

Przemysław Mitkowski

I Klinika Kardiologii, Katedry Kardiologii

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

STYMULACJA WIELOPUNKTOWA I WIELOMIEJSCOWA KOMÓR

MULTISITE, MULTIPOINT PACING

Steszczenie

Stymulacja resynchronizująca u chorych z niewydolnością serca, obniżoną frakcją wyrzutową i wydłużonym czasem trwania zespołów QRS stanowi standard leczenia. Niestety, mimo doskonalenia tej formy terapii wciąż u około 30% leczonych nie udaje się osiągnąć istotnej poprawy klinicznej. Wśród przyczyn tego zjawiska leżą problemy z uzyskaniem skutecznej hemodynamicznie stymulacji komór. Możliwymi rozwiązaniami są: zastosowanie stymulacji dwumiejscowej prawej komory, dwumiejscowej lewej komory i stymulacji wielopunktowej prawej komory. Stymulacja wielomiejscowa prawej komory (dwie elektrody prawokomorowe, jedna umiejscowiona w wierzchołku, druga w drodze odpływu), chociaż powoduje pewną poprawę hemodynamiczną, mierzoną wzrostem EF czy dystansem 6MWT oraz zmniejszeniem LVESD, liczbą hospitalizacji w porównaniu do braku stymulacji, ma jednak zdecydowanie gorszą skuteczność niż klasyczna stymulacja resynchronizująca i nie powinna być uważana za jej alternatywę, z uwzględnieniem chirurgicznego nasycenia elektrody lewokomorowej. Stymulacja dwumiejscowa lewej komory (dwie elektrody w układzie żył serca lewej komory) przynosi istotne korzyści w porównaniu z klasyczną stymulacją resynchronizującą, zwłaszcza u chorych ze ską-pym układem żył serca, który uniemożliwia optymalne umiejscowienie elektrody. Korzyści kliniczne dotyczyły wzrostu odsetka chorych odpowiadających na CRT, większym przyrostem EF, VO_2 , dystansu w 6MWT i zmniejszeniem klasy NYHA. W opublikowanych badaniach obserwowano także zmniejszenie objętości końcowoskurczowej, wymiaru końcowoskurczowego, zwiększenie frakcji skracania i dP/dt. Stymulacja wielopunktowa lewej komory (stymulacja z kilku punktów umieszczonych na jednej elektrodzie) jest zachęcającą alternatywą dla stymulacji wielomiejscowej u nieodnoszących korzyści ze stymulacji CRT, ponieważ nie wymaga implantacji dodatkowej elektrody. Korzyści z terapii MP potwierdzono w wielu badaniach w warunkach próby ostrej, wykazując wzrost dP/dt, amplitudy maksymalnego odkształcenia, skrócenie czasu aktywacji komór i czasu trwania zespołu QRS oraz w czasie obserwacji odległej – większym zmniejszeniem LVESV, wzrost EF, zmniejszenie wykładników asynchronii oraz zwiększenie odsetka odpowiadających na leczenie. Stymulacja wielopunktowa lewej komory powinna być standardem w przypadku pierwszorazowych implantacji CRT.

Słowa kluczowe: stymulacja resynchronizująca, stymulacja wielomiejscowa, stymulacja wielopunktowa, niewydolność serca

Abstract

Cardiac resynchronization therapy in patients with heart failure, reduced ejection fraction and prolonged QRS duration has become standard of care. Unfortunately, despite improvements in delivery of this treatment still approximately 30% of patients are non-responders. Among causes of this phenomenon one can find an inability to deliver hemodynamically effective left ventricular pacing. There were proposed several solutions to solve the problem, including: multisite RV pacing, multisite LV pacing, multipoint LV pacing. Multisite RV pacing (two RV leads positioned in RV: apex and RVOT), although causes some hemodynamic improvement in LVEF or distance in 6MWT and reduction of LVESD or number of hospitalizations in comparison to no paced patients, but its efficacy is significantly worse than normal CRT. So it should not be considered as an alternative to CRT even to surgically placed LV lead. Multisite LV pacing (two leads in cardiac veins) gives significant benefits over standard CRT, especially in patients with poor heart vein system, which preclude optimal LV lead placement. Clinical benefits of this mode of therapy were observed in non-responders to classical CRT, and were proved in: higher responder rates, improved EF, VO_2 , distance in 6MWT, reduction of NYHA class, LVESV, LVEDD and increase of dP/dt. Multipoint LV pacing (different pacing point located on the same LV lead) is encouraging way of CRT delivery and does not require any additional lead. Benefits of MP pacing over classical CRT were proved in numerous trials in acute tests by improvement in dP/dt, increase in maximal strain rate, shortening of total activation time, reduction in QRS duration and after mid- and long term follow-up in reduction of LVESV, increase in EF, reduction of asynchrony and higher percentage of responders. Multipoint left ventricular pacing should be a standard of CRT delivery in first implantations.

Key words: Cardiac resynchronization therapy, multisite pacing, multipoint pacing, heart failure

Stymulacja resynchronizująca (CRT) u chorych z niewydolnością serca i wydłużonym czasem trwania zespołów QRS weszła na stałe do kanonów leczenia w tej grupie pacjentów. W licznych badaniach udowodniono ponad wszel-

ką wątpliwość, że w dobrze dobranych populacjach prowadzi do zmniejszenia śmiertelności, redukcji liczby hospitalizacji z powodu niewydolności serca, powoduje odwrócenie remodelingu lewej komory, zwiększa zdolność do pokony-

wania wysiłku i poprawia jakość życia. Wskazania do leczenia tą metodą ma około 30% chorych z niewydolnością serca. Niestety, mimo znacznego doświadczenia we wdrażaniu tej terapii i znacznie lepszych narzędzi do jej stosowania wciąż bardzo trudno w klasycznej stymulacji resynchronizującej przełamać próg 70% pacjentów, którzy odpowiedzą na jej zastosowanie.

Przyczyn braku odpowiedzi na CRT należy upatrywać w:

1. Złym doborze pacjentów:
 - a. jedynie umiarkowany wydłużony czas trwania zespołów QRS, szczególnie o morfologii innej niż blok lewej odnogi,
 - b. rozległe obszary martwicy w obrębie ściany dolnej i bocznej,
 - c. liczne, zaawansowane schorzenia współistniejące ograniczające przeżycie mimo skutecznej terapii resynchronizującej.
2. Ograniczeniach związanych z procedurą implantacji:
 - a. trudności z uzyskaniem dostępu do zatoki wieńcowej,
 - b. brak odpowiedniej żyły serca w obszarze tylnobocznym, bocznym lub przednio-bocznym,
 - c. trudności w umieszczeniu elektrody w optymalnej żyły,
 - d. wysoki próg stymulacji,
 - e. stymulacja nerwu przeponowego.
3. Suboptymalnej opiece w okresie pozabiegowym:
 - a. nieoptymalna terapia farmakologiczna,
 - b. niski odsetek stymulacji dwukomorowej,
 - i. liczna ektopia komorowa i nadkomorowa,
 - ii. migotanie przedsionków,
 - iii. nieprawidłowe ustawienie czasów opóźnień przedsionkowo-komorowego i międzykomorowego,
 - c. brak skutecznego leczenia współistniejących stanów klinicznych.

Z pewnością wymienione sytuacje to nie wszystkie przyczyny braku odpowiedzi na leczenie przy użyciu stymulacji resynchronizującej, należy jednak brać je wszystkie pod uwagę, podejmując się opieki nad pacjentami z wszczepionym układem CRT. W przypadku braku odpowiedzi na leczenie należy zawsze mieć plan B, a często i C – czyli algorytm krok po kroku.

Ramy tego artykułu nie pozwalają na omówienie wszystkich zagadnień związanych z problemem braku odpowiedzi na stymulację resynchronizującą. Poświęcony on zostanie możliwościom pokonania ograniczeń związanych z procedurą implantacji, a w szczególności uzyskania skutecznej hemodynamicznie stymulacji komór.

Suboptymalne położenie elektrody komorowej odpowiada za około 60% przypadków ograniczonej odpowiedzi na CRT. Pozostałe 40% to wysoki

próg stymulacji, stymulacja nerwu przeponowego i niestabilność mechaniczna.

Pewną możliwość rozwiązania tego problemu stwarza stymulacja wielomiejscowa i wielopunktowa komór. Na potrzeby tego artykułu przyjęto następujące definicje:

stymulacja wielomiejscowa (*multisite pacing*) – to stymulacja z dwóch lub więcej elektrod znajdujących się w różnych żyłach serca lub z dwóch miejsc w prawej komorze, stymulacja wielopunktowa (*multipoint pacing*) – to stymulacja z różnych biegunów umieszczonych na tej samej elektrodzie lewokomorowej.

W praktyce stymulację wielomiejscową używa się z minimum dwóch różnych elektrod – często przy użyciu specjalnych rozgałęźników uni- (np. model 5866-38M) lub bipolarnych (np. model 2872), a wielopunktową z jednej, wielopolewej elektrody – najczęściej czterobiegunowej.

STYMULACJA WIELOMIEJSCOWA PRAWEJ KOMORY

Stymulacja wielomiejscowa prawej komory polega na umieszczeniu dwóch elektrod komorowych w prawej komorze – jednej w koniuszku, a drugiej w przegrodzie międzykomorowej w drodze odpływu. Jest to oczywiście namiastka stymulacji resynchronizującej i może być rozważana jedynie w przypadku braku możliwości umieszczenia elektrody lewokomorowej – w tym nasierdziowej. Decyzja o ewentualnym zastosowaniu jej w terapii powinna być podjęta w ośrodku referencyjnym po rozważeniu wszystkich innych możliwości. Brak doświadczenia operatora nie może być usprawiedliwieniem dla tego typu rozwiązania.

Poświęcenie kilku akapitów stymulacji wielomiejscowej prawej komory wynika bardziej z konieczności zachowania ciągłości dysputy akademickiej niż dostarczeniu argumentów usprawiedliwiających jej stosowanie.

W 2012 r. Sideris i wsp. opisali 13 przypadków zastosowania tego rodzaju stymulacji u chorych, u których nie udało się skutecznie implantować elektrody lewokomorowej. Porównano sześciomiesięczne okresy przed implantacją układu i po niej [1]. W pracy stwierdzono istotne statystycznie skrócenie czasu trwania zespołu QRS, obniżenie zaawansowania czynnościowego niewydolności serca, wydłużenie dystansu w 6-minutowym teście marszu (6 MWT), poprawę frakcji wyrzutowej, zmniejszenie stopnia niedomykalności mitralnej, zmniejszenie stężenia BNP. Stwierdzono także zmniejszenie liczby hospitalizacji (z $2,9 \pm 1,2$ do $1,1 \pm 1,2/6$ miesięcy, $p < 0,001$). W publikacji Chudzika i wsp., do której włączono ośmiu chorych, co prawda nie zaobserwowano istotnych zmian w czasie trwania zespołu QRS, jednak stwierdzono istotne wydłużenie przebytego dystansu w 6 MWT bezpośrednio po implanta-

cji, które utrzymywało się po sześciu miesiącach, istotne zwiększenie frakcji wyrzutowej lewej komory (LVEF) – z 21,9 do 34% i przyrost pojemności minutowej oraz zmniejszenie wymiaru końcowo-skurczowego lewej komory (LVESD) z 70,0 do 66,6 mm i redukcję stopnia niedomykalności mitralnej [2]. W ciekawej pracy poglądowej opublikowanej w 2008 r., podsumowując wiedzę dotyczącą stymulacji wielomiejscowej, Serge Barold napisał: „Stymulacja wielomiejscowa prawej komory nie powinna być całkowicie odrzucona ponieważ dostarcza korzystnej odpowiedzi (...). Jednak remodeling jest zasadniczo gorszy niż ten powodowany przez klasyczną stymulację resynchronizującą. (...) powszechnie się uważa, że stymulacja dwumiejscowa nie powinna być pierwszą linią leczenia i nie powinna być substytutem dla kardiochirurgii, gdy stymulacja lewokomorowa nie może być dostarczona z powodów technicznych...”. Nic dodać, nic ująć!

STYMULACJA WIELOMIEJSCOWA LEWEJ KOMORY

Stymulacja wielomiejscowa lewej komory polega na wprowadzeniu dwóch elektrod lewokomorowych do żył serca. Układ tworzą jeszcze dwie elektrody: prawokomorowa i przedsionkowa. Elektrody lewokomorowe połączone są z portem lewokomorowym poprzez rozdzielacz.

Z pewnością tego typu rozwiązanie rozważa się u osób, które nie odpowiadają na klasyczną stymulację resynchronizującą, zwłaszcza jeżeli anatomia układu żył serca nie pozwala na implantację w pożądanym miejscu (żyła tylnoboczna, boczna, przednio-boczna).

Spory wkład w ocenę skuteczności tego rozwiązania ma ośrodek zabrzański. W pracy Lenarczyka i wsp., do której włączono 54 pacjentów z niewydolnością serca w klasie III i IV wg NYHA, szerokością zespołów QRS ≥ 120 ms, LVEF $\leq 35\%$, randomizowanych do standardowej stymulacji resynchronizującej lub stymulacji dwulewokomorowej (TrV), stwierdzono istotnie statystycznie większy odsetek odpowiadających na terapię w grupie TrV (96,3 vs 62,9%) [3]. Za odpowiadających uznano chorych, którzy przeżyli, nie byli hospitalizowani z powodu zaostrzenia niewydolności serca i u których stwierdzono co najmniej 10% wzrost LVEF, maksymalnego zużycia tlenu lub wydłużenia dystansu w 6 MWT. Okres obserwacji w tym badaniu wynosił trzy miesiące. W analizie wieloczynnikowej jedynie stymulacja TrV

była niezależnym czynnikiem predysponującym do odpowiedzi na stymulację, zwiększając szansę o ponad siedem razy. Okres obserwacji w tym badaniu wynosił trzy miesiące. Porównanie różnic w zmianach wybranych parametrów klinicznych pomiędzy stymulacją CRT i TrV zestawiono w tabeli (tabela 1).

Bardzo ciekawą z punktu widzenia metodologii była praca opublikowana przez Rogersa i wsp. w 2012 r. [4]. Do badania włączono 43 pacjentów z klasycznymi wskazaniami do CRT. Następnie chorych randomizowano do grupy A, w której dodatkową elektrodę wszczepiono do kolejnej żyły serca nad lewą komorą, oraz do grupy B, w której dodatkową elektrodę wszczepiono do drogi odpływu prawej komory. W losowej kolejności wszyscy chorzy byli stymulowani przez trzy miesiące w trybach: klasyczne CRT; TrV; dwumiejscowa stymulacja komory lewej (grupa A) i prawej (grupa B) oraz jednomiejscowa stymulacja lewej komory (grupa A) i drogi odpływu prawej komory (grupa B). Dwunastomiesięczną obserwację ukończyło 37 pacjentów. Ostatecznie porównano grupę CRT i TrV (niezależnie od położenia trzeciej elektrody komorowej – LV lub RVOT), stwierdzając po zakończeniu okresu stymulacji TrV w porównaniu do końca okresu CRT: większy dystans w 6MWT (451 ± 112 vs 425 ± 119 m, $p=0,008$); mniejszą objętość końcowoskurczową (158 ± 79 vs. 168 ± 76 ml, $p < 0,05$) i wyższą LVEF (30 ± 8 vs $27 \pm 8\%$, $p < 0,05$). Podobne wyniki uzyskali *Leclercq i wsp.*, wykazując przewagę stymulacji TrV (RV + 2*LV) nad klasyczną CRT, oceniając wybrane parametry po trzymiesięcznym okresie stymulacji w każdej konfiguracji – odpowiednio: objętość końcowoskurczowa LV: $134,4 \pm 75,2$ vs $157,4 \pm 69,0$ cm³, $p = 0,0191$, wymiar końcowoskurczowy LV: $53,9 \pm 10,2$ vs $57,0 \pm 11,9$ mm, $p = 0,0242$, LVEF: 35 ± 13 vs 27 ± 11 %, $p = 0,0010$ i frakcja skracania: 16 ± 11 vs 18 ± 9 %, $p = 0,0196$. Dominująca w literaturze opinia o przewadze stymulacji prawo-dwulewokomorowej nad klasyczną prawo-lewokomorową została nieco podważona przez Padeletti'ego i wsp., którzy u 12 pacjentów nie stwierdzili różnic pomiędzy tymi dwoma konfiguracjami w zakresie: objętości wyrzutowej, objętości końcoworoskurczowej, maksymalnego przyrostu ciśnienia w lewej komorze oraz wskaźników dyssynchronii [5]. Co istotne, w pracy bardzo dużą uwagę poświęcono optymalizacji czasu opóźnienia przedsionkowo-komorowego. Można zatem przyjąć, że zanim podejmie się decy-

Tabela 1. Zmiany wybranych parametrów klinicznych po trzech miesiącach obserwacji pomiędzy grupą CRT i TrV

Parametr	CRT	TrV	p
Δ NYHA [1]	$1,0 \pm 0,7$	$1,4 \pm 0,5$	$< 0,05$
Δ LVEF [%]	$4,5 \pm 6,6$	$10,2 \pm 5,8$	0,001
Δ VO ₂ max [ml/kg/min]	$1,1 \pm 2,5$	$2,9 \pm 3,1$	$< 0,05$
Δ 6MWT [m]	$51,6 \pm 67,9$	$98,7 \pm 72,8$	$< 0,05$

zję o „rozbudowie układu”, należy przeprowadzić optymalizację czasów opóźnienia, zwłaszcza opóźnienia przedsionkowo-komorowego.

STYMULACJA WIELOPUNKTOWA LEWEJ KOMORY

Stymulacja wielopunktowa lewej komory polega na sekwencyjnej stymulacji z minimum dwóch punktów (dwóch wektorów) elektrody lewokomorowej. Używa się do tego celu elektrod wielopolowych (obecny standard to elektroda czteropolowa). Wprowadzenie do stymulacji resynchronizującej lewokomorowych elektrod czteropolowych stanowi prawdziwy przełom w tej terapii. Pozwalają one uniknąć konieczności akceptacji kompromisu pomiędzy takim położeniem elektrody, który zapewnia efekt hemodynamiczny przy akceptowalnym progu stymulacji, uniknąć stymulacji nerwu przeponowego i zapewnić stabilne mechanicznie położenie samej elektrody. W grupie 45 chorych randomizowanych do wszczęcia standardowej elektrody bipolarnej (BP) i czteropolowej (QP) stymulację nerwu przeponowego stwierdzono odpowiednio u 22 i 32% chorych [6]. Repozycja chirurgiczna była jednak konieczna tylko u jednego z siedmiu chorych z elektrodą QP i u wszystkich chorych z elektrodą BP. Ponadto stymulacja wielopunktowa zapewnia bardziej homogenną (uporządkowaną) depolaryzację lewej komory, mniej podatną na obecność stref zwolnionego przewodzenia lub braku depolaryzacji (np. blizna, zwłóknienie i inne).

Najwięcej dowodów potwierdzających korzyści ze stymulacji wielopunktowej lewej komory pochodzi z badań w warunkach próby ostrej. W badaniu, do którego włączono 21 pacjentów z wszczęciem elektrodą czteropolową, stwierdzono, że co najmniej jedna konfiguracja ze stymulacją wielopunktową była lepsza od standardowej u 89% chorych [7]. Co więcej, najczęściej najlepszą odpowiedź hemodynamiczną uzyskiwano przy stymulacji z najbardziej oddalonych punktów elektrody lewokomorowej (proximal/distal).

Oceniając odkształcenie radialne w badaniu echokardiograficznym, Rinaldi i wsp. stwierdzili, że maksymalna amplituda odkształcenia była wyższa w trakcie stymulacji wielopunktowej w porównaniu do standardowej jednopunktowej (odpowiednio: $18,8 \pm 7,6$ vs $11,1 \pm 6,6\%$, $p < 0,001$) [8]. Dodatkowo u 63% pacjentów podczas stymulacji wielopunktowej (MP) maksymalne odkształcenie było większe o co najmniej 20% w porównaniu do standardowej stymulacji jednopunktowej (SP).

Zanon i wsp., oceniając dynamikę przyrostu ciśnienia w jednostce czasu w lewej komorze, stwierdzili w warunkach próby ostrej wzrost dP/dt w przypadku stymulacji MP zarówno w porównaniu do wartości sprzed implantacji, jak i po włączeniu standardowej stymulacji resynchronizującej [9]. Zaobserwowano także dalsze skracanie czasu trwania zespołów QRS w przypadku stymulacji MP w porównaniu do SP i wartości sprzed wszczęcia układu.

W innym badaniu, w grupie 10 chorych z CRT, porównano stymulację jednopunktową i wielopunktową, testując różne konfiguracje impulsów w każdej z nich [10]. Oceniano całkowity czas aktywacji, dP/dt oraz czas trwania zespołów QRS. W trakcie stymulacji w najlepszej konfiguracji MP w porównaniu do najlepszej SP stwierdzono istotnie statystycznie większy przyrost dP/dt (31,0 vs 24,5%, $p = 0,041$), większe skrócenie całkowitego czasu aktywacji komór (27 vs 14%, $p = 0,01$) i czasu trwania zespołu QRS (19 vs 6%, $p = 0,01$). Co bardzo ciekawe, w trakcie pierwszych 25 ms od rozpoczęcia stymulacji komór aż ponaddwukrotnie większa masa lewej komory uległa depolaryzacji w trakcie stymulacji MP w porównaniu do SP (tabela 2).

Definiując pacjentów odpowiadających na stymulację resynchronizującą jako tych, u których objętość końcowoskurczowa zmniejszyła się o co najmniej 15%, stwierdzono po trzech miesiącach obserwacji, że kryterium to zostało spełnione u 50% stymulowanych jednopunktowo i aż u 76% poddawanych stymulacji wielopunktowej [11]. Po 12 miesiącach obserwacji odsetek odpowiadających na CRT pozostał taki sam w grupie MP i nieco wzrósł w grupie SP – do 57% [12]. W trakcie obserwacji tylko u 10% w grupie MP i aż u 24% w grupie SP zaobserwowano wzrost LVESV.

Wyniki ciekawego badania obserwacyjnego opublikowali Forleo i wsp. [13]. Do badania włączono ostatecznie 232 spośród 507 pacjentów, u których implantowano system MP i dostępne były wyniki badania echokardiograficznego sprzed wszczęcia oraz po sześciu miesiącach obserwacji. W momencie opuszczania szpitala 94 chorych miało włączoną stymulację MP, a 138 nie (non-MP). W okresie obserwacji 17% pacjentów z grupy non-MP miało włączoną stymulację MP, a 10% pacjentów z grupy MP miało ją wyłączoną. Po sześciu miesiącach obserwacji frakcja wyrzutowa wzrosła bardziej w grupie MP ($10,7 \pm 10,2$ vs $6,5 \pm 8,2$, $p = 0 < 0,001$). W analizie podgrup stwierdzono, że korzystny efekt hemodynamiczny był obserwowany jedynie u chorych z morfologią LBBB, z czasem trwania QRS powyżej 150 ms

Tabela 2. Odsetek masy lewej komory, który uległ depolaryzacji, w zależności od sposobu stymulacji

CZAS OD POCZĄTKU AKTYWACJI	SP (% MASY LV)	MP (% MASY LV)	p
25 ms	16 ± 8	35 ± 22	0,005
50 ms	60 ± 23	78 ± 27	0,03

i etiologią niewydolności serca inną niż niedokrwienna.

Porównując w grupie 27 chorych skuteczność stymulacji MP i klasycznej CRT do stanu sprzed implantacji układu, stwierdzono istotne skrócenie czasu do maksymalnego odkształcenia pomiędzy segmentem przednioprzegrodowym i tylnymi – z 169 ± 21 bez stymulacji do 70 ± 29 w standardowej i $6,6 \pm 11$ w wielopunktowej (p odpowiednio: 0,04 i $< 0,001$) [14]. Mimo że LVEF wzrosła w obydwu grupach, to jednak istotny względny przyrost wskaźnika sercowego był obserwowany jedynie w trakcie stymulacji MP.

W trakcie kongresu HRS w 2016 r. opublikowano wyniki badania IDE. Włączono do niego 381 chorych, u których po trzech miesiącach od implantacji stwierdzono, że konfiguracja MP jest korzystniejsza od SP. Chorych randomizowano do leczenia w konfiguracji MP (201) lub SP (180) i obserwowano przez kolejne sześć miesięcy. W grupie MP oceniono wpływ konfiguracji wektorów stymulacji i opóźnienia pomiędzy wektorami lewokomorowymi na odpowiedź hemodynamiczną. Ocenie tej poddano 199 pacjentów (dwóch wykluczono z powodu stymulacji nerwu przeponowego), których przypisano do trzech podgrup: 1 – odległość między punktami stymulacji (IVPD) < 30 mm, 2 – IVPD ≥ 30 mm i czas opóźnienia pomiędzy impulsami stymulacji lewokomorowej (TD) > 5 ms, 3 – IVPD ≥ 30 mm i TD = 5 ms. Po dziewięciu miesiącach terapii MP odsetek odpowiadających na leczenie w poszczególnych podgrupach wynosił: 1 – 63%, 2 – 69%, 3 – 87% (p = 0,003). Spośród tych, którzy nie odnieśli korzyści z terapii SP po trzech miesiącach, w okresie dalszej obserwacji zanotowano konwersję do grupy odpowiadającej na terapię u 45, 62 i 100% chorych odpowiednio w podgrupach 1, 2 i 3. Wnioski płynące z wyników tego badania są bardzo istotne. Stymulacji MP należy dostarczać z dwóch najbardziej od siebie oddalonych przestrzennie wektorów z minimalnym czasem opóźnienia.

Stymulacja wielopunktowa lewej komory wydaje się obecnie być optymalnym sposobem dostarczania terapii resynchronizującej i powinna stanowić standard postępowania w przypadku implantacji CRT *de-novo*.

Piśmiennictwo

- [1] Sideris S, Aggeli C, Poulidakis E i wsp. 2012. „Bifocal right ventricular pacing: an alternative way to achieve resynchronization when left ventricular lead insertion is unsuccessful”. *J Interv Card Electrophysiol* 35: 85-91.
- [2] Chudzik M, Piestrzeniewicz K, Klimczak A i wsp. 2010. „Bifocal pacing in the right ventricle: An alternative to resynchronization when left ventricular access is not possible in end-stage heart failure patients”. *Card J* 17: 35-41.
- [3] Lenarczyk R, Kowalski O, Kukulski T i wsp. 2009. „Mid-term outcomes of triple-site vs conventional cardiac resynchronization therapy: A preliminary study”. *Int J Cardiol* 133: 87-94.
- [4] Rogers DPS, Lambiase PD, Lowe MD, Chow WC. 2012. „A randomized double-blind crossover trial of triventricular versus biventricular pacing in heart failure”. *Eur J Heartfail* 14: 495-505.
- [5] Padeletti L, Colella A, Michelucci A i wsp. 2008. „Dual-site left ventricular cardiac resynchronization therapy”. *Am J Cardiol* 102: 1687-1692.
- [6] Forleo GB, Della Rocca DG, Papavasileiou LP i wsp. 2011. „Left ventricular pacing with a new quadripolar transvenous lead for CRT: Early results of a prospective comparison with conventional implant outcomes”. *Heart Rhythm* 8: 31-37.
- [7] Thibault B, Debuc M, Khairy P i wsp. 2013. „Acute haemodynamic comparison of multisite and biventricular pacing with quadripolar left ventricular lead”. *Europace* 15: 884-891.
- [8] Rinaldi CA, Leclercq C, Kranig W i wsp. 2014. „Improvement in acute contractility and hemodynamics with multipoint pacing via a left ventricular quadripolar pacing lead”. *J Interv Card Electrophysiol* 40: 75-80.
- [9] Zanon F, Baracca E, Pastore G i wsp. 2015. „Multipoint pacing by a left ventricular quadripolar leads improves the acute hemodynamic response to CRT compared with conventional biventricular pacing at a tany site”. *Heart Rhythm* 12: 975-981.
- [10] Menardi E, Ballari GP, Goletto C i wsp. 2015. „Characterization of ventricular activation pattern and acute hemodynamics during multipoint left ventricular pacing”. *Heart Rhythm* 12: 1762-1769.
- [11] Pappone C, Calovic Z, Vicedomini G i wsp. 2015. „Multipoint left ventricular pacing in a single coronary sinus branch improves mid-term echocardiographic and clinical response to cardiac resynchronization therapy”. *J Cardiovasc Electrophysiol* 26: 58-63.
- [12] Pappone C, Calovic Z, Vicedomini G i wsp. 2015. „Improving cardiac resynchronization therapy response with multipoint left ventricular pacing: Twelve-month follow-up study”. *Heart Rhythm* 12: 1250-1258.
- [13] Forleo GB, Santini L, Giammaria M i wsp. 2016. „Multipoint pacing via a quadripolar left-ventricular lead: preliminary results from the Italian registry on multipoint left-ventricular pacing in cardiac resynchronization therapy (IRON-MPP)”. *Europace* euw094. doi: 10.1093/europace/euw094.
- [14] Osca J, Alonso P, Cano O i wsp. 2016. „The use of multisite left ventricular pacing via quadripolar lead improves acute haemodynamics and mechanical dyssynchrony assessed by radial strain speckle tracking: initial results”. *Europace* 18: 560-567.