



Ehokardiografska procena akutnog hemodinamskog odgovora tokom optimizacije resinhronizacionog pejsmejka korišćenjem različitih modaliteta pejsinga i atrioventrikularnog kašnjenja

Echocardiographic estimation of acute haemodynamic response during optimization of multisite pace-maker using different pacing modalities and atrioventricular delays

Sonja Šalinger Martinović*, Zoran Perišić*, Dragan Milić†, Svetlana Apostolović*, Miloje Tomašević*, Tomislav Kostić*, Nenad Božinović*, Dragana Stanojević*

Klinički centar Niš, *Klinika za kardiovaskularne bolesti, †Klinika za vaskularnu hirurgiju, Niš, Srbija

Apstrakt

Uvod/Cilj. Kod bolesnika sa manifestnom srčanom insuficijencijom i širokim QRS kompleksom, kardijalna resinhronizaciona terapija (CRT) smanjenjem disinhronije, dovodi do smanjenja simptoma bolesti, poboljšanja kvaliteta života i prognoze. Različiti modaliteti pejsinga mogu biti uzrok različitih hemodinamskih promena. Cilj našeg rada bio je ispitivanje uticaja različitih modaliteta resinhronizacionog pejsmejka na promene hemodinamike tokom procesa optimizacije. **Metode.** Ispitivanjem je obuhvaćeno 30 bolesnika sa značajnom sistolnom disfunkcijom leve komore i blokom leve grane (EF $24,33 \pm 3,7\%$, QRS $159 \pm 17,3$ ms, *New York Heart Association* III/IV 25/5) kojima je ugrađen resinhronizacioni pejsmejker. Svi bolesnici su imali značajnu mitralnu regurgitaciju, koja je omogućavala merenje maksimalne stope porasta ventrikularnog pritiska tokom rane sistole (dP/dt). Nakon ugradnje pejsmejka, a pre otpusta, sprovedena je optimizacija pejsmejka uz pomoć dopler ehokardiografije. Tokom levog ventrikularnog i bi-ventrikularnog pejsinga pri različitim vrednostima AV kašnjenja mereni su preejekcioni interval leve (LVPEI) i desne (RVPEI) komore, interventrikularno kašnjenje (IVD) i dP/dt. **Rezultati.** Nakon optimizacije resinhronizacionog pejsmejka, definisani su optimalni mod CRT-a i AV kašnjenje. Pri optimalnim kondicijama registrovane su sledeće promene opisanih parametara: LVPEI se smanjio sa $170,5 \pm 24,6$ na $145,9 \pm 9,5$ ($p < 0,001$), RVPEI se produžio sa $102,4 \pm 15,9$ do $119,8 \pm 10,9$ ($p < 0,001$), IVD smanjena vrednost sa $68,1 \pm 18,3$ do $26,5 \pm 8,2$ ($p < 0,001$) i vrednost dP/dt povećana od $524,2 \pm 67$ do $678,2 \pm 88,5$ ($p < 0,01$). **Zaključak.** Kod bolesnika sa resinhronizacionim pejsmejkerom procena akutnog hemodinamskog poboljšanja je korisno sredstvo u optimizaciji uređaja. Varijabilnost dopler parametara pri različitim modalitetima uređaja ističe značaj individualnog pristupa u optimizaciji.

Ključne reči:

srce, insuficijencija; srce, blok; ultrasonografija, dopler; elektrostimulator srca; prognoza.

Abstract

Background/Aim. Cardiac resynchronization therapy (CRT) improves ventricular dyssynchrony and is associated with an improvement in symptoms, quality of life and prognosis in patients with severe heart failure and intraventricular conduction delay. Different pacing modalities produce variable activation patterns and may be a cause of different haemodynamic changes. The aim of our study was to investigate acute haemodynamic changes with different CRT configurations during optimization procedure. **Methods.** This study included 30 patients with severe left ventricular systolic dysfunction and left bundle branch block with wide QRS (EF $24.33 \pm 3.7\%$, QRS 159 ± 17.3 ms, *New York Heart Association* III/IV 25/5) with implanted CRT device. The whole group of patients had severe mitral regurgitation in order to measure dP/dt. After implantation and before discharge all the patients underwent optimization procedure guided by Doppler echocardiography. Left and right ventricular pre-ejection intervals (LVPEI and RVPEI), interventricular mechanical delay (IVD) and the maximal rate of ventricular pressure rise during early systole (max dP/dt) were measured during left and biventricular pacing with three different atrioventricular (AV) delays. **Results.** After CRT device optimization, optimal AV delay and CRT mode were defined. Left ventricular pre-ejection intervals changed from 170.5 ± 24.6 to 145.9 ± 9.5 ($p < 0.001$), RVPEI from 102.4 ± 15.9 to 119.8 ± 10.9 ($p < 0.001$), IVD from 68.1 ± 18.3 to 26.5 ± 8.2 ($p < 0.001$) and dP/dt from 524.2 ± 67 to 678.2 ± 88.5 ($p < 0.01$). **Conclusion.** In patients receiving CRT echocardiographic assessment of the acute haemodynamic response to CRT is a useful tool in optimization procedure. The variability of Doppler parameters with different CRT modalities emphasizes the necessity of individualized approach in optimization procedure.

Key words:

heart failure; heart block; ultrasonography, doppler; pacemaker, artificial; prognosis.

Uvod

Kod bolesnika sa manifestnom srčanom insuficijencijom i blokom grane uz produženo trajanje QRS kompleksa, kardijalna resinhronizaciona terapija (CRT) redukcijom dissinhronije dovodi do smanjenja simptoma bolesti, poboljšanja kvaliteta života i prognoze¹⁻³. Uprkos ovakvom lečenju kod izvesnog broja bolesnika ne dolazi do poboljšanja subjektivnog i objektivnog stanja^{4, 5}. Uzroci neadekvatnog odgovora mogu biti odsustvo asinhronije uprkos produženom trajanju QRS kompleksa, neadekvatna pozicija elektrode ili suboptimalni parametri resinhronizacionog pejsmejkera^{6, 7}. Prethodna saopštenja ukazala su na to da bazalna mehanička dissinhronija može predvideti hemodinamski odgovor na CRT⁸. U CARE-HF studiji u selekciji bolesnika za CRT, osim preporučenih, u cilju procene dissinhronije korišćeni su i parametri konvencionalne dopler ehokardiografije: produženje preejekcionog intervala leve komore (LVPEI > 140 ms), i povećanje razlike između preejekcionog intervala leve i desne komore (IVD > 40 ms)⁹. Kod adekvatno odabranih bolesnika dokazano je da akutne povoljne hemodinamske promene mogu da se održe i tokom 6-mesečnog praćenja¹⁰. Pokazano je i da je akutni hemodinamski odgovor na CRT, procenjen procentom promene vrednosti bazalne maksimalne stope porasta ventrikularnog pritiska tokom rane sistole (dP/dt) udružen sa povoljnim kliničkim tokom nezavisno od etiologije kardiomiopatije¹¹. I pored značajne prednosti tehnike tkivnog doplera u proceni kandidata za ovu vrstu terapije, konvencionalna dopler ehokardiografija smatra se korisnom metodom ne samo u selekciji bolesnika, već u individualnom pristupu neinvazivnoj proceni najefikasnijih modaliteta pejsinga i AV kašnjenja^{12, 13}.

Cilj rada bio je ispitivanje promene bazalnih ehokardiografskih dopler parametara: dP/dt, pre-ejekcionog intervala leve i desne komore (LVPEI, RVPEI) i njihove razlike (IVD) u optimizaciji resinhronizacionog pejsmejkera, korišćenjem različitih modaliteta pejsinga i atrioventrikularnog kašnjenja. Sekundarni cilj rada bio je tromesečno praćenje funkcionalne *New York Heart Association* (NYHA) klase bolesnika i veličine end-dijastolnog dijametra (EDD) leve komore.

Metode

Ispitivanjem je bilo obuhvaćeno 30 bolesnika sa hroničnom sistolnom srčanom insuficijencijom (ejekciona frakcija – EF < 35%), NYHA klase III–IV, blokom leve grane (trajanje QRS > 130 ms) i mitralnom regurgitacijom, koja je omogućavala merenje vrednosti dP/dt. Pre ugradnje resinhronizacionog pejsmejkera, bolesnicima je rađena koronarna angiografija u cilju definisanja etiologije srčane insuficijencije.

Resinhronizacioni pejsmejker implantiran je transvenski, sa levom ventrikularnom elektrodom plasiranom u anatomski pogodnu granu koronarnog sinusa sa prihvatljivim pragom („*threshold*“) pejsinga, bez stimulacije dijafragme. Desna ventrikularna elektroda pozicionirana je u apikoseptalni region desne komore.

Tokom prva tri dana, pre otpusta sa klinike, urađena je optimizacija resinhronizacionog pejsmejkera vođena ehokardiografskim pregledom, korišćenjem dopler tehnike. Pregled je iz-

veden na ehokardiografskom aparatu *General Electric Medical Systems™ Vivid 4*, korišćenjem sonde od 2,5 MHz. Pri brzini od 100 mm/s pulsni doplerom analiziran je aortni i pulmonalni protok. Merene su po tri vrednosti svih parametara. Preejekcioni interval leve komore (LVPEI) je procenjivan doplerom transaortnog signala protoka merenjem vremena od početka QRS kompleksa i početka transaortnog ejakcionog signala. Preejekcioni interval desne komore (RVPEI) meren je od početka QRS kompleksa do početka transpulmonalnog ejakcionog signala. Razlika u vrednosti LVPEI i RVPEI označena je kao interventrikularno kašnjenje (IVD). Pozitivna vrednost IVD ukazivala je na zakasnelu ejakciju leve komore, a negativna vrednost na zakasnelu ejakciju desne komore. Kontinuiranim doplerom procenjivan je mitralni protok i merenjem nagiba akceleracije signala mitralne regurgitacije određivana je vrednost dP/dt¹⁴. Kod 28 bolesnika ventrikularni pejsing podešen je na VDD mod. Testirane su tri vrednosti AV kašnjenja: dugačko 150 ms, intermedijarno 120 ms i kratko 90 ms. Intermedijarno AV kašnjenje (120 ms nakon senzovanog atrijskog događaja) uz biventrikularni pejsing odgovaralo je standardnim parametrima CRT uređaja. Kod dva bolesnika sa sinusnom bradikardijom podešen je DDD mod. Kod tih bolesnika 20 i 40 ms dodato je već određenim vrednostima AV kašnjenja tokom analize dopler protoka. Kod tih bolesnika standardno kašnjenje nakon pejsinga atrijskog događaja iznosilo je 150 ms. Optimalnom CRT konfiguracijom označeni su biventrikularni ili levi ventrikularni pejsing i AV kašnjenje sa najboljim ehokardiografskim parametrima za svakog bolesnika ponaosob.

Kontinuirane varijable izražavane su kao srednja vrednosti $\pm 1SD$, a nekontinuirane kao frekvence. Studentov *t* test za ponavljana merenja korišćen je za komparaciju između bazalnih vrednosti i vrednosti tokom standardnog i optimalnog CRT moda. Korelacijom je procenjena međuzavisnost pojedinih parametara. χ^2 testom izvršeno je poređenje distribucija frekvenci pripadnosti određenoj NYHA klasi bazalno i nakon tri meseca od uvođenja CRT terapije. Pearsonovim i Spearmanovim korelacionim testom procenjena je međuzavisnost pojedinih parametara u zavisnosti od prirode podataka. Statistički značajnom smatrana je vrednost $p < 0,05$.

Rezultati

Demografski podaci o bolesnicima uključenim u ispitivanje prikazani su u tabeli 1. Obuhvaćeni su bolesnici sa značajnom disfunkcijom leve komore (EF = $24,33 \pm 3,7\%$) i manifestnom srčanom insuficijencijom: NYHA III klase 25 bolesnika (83,3%), NYHA IV klase pet bolesnika (16,7%). Ishemijska etiologija bila je zastupljena kod 20% bolesnika, neishemijska kod 70%, a nekompaktnu kardiomiopatiju imalo je svega 10% bolesnika.

Kod svih bolesnika uspešno je ugrađen CRT uređaj. Atrioventrikularni pejsmejker zajedno sa implantabilnim kardioverter defibrilatorom ugrađen je kod tri bolesnika, dok je kod ostalih ugrađen atrioventrikularni uređaj. Leva ventrikularna elektroda kod svih bolesnika uspešno je implantirana u levi koronarni sinus. Na slikama 1, 2 i 3 prikazan je primer sprovedene tehnike merenja. Sva merenja izvršena su bez resinhronizacije i tokom levog i biventrikularnog pejsinga.

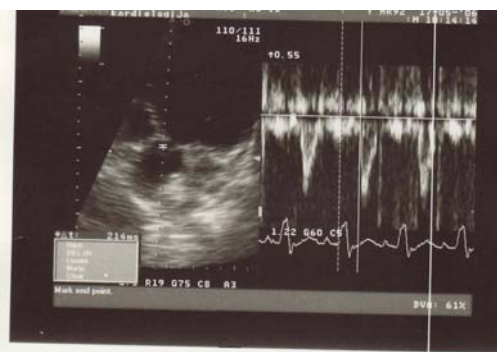
Tabela 1
Osnovne demografske, elektrokardiografske i kliničke karakteristike bolesnika

Karakteristike bolesnika	Vrednosti
Godine života ($\bar{x} \pm SD$)	60,40 \pm 10,6
Muškarci / Žene [n(%)]	23 (76,7) / 7 (23,3)
Neishemijska kardiomiopatija [n(%)]	21 (70)
Ishemijska kardiomiopatija [n(%)]	6 (20)
Nekompaktna kardiomiopatija [n(%)]	3 (10)
QRS (ms), ($\bar{x} \pm SD$)	159,4 \pm 17,3
EF [n(%)]	24,33 \pm 3,7
NYHA III/IV [n(%)]	25(83,3) / 5 (16,7)

EF – ejskciona frakcija; NYHA – *New York Heart Association*

Vrednosti LVPEI, RVPEI, IVD, dP/dt u bazalnm uslovima, nakon ugradnje CRT uređaja i nakon optimizacije prikazane su u tabeli 2. Sve vrednosti koje su se odnosile na hemodinamiku leve komore značajno su poboljšane. Statistički značajno redukovana je vrednost LVPEI, povećana vrednost RVPEI, redukovana vrednost IVD i povećana vrednost dP/dt. Poboljšanje je bilo statistički značajno veće nakon optimizacije CRT uređaja. Vrednosti parametara pri standardnim i optimizovanim vrednostima AV kašnjenja prikazane su u tabeli 2.

Korelišući vrednosti trajanja QRS kompleksa i ehokardiografskih parametara u bazalnim uslovima sa vrednostima pri standardnim i optimizovanim kondicijama CRT uređaja, nađeno je da širina QRS kompleksa statistički značajno ko-



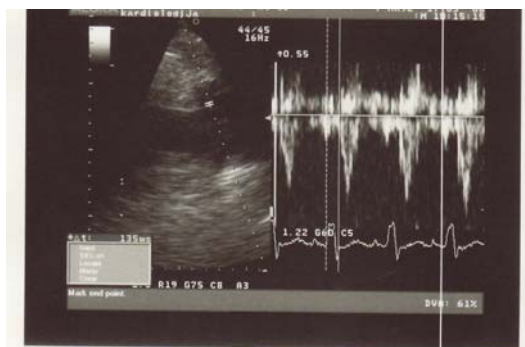
Sl. 2 – Merenje preejekcinog intervala leve komore (LVPEI) – u nivou izlaznog trakta leve komore, pulsni doplerom meri se vreme od početka QRS kompleksa do početka transaortnog ejskcionog signala

Varijabilnost dopler parametara ($\bar{x} \pm SD$)

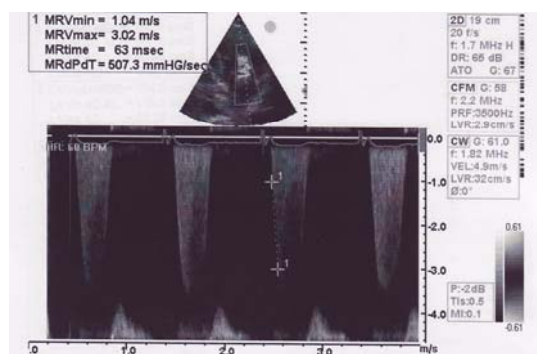
Parametar	Bazalne vrednosti	Standardne kondicije	Optimalne kondicije	Razlika bazalne vs optimalne kondicije (%)
LVPEI (ms)	170,5 \pm 24,6	149,8 \pm 11,9*	145,9 \pm 9,5*	26,2 (14,4)
RVPEI (ms)	102,4 \pm 15,9	116,1 \pm 10,6*	119,8 \pm 10,9*	21,1 (17)
IVD (ms)	68,1 \pm 18,3	33,4 \pm 8,4*	26,5 \pm 8,2*	46,7 (61)
dP/dt	524,2 \pm 67	665,7 \pm 85,3*	678,2 \pm 88,5**	154 (29)

* $p < 0,001$ između bazalnih i standardnih, bazalnih i optimalnih i standardnih i optimalnih vrednosti; ** $p < 0,01$ između standardnih i optimalnih vrednosti; LVPEI – preejekcioni interval leve komore; RVPEI – preejekcioni interval desne komore; IVD – razlika preejekcinog intervala desne i leve komore; dP/dt – promena vrednosti bazalne maksimalne stope porasta ventrikularnog pritiska tokom rane sistole (dP/dt) iz signala mitralne regurgitacije

reliš sa standardnom vrednošću IVD-a ($p < 0,05$), ukazujući na činjenicu da širi QRS kompleks predviđa i smanjenje interventrikularnog kašnjenja nakon ugradnje CRT.



Sl. 1 – Merenje preejekcinog intervala desne komore (RVPEI) – u nivou izlaznog trakta desne komore, pulsni doplerom meri se vreme od početka QRS kompleksa do početka transpulmonalnog ejskcionog signala



Sl. 3 – Merenje promene vrednosti bazalne maksimalne stope porasta ventrikularnog pritiska tokom rane sistole (dP/dt) iz signala mitralne regurgitacije – na nagibu akceleracije signala mitralne regurgitacije meri se interval vremena između 1m/s i 3 m/s

Nakon tromesečnog praćenja bolesnika registrovana je statistički značajna redukcija enddiastolnog dijametra leve

komore od $72,4 \pm 9$ mm do $70,1 \pm 7$ mm ($p < 0,01$) uz značajno poboljšanje funkcionalnog statusa bolesnika: NYHA II 24 (80%) bolesnika, NYHA III 4 (13,3%) i NYHA IV 2 (6,7%) bolesnika (tabela 4).

Distribucija optimalnog moda CRT uređaja prikazana je u tabeli 3. Kod najvećeg broja bolesnika (28) bio je optimalan biventrikularni pejsing. U dva slučaja, pored poboljšanja biventrikularnim pejsingom, bio je optimalan levi ventrikularni pejsing. Standardno AV kašnjenje od 120 ms je bilo optimalno kod 12 (40%) bolesnika, skraćeno AV kašnjenje od 90 ms kod 14 (46,7%), dok je produženo AV kašnjenje od 150 ms bilo optimalno kod 4 (13,3%) bolesnika.

prediktor efekta CRT tretmana i korišćeno je u selekciji bolesnika u CARE-HF studiji^{3, 19, 20}. Iako se morfologija i trajanje QRS kompleksa menjaju u skladu sa različitim konfiguracijama pejsinga i AV kašnjenja, hemodinamsko poboljšanje nije neophodno povezano sa kraćim trajanjem QRS kompleksa. Promene trajanja QRS kompleksa mogu imati uticaja na promenu LVPEI tokom CRT-a u odnosu na bazalne vrednosti. Izračunavanje IVD kao razlike između LVPEI i RVPEI ograničava uticaj na varijaciju u trajanju QRS u odnosu na bazalne vrednosti¹². U našem radu registrovana dinamika vrednosti LVPEI, RVPEI i IVD tokom podešavanja CRT uređaja pokazuje da ovi parametri mogu biti korisni ne

Tabela 3
Distribucija atrioventrikularnog AV kašnjenja i optimalni kardijalni resinhronizacioni terapijski (CRT) mod

Karakteristike pejsmejkera	Broj bolesnika (n = 30)	
	n	%
Biventrikularni pejsing	28	93,3
Levi ventrikularni pejsing	2	6,7
Produženo AV kašnjenje	4	13,3
Intermedijarno AV kašnjenje	12	40
Kratko AV kašnjenje	14	46,7

Tabela 4
Promena enddijastolnog dijametra (EDD) leve komore i funkcionalne NYHA klase nakon tromesečnog praćenja bolesnika

Parametar	Bazalni uslovi	Tromesečna kontrola	p
EDD (mm), ($\bar{x} \pm SD$)	$72,40 \pm 9$	$70,07 \pm 7,6$	$< 0,01$
NYHA II [n(%)]	0 (0)	24 (80)	$< 0,01$
NYHA III [n(%)]	25 (83,3)	4 (13,3)	$< 0,01$
NYHA IV [n(%)]	5 (16,7)	2 (6,7)	$< 0,01$

NYHA – New York Heart Association

Diskusija

Najvažniji rezultat našeg istraživanja jeste da ehokardiografski parametri, kao što su preejekcioni interval leve i desne komore (LVPEI i RVPEI), njihova razlika (IVD) i dP/dt mogu biti veoma korisni u podešavanju optimalnog rada resinhronizacionog pejsmejkera. Korišćenje ovih parametara u procesu optimizacije doprinosi smanjenju veličine leve komore i poboljšanju funkcionalne klase bolesnika. Naime, u skladu sa širokim opsegom ventrikularne aktivacije usled različitih resinhronizacionih modaliteta (levi ventrikularni i biventrikularni pejsing) i različitim AV kašnjenjem, različit je stepen fuzije između mesta pejsinga i intrizičke aktivacije sa posledičnim hemodinamskim promenama¹². Jednostavan metod optimizacije bazira se na patofiziologiji srčane insuficijencije i ventrikularne asinhronije. Dopler ehokardiografija pretpostavljena je kao jednostavan metod za optimizaciju resinhronizacionog pejsmejkera¹⁵. Preejekcioni interval predstavlja elektromehaničko kašnjenje i izovolumetrijsko vreme i inverzno koreliše sa dP/dt¹⁶. U preliminarnom izveštaju MIRACLE studije, LVPEI je opisan kao prediktor efikasnosti CRT tretmana^{17, 18}. Interventrikularno kašnjenje identifikovano je kao nepodudarnost kontrakcije leve i desne komore i prisutno je kod mnogih bolesnika sa blokom leve grane. Interventrikularno kašnjenje takode je pretpostavljeno kao

samo u odabiru bolesnika za ugradnju, već i u procesu individualnog podešavanja ove vrste pejsmejkera.

Naše istraživanje pokazalo je statistički značajno povećanje vrednosti dP/dt nakon ugradnje CRT uređaja ($p < 0,001$). Dodatno, takode značajno povećanje ($p < 0,01$) ove vrednosti registrovano je pri optimalnom podešavanju uređaja, tokom procesa optimizacije. Poznato je da je ventrikularna kontraktibilnost, procenjena procentom promene vrednosti bazalne maksimalne stope pada ventrikularnog pritiska (dP/dt), prediktor prognoze bolesnika sa srčanom insuficijencijom²¹. Procenat promene vrednosti dP/dt nakon ugradnje resinhronizacionog pejsmejkera, predstavlja ukupnu meru uticaja CRT na srčanu funkciju¹². Adamson i sar.¹⁹ pokazali su da se porast vrednosti dP/dt značajno razlikuje kod bolesnika koji imaju koristi od resinhronizacionog pejsmejkera i onih koji nemaju. Ehokardiografska procena akutnog hemodinamskog odgovora na CRT u neposrednom post-implantacionom periodu može biti koristan prediktor dugoročne prognoze kod bolesnika sa ishemijskom i neishemijskom miokardiopatijom¹². U ranijim radovima pretpostavljena invazivna procena dP/dt i pulsnog pritiska u cilju optimizacije resinhronizacionog pejsmejkera je komplikovana metoda, zahteva više vremena i nije ponovljiva²².

Povoljnim uticajem na težinu mitralne regurgitacije, CRT ukazuje na to da je porast dP/dt uzrok, a ne posledica

smanjenja mitralne regurgitacije^{8,23,24}. Efekat resinhronizacione terapije na smanjenje težine mitralne regurgitacije može biti neposredan ili kasni odgovor na uspostavljanje sinhroniciteta²⁵. Tako je pokazano i da varijacije u težini mitralne regurgitacije uzrokovane resinhronizacionom terapijom ne utiču na prediktivnu vrednost dP/dt. Ograničavajući faktor za korišćenje ovog parametra jeste veličina mitralne regurgitacije. Iz tog razloga, naše istraživanje, nije obuhvatilo bolesnike sa mitralnom regurgitacijom koja ne bi dozvoljavala merenje ovog parametra.

U skladu sa literaturnim podacima, u našem radu pokazana je statistički značajna korelacija između bazalne vrednosti IVD i vrednosti dP/dt pri standardnim i optimizovanim kondicijama CRT. Tretman značajne dissinhronije predviđa bolji hemodinamski oporavak nakon ugradnje CRT. U prilog tome govori i statistički značajna redukcija enddiastolnog dijametra leve komore nakon tromesečnog praćenja bolesnika uz značajno poboljšanje funkcionalne NYHA klase.

Značajno akutno poboljšanje može se postići optimizacijom kardijalne resinhronizacije. U najvećem broju slučajeva biventrikularni i levi ventrikularni pejsing sa kratkim i intermedijarnim AV kašnjenjem bili su najoptimalniji, što je u skladu sa prethodno objavljenim radovima^{12,26}.

Kod jednog broja bolesnika levi ventrikularni pejsing bio je superiorniji u odnosu na biventrikularni pejsing. Kod manjeg broja bolesnika (4–13,3%) bilo je optimalno produženo AV kašnjenje od 150 ms. Standardne kondicije bile su odgovarajuće kod 12 (40%) bolesnika. Kod svih bolesnika standardni parametri CRT doveli su do poboljšanja, ali je optimizacijom postignuto dodatno povećanje dP/dt i smanjenje IVD.

Zaključak

Ehokardiografski dopler parametri, kao što su preejekcioni interval leve i desne komore, njihova razlika i dP/dt veoma su korisni ne samo u selekciji bolesnika za ugradnju resinhronizacionog pejsmejkera, već i u procesu podešavanja optimalnog rada ovog uređaja. Varijabilnost ehokardiografskih dopler parametara, zavisno od kondicije resinhronizacionog pejsmejkera, može biti od velike koristi u proceni optimalnog tretmana. Ehokardiografski procenjen akutni hemodinamski odgovor, izražen promenom dP/dt, doprinosi poboljšanju optimizacije ovog terapijskog uređaja. Individualni pristup optimizaciji doprinosi postavljanju optimalnih uslova za svakog pojedinačnog bolesnika.

L I T E R A T U R A

- Bax JJ, Marwick TH, Molhoek SG, Bleeker GB, van Erven L, Boersma E, et al. Left ventricular dyssynchrony predicts benefit of cardiac resynchronization therapy in patients with end-stage heart failure before pacemaker implantation. *Am J Cardiol* 2003; 92(10): 1238–40.
- Chapa DW, Lee HJ, Kao CW, Friedmann E, Thomas SA, Anderson J, Bardy GH. Reducing mortality with device therapy in heart failure patients without ventricular arrhythmias. *Am J Crit Care* 2008; 17(5): 443–52.
- Cleland JG, Daubert JC, Erdmann E, Freemantle N, Gras D, Kappenberger L, et al. Cardiac Resynchronization-Heart Failure (CARE-HF) Study Investigators. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure. *N Engl J Med* 2005; 352(15): 1539–49.
- Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, McMurray JJ, Ponikowski P, Poole-Wilson PA, et al. ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008. *Rev Esp Cardiol* 2008; 61(12): 1329. e1–70. (Spanish)
- Gorsan J 3rd, Kanazaki H, Bazaç R, Dobi K, Schwartzman D. Usefulness of echocardiographic tissue synchronization imaging to predict acute response to cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol* 2004; 93(9): 1178–81.
- Ghio S, Constantin C, Klersy C, Serio A, Fontana A, Campana C, et al. Interventricular and intraventricular dyssynchrony are common in heart failure patients, regardless of QRS duration. *Eur Heart J* 2004; 25(7): 571–8.
- Butter C, Auricchio A, Stellbrink C, Fleck E, Ding J, Yu Y, et al. Pacing Therapy for Chronic Heart Failure II Study Group. Effect of resynchronization therapy stimulation site on the systolic function of heart failure patients. *Circulation* 2001; 104(25): 3026.
- Gras D, Cebron JP, Brunel P, Leurent B, Bannu Y. The selection of patients for cardiac resynchronization therapy. *European Heart Journal Supplements* 2004; 6 (Suppl D) Pp. D98–D100.
- Bax JJ, Bleeker GB, Marwick TH, Molhoek SG, Boersma E, Steendijk P, et al. Left ventricular dyssynchrony predicts response and prognosis after cardiac resynchronization therapy. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44(9): 1834–40.
- Stendijk P, Tulner SA, Bax JJ, Oemrawsingh PV, Bleeker GB, van Erven L, et al. Hemodynamic effects of long-term cardiac resynchronization therapy: analysis by pressure-volume loops. *Circulation* 2000; 113(10): 1295–304.
- Tournoux FB, Alabiad C, Fan D, Chen AA, Chaput M, Heist EK, et al. Echocardiographic measures of acute haemodynamic response after cardiac resynchronization therapy predict long-term clinical outcome. *Eur Heart J* 2007; 28(9): 1143–8.
- Stockburger M, Fateh-Moghadam S, Nitardy A, Langreck H, Haverkamp W, Dietz R. Optimization of cardiac resynchronization guided by Doppler echocardiography: haemodynamic improvement and intraindividual variability with different pacing configurations and atrioventricular delays. *Europace* 2006; 8(10): 881–6.
- Stellbrink C, Breitbardt OA, Sinba AM, Hanrath P. How to discriminate responders from non-responders to cardiac resynchronization therapy. *European Heart Journal Supplements* 2004; 6 (Suppl D): Pp. D101–D105.
- Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T. Haemodynamics. In: Weinberg R, editor. *Feigenbaum's Echocardiography*. USA. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. p. 241–6.
- Cazeau S, Leclercq C, Lavergne T, Walker S, Varma C, Linde C, et al. Effects of multisite biventricular pacing in patients with heart failure and intraventricular conduction delay. *N Engl J Med* 2001; 344(12): 873–80.
- Tei C, Nishimura RA, Seward JB, Tajik AJ. Noninvasive Doppler-derived myocardial performance index: correlation with simultaneous measurements of cardiac catheterization measurements. *J Am Soc Echocardiogr* 1997; 10(2): 169–78.
- St John Sutton MG, Plappert TJ, Hilpisch KE, Chinchoy E. Baseline aortic preejection interval (bAPEI) as a predictor of response to cardiac resynchronization therapy (CRT). *Circulation* 2002; 106: II–380.
- Hawkins NM, Petrie MC, MacDonald MR, Hogg KJ, McMurray JJ. Selecting patients for cardiac resynchronization therapy: elec-

- trical or mechanical dyssynchrony? *Eur Heart J* 2006; 27(11): 1270–81.
19. Adamson PB, St John Sutton MG, Plappert T, Abraham WT, Hilpisch KE, Hill MRS. Echo-defined ventricular dyssynchrony predicts magnitude of response to cardiac desynchronization. *J Card Fail* 2002; 8: S50–489.
20. Cleland JG, Daubert JC, Erdmann E, Freemantle N, Gras D, Kappenberger L, et al. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure. *N Engl J Med* 2005; 352(15): 1539–49.
21. Koliaas TJ, Aaronson KD, Armstrong WF. Doppler-derived dP/dt and -dP/dt predict survival in congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2000; 36(5): 1594–9.
22. Kanazaki H, Bazaz R, Schwartzman D, Dobi K, Sade LE, Gorcsan J 3rd. A mechanism for immediate reduction in mitral regurgitation after cardiac resynchronization therapy: insights from mechanical activation strain mapping. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44(8): 1619–25.
23. Breitbardt OA, Sinba AM, Schwammenthal E, Bidaoui N, Markus KU, Franke A, et al. Acute effects of cardiac resynchronization therapy on functional mitral regurgitation in advanced systolic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41(5): 765–70.
24. Messas E, Guerrero JL, Handschumacher MD, Conrad C, Chow CM, Sullivan S, et al. Chordal cutting: a new therapeutic approach for ischemic mitral regurgitation. *Circulation* 2001; 104(16): 1958–63.
25. Breitbardt OA, Stellbrink C, Franke A, Balta O, Diem BH, Bakker P, et al. Acute effects of cardiac resynchronization therapy on left ventricular Doppler indices in patients with congestive heart failure. *Am Heart J* 2002; 143(1): 34–44.
26. Ypenburg C, Lancellotti P, Tops LF, Boersma E, Bleeker GB, Holman ER, et al. Mechanism of improvement in mitral regurgitation after cardiac resynchronization therapy. *Eur Heart J* 2008; 29(6): 757–65.
- Rad primljen 28. XI 2008.