie układu stymulującego.

Przedstawiony przegląd możliwości MDD-501 wskazuje na jego niezwykłą przydatność w sprawnym rozwiązywaniu kardiologicznych problemów pacjentów.

DiagnoStim MDD-501 powinien się znajdować w miejscach, do których docierają pacjenci z opisanymi objawami, tzn.: oddziałach szybkiej diagnostyki i leczenia chorych z bólem w klatce piersiowej, oddziałach kardiologicznych, oddziałach ratunkowych oraz szpitalnych izb przyjęć. ■

Literatura

1. M. Stopczyk, M. Pieniak, Z. Sadowski, R. Żochowski: *Transesophageal atrial pacing as a simple diagnostic and therapeutic procedure*, The third International Conference on medical Physics, Including Medical Engineering, Geteborg, Sweden, 1972, s. 40.
2. T. Mitsui, T. Tanaka, M. Saigusa: *An esophageal balloon electrode for cardiac pacing*, [w]: Cardiac pacing, H. Thalen, Netherlands., Van Corcum and Co., 1973, s. 282.
3. P.J. Varghese, G. Bren, A. Ross: *Electrophysiology of external pacing: A comparative study with endocardial pacing*, Circulation, vol. 66, 1982, s. 282
4. D.N. Cooper: *Temporary cardiac pacing from the oesophagus*, Postgrad Med J, vol. 58, 1982, s. 45-46.
5. H.R. Andersen, P. Pless: *Transesophageal pacing*, Pacing Clin Electrophysiol, vol. 6(4), 1983, s. 674-679.
6. F. Prochaczek, J. Gałęcka, K. Stanek, M. Stopczyk: *A new method and device for diagnostic transesophageal stimulation of ventricle and atrium*, Revue Europeenne de Technologie Biomedicale, vol. 6, 1984, s. 216-217.
7. L.A. Geddes, C.F. Babbs, W.D. Voorhees III i in.: *Choice of the optimum pulse duration for precordial cardiac pacing: a theoretical study*, Pace, vol. 8, 1985, s. 862-869.
8. S.W. Sharkey, V. Chaffee, S. Kapsner: *Prophylactic external pacing during cardioversion of atrial tachyarrhythmias*, Am J Cardiol., 1985, s. 1632-1634
9. R.H. Falk., S.T. Ngai: *External cardiac pacing: Influence of electrode placement and pacing threshold*, Crit Care Med., vol. 14, 1986, s. 931-932.
10. K.S. O'Toole, P.P. Paris, M.B. Heller i in.: *Emergency transcutaneous pacing in the management of patients with bradyasystolic rhythms*, J Emerg Med, vol. 5, 1987, s. 267-273.
11. F. Prochaczek, J. Gałęcka, A. Becker: *Zastosowanie nieinwazyjnej zewnętrznej przeszłokornej stymulacji serca w doborze leku antyarytmicznego u pacjenta z napadowym częstoskurczem nadkomorowym o mechanizmie re-entry w obrębie łącza przedsionkowo-komorowego*, Kardiologia Polska, vol. 31, 1988, s. 337.
12. J.C. Luck, B.P. Grubb, S.E. Artman i in.: *Termination of sustained ventricular tachycardia by external noninvasive pacing*, Am J Cardiol., vol. 61, 1988, s. 574-577.
13. J.K. Madsen, J. Meibom, R. Videbak: *Transcutaneous pacing: Experience with the ZOLL noninvasive temporary pacemaker*, Am Heart J, vol. 116, 1988, s. 7-10.
14. F. Prochaczek, M. Machalski, J. Gałęcka, A. Becker, K. Jarczok: *Przesłokorna stymulacja komór serca, skuteczność, komfort badania i nowa możliwość diagnostyczna*, Kardiologia Polska, vol. 32, 1989, s. 358-365.
15. J.S. Kelly, R.R. Royster, K.C. Angert i in.: *Efficacy of noninvasive transcutaneous cardiac pacing in patients undergoing cardiac surgery*, Anesthesiology, vol. 70, 1989, s. 747-751.
16. F. Prochaczek, J. Gałęcka: *The effect of suppression of the distortion artifact during transcutaneous pacing on the shape of the QRS complex*, Pace, vol. 13, 1990, s. 2022-2025.
17. B.P. Grubb, P. Temesy-Armos, H. Hahn i in.: *The clinical use of external noninvasive pacing in the termination of sustained ventricular tachycardia*, Pace, vol. 13, 1990, s. 1092-1095.
18. F. Prochaczek, J. Gałęcka, M. Stopczyk: *A method of esophageal electrogram recording for diagnostic atrial and ventricular pacing*, Pace, vol. 13, 1990, s. 1136-1141.
19. M.J. Stopczyk, F. Prochaczek, J. Gałęcka, W. Mojkowski: *The new ways in diagnostic transesophageal atrial and ventricular pacing*, Cardiologia, vol. 35, 1990, s. 23-30.
20. F. Prochaczek, J. Matuszewska, J. Zalewski, J. Surma: *Zespół nadwrażliwej zatoki szyjnej diagnozowany przeszłokorną stymulacją serca*, Kard.Pol., vol. 35, 1991, s. 294.
21. F. Prochaczek, J. Gałęcka, K. Jarczok: *Programmed non-invasive transcutaneous cardiac pacing: examination of the A-V retrograde conduction*, RBM (European Journal of Biomedical Technology), vol. 14, 1992, s. 311.
22. F. Prochaczek, J. Gałęcka: *New clinical applications of noninvasive transcutaneous cardiac pacing*, [w]: P.I. Birkui, J.A. Trigano, P.M. Zoll: Noninvasive transcutaneous cardiac pacing, Futura Publishing Company, Mount Kisko, New York 1992.
23. B.P. Grubb, D. Samoil, P. Temesy-Armos i in.: *The use of external noninvasive pacing for the termination of supraventricular tachycardia in the emergency department setting*, Ann Emerg Med, vol. 22, 1993, s. 714-717.
24. D.J. McEaney, D.J. Cochrane, J.A. Anderson, A.A. Adgey: *A gastroesophageal electrode for atrial and ventricular pacing*, Pacing Clin Electrophysiol, vol. 20(7), 1997, s. 1815-1825.
25. F. Prochaczek, K. Jędraszczak, J. Gałęcka, A. Kunsdorf-Wnuk: *Ventricles excitation threshold and operating field movements during NTCP*, Clinical Cardiac Pacing and Electrophysiology, Monduzzi Editore, 2003, s. 375-379.
26. F. Prochaczek, J. Gałęcka: *Non-invasive electrostimulation technologies for the diagnosis and therapy of coronary artery disease and heart arrhythmias*, Journal of Medical Informatics & Technologies, vol. 9, 2005, s. 25-34.

Hanna Winiarska¹, Fryderyk Prochaczek²,
Jerzy Gałęcka², Adam Gacek²

¹ Prywatna Klinika Kardiologii NSZOZ w Tychach

² Instytut Techniki i Aparatury Medycznej w Zabrze