

Originalni naučni rad

Ehokardiografija u ranoj detekciji poremećaja funkcije desne komore pri promjeni volumena krvi kod bolesnika na hemodijalizi

Tamara Kovačević-Preradović¹, Bosiljka Vujisić-Tešić²,
Vlastimir Vlatković³, Milan Preradović⁴

¹Klinika za kardiovaskularne bolesti, Univerzitetski klinički centar Republike Srpske, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

²Institut za kardiovaskularne bolesti, Klinički centar Srbije, Beograd, Srbija

³Klinika za unutrašnje bolesti, Odjeljenje nefrologije, Univerzitetski klinički centar Republike Srpske, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

⁴Klinika "MedicoLaser", Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

Kratak sadržaj

Uvod. Poremećaji funkcije desnog srca su prediktori loše prognoze kod pacijenata na programu hronične hemodijalize (HD). U ovoj studiji ispitivana je validnost ehokardiografije u procjeni sistolne i dijastolne funkcije desne komore kod pacijenata na HD.

Metode. Istraživanjem je obuhvaćeno 30 pacijenata (55±11 godina) na hroničnoj HD kojima su rađene standardna 2D ehokardiografija i tkivni Doppler, prije i nakon HD.

Rezultati. Ispitivanje sistolne funkcije desne komore prije i poslije HD je pokazalo da su frakciona promjena površine – FAC (36%±11 vs. 34%±11, p=0,464) i amplituda sistolne pokretljivosti anulusa trikuspidne valuvle –TAPSE (25,2mm±4,8 vs. 24,2mm±5, p=0,207) bile u granicama normalnih vrijednosti, nezavisno od smanjenja ukupnog volumena krvi nakon HD, dok je frakciono skraćenje – Fs (43,8%±11,6 vs. 39,3%±13,2, p=0,014) bilo značajno manje nakon HD, što pokazuje zavisnost ovog parametra od smanjenja cirkulatornog volumena. Tei indeks desne komore pokazao je normalne vrijednosti, nezavisno od smanjenja punjenja desne komore nakon HD (0,59±0,44 vs. 0,69±0,27, p=0,18). Evaluacija dijastolne funkcije desne komore preko brzina transtrikuspidnog protoka (E talas, E/A) pokazala je značajno smanjenje brzina nakon smanjenja volumena poslije HD, dok je odnos brzina E/E' (6,02±3,19 vs. 5,66±1,83, p=0,599) ostao u granicama normalnih vrijednosti i nakon HD.

Zaključak. Ehokardiografska procjena sistolne funkcije desne komore pomoću FAC i TAPSE, kao i procjena globalne funkcije miokarda pomoću Tei indeksa, su pouzdane metode kod pacijenata na HD, pošto se njihove vrijednosti nisu mijenjale u uslovima smanjenja cirkulatornog volumena nakon HD. Kao pouzdan parametar za procjenu dijastolne funkcije kod pacijenata na HD se može koristiti odnos brzina E/E', koji se u ovom istraživanju nije značajno mijenjao usljed smanjenja volumena krvi nakon HD.

Ključne riječi: funkcija desnog srca, hemodijaliza, Tei indeks, odnos E/E'

Adresa autora:
Doc. dr Tamara Kovačević-Preradović
Ull. 12 beba bb, 78000 Banja Luka
tamara.kovacevic@medicolaser.info

Uvod

Ehokardiografska evaluacija strukture i funkcije desne komore (RV, eng. *right ventricle*) bila je dugo vremena neopravdano zanemarena. Ipak, brojni podaci ukazuju da je funkcija desne komore snažno povezana sa ishodom različitih patoloških stanja. Za razliku od lijeve komore (LV, eng. *left ventricle*) koja se veoma intenzivno proučava, podaci o normalnim dimenzijama desne komore su ograničeni, dijelom i zbog njenog kompleksnog oblika. Desna komora je sastavljena od tri različita dijela: glatko-mišićni ulazni trakt (tijelo), izlazni trakt i trabekulisani apikalni dio. Volumetrijska kvantifikacija desne komore je posebno zahtjevna, te se veliki broj ljekara oslanja na "vizuelnu procjenu" veličine i funkcije desne komore. Kod pacijenata sa terminalnom bolesti bubrega na hemodijalizi (HD) intermitentno i hronično opterećenje volumenom doprinosi nastanku i progresiji kardiovaskularnih bolesti. U periodu između HD, usljed nakupljanja volumena dolazi do progresivnog porasta plućne vaskularne rezistencije. S obzirom da desna komora u poređenju sa lijevom komorom ima tanak zid, to je čini veoma „osjetljivom“ na ovo opterećenje pritiskom ili takozvano naknadno opterećenje (eng. *afterload*), a posebno ukoliko postoji bolest miokarda desne komore kao što je ishemija ili infarkt. Takođe, desna komora je veoma osjetljiva na „preload“, odnosno uslove punjenja koji determinišu opterećenje volumenom.

Program hronične HD vremenom povećava vrijednosti plućnog pritiska, a disfunkcija desne komore je glavni uzrok smrti pacijenata sa terminalnom bolesti bubrega [1-5].

Cilj rada jeste ispitati korisnost dvodimenzionalne transtoraksne ehokardiografije u procjeni funkcije desne komore kod pacijenata na HD.

Metode rada

U Klinici za kardiovaskularne bolesti Univerzitetskog kliničkog centra Republike Srpske, u saradnji sa Internacionalnim dijaliza centrom u Banjoj Luci, sprovedena je prospektivna

klinička studija u trajanju od 12 mjeseci. U studiju je uključeno 30 pacijenata sa terminalnom bubrežnom insuficijencijom na programu hronične HD bez znakova plućne hipertenzije. Svi pacijenti su bili na redovnom programu HD tri puta nedjeljno, u trajanju jedne HD od dva i po do tri sata. U studiju nisu uključeni pacijenti stariji od 70 godina, sa poremećajem srčanog ritma po tipu fibrilacije atriya, srednje teškom i teškom plućnom hipertenzijom (sistolni pritisak u plućnoj arteriji preko 50 mmHg mjeren Doppler ehokardiografijom), sistolnom disfunkcijom lijeve komore (definisano kao ejectiona frakcija – $Ef < 50\%$), valvularnom bolesti srednje teškog ili teškog stepena, više nego malim perikardnim izlivom, neoplazmom, drugom akutnom bolesti, dokazanom teškom koronarnom bolesti srca, anemijskim sindromom teškog stepena, te infarktom miokarda lijeve komore. Pacijenti su pregledani transtoraksnom ehokardiografijom na način da su pulsni i kontinuirani Doppler, kao i pulsna tkivna Doppler ehokardiografija izvođeni neposredno prije i nakon HD korišćenjem ultrazvučnog aparata GE Vivid 7, ultrazvučnom sondom od 3,5 MHz. Doppler spektar brzina je podešen na -20 do +20 cm/s, sweep brzina na 50 mm/s, a kao konačna vrijednost uzeta je srednja vrijednost najmanje tri srčana ciklusa [6].

Statistička analiza prikupljenih podataka izvedena je statističkim programom SPSS, verzija 20.0. Urađena je deskriptivna statistička obrada (izračunavanje aritmetičke sredine i standardne devijacije), značajnosti razlika između ispitivanih parametara izračunata je Student-ovim T testom, a korelacija između varijabli izračunavanjee Pearson-ovog koeficijenta korelacije. Statistička značajnost izražena je kao p vrijednost manja od 0,05.

Rezultati

Od ukupno 30 ispitanika 10 je bilo žena, a 20 muškaraca. Prosječna životna starost je bila 55,5 godina (30-69 godina). Prosječna trajanje liječenja HD bilo je 5,8 godina (6 mjeseci do 16 godina) (Tabela 1). Nakon HD, vrijednosti sistolnog i dijastolnog krvnog pritiska se nisu

Tabela 1. Osnovne demografske karakteristike ispitanika

Karakteristike		
Pol (žene/muškarci)		10/20
Godine života		55,5 ± 11,5 (30-70)
Prosječno trajanje HD, godine		5,8 ± 4,7
Količina odstranjene tečnosti tokom HD, L		3 ± 1
Uzrok terminalne bubrežne insuficijencije	Glomerulonefritis	8 (27%)
	Diabetes melitus	6 (20%)
	Cistična bolest bubrega	5 (17%)
	Pijelonefritis	4 (13%)
	Arterijska hipertenzija	3 (10%)
	Nefrolitijaza	2 (7%)
	Kongenitalni refluks	1 (3%)
	SLE	1 (3%)

HD-hemodijaliza; SLE- sistemski eritemski lupus

promijenile, što ukazuje da količina uklonjene tečnosti koja je u prosjeku iznosila 3 litre nije dovela do hemodinamske nestabilnosti pacijenata, a što bi uticalo na interpretaciju parametara praćenih u studiji (Tabela 2).

Ehokardiografski parametri dvodimenzionalne ehokardiografije, prije i nakon HD, prikazani su u Tabeli 2. Svi prikazani parametri, sa izuzetkom end-sistolnog volumena desne komore, su se statistički značajno smanjili nakon HD i redukcije predopterećenja (preload), odnosno volumena punjenja desnog srca. Srednja vrijednost sistolnog pritiska u plućnoj arteriji, koji je dobijen izračunavanjem iz gradijenta pritiska preko trikuspidne valvule i procijenjenog pritiska u desnoj pr-

etkomori, iznosila je 26 mmHg (najmanje 11 mmHg, do maksimalnih 40 mmHg), što znači da su ovom studijom bili obuhvaćeni pacijenti bez plućne arterijske hipertenzije, a u skladu sa kriterijumima za isključivanje bolesnika u studiju. Vrijednosti sistolnog pritiska plućne arterije su se očekivano nakon HD statistički značajno smanjile (Tabela 2).

U evaluaciji sistolne funkcije desnog srca, korišćena je konvencionalna dvodimenzionalna ehokardiografija, M-Mod ehokardiografija i pulsna tkivna ehokardiografija (Tabela 3). Vrijednosti frakcione promjene površine (FAC, eng. *fractional area change*) ukazuju da su pacijenti obuhvaćeni ovom studijom imali očuvanu sistolnu funkciju sa prosječnom vrijednosti FAC-a od 36%. Metoda se pokazala pouzdana u procjeni sistolne funkcije desne komore pri promjeni uslova punjenja s obzirom na to da nakon HD nije registrovana statistički značajna promjena izmjerenih vrijednosti FAC (36%±11 vs. 34%±11, p=0,464). Prosječna vrijednost TAPSE kao pokazatelja longitudinalne funkcije desne komore kod naše grupe ispitanika iznosila je 25,20 mm (SD 4,83 mm), što ukazuje na normalnu sistolnu funkciju. Nakon HD, prosječna vrijednost TAPSE je bila nešto niža 24,20 mm (SD 5,04 mm), ali razlika nije dostigla statističku značajnost, p=0,207. Mjerenje frakcionog skraćenja (Fs) izlaznog trakta desne komore (RVOT) je tehnički relativno lako izvodljiva metoda, koja predstavlja odnos između end-dijastolnog i end-sistolnog dijametara izlaznog trakta i pravilno se može

Tabela 2. Ehokardiografski parametri desnog srca prije i nakon hemodijalize (HD)

Parametar	Prije HD	Poslije HD	p
Sistolni krvni pritisak, mmHg	136,7 ± 17,3	137 ± 18,2	0,455
Dijastolni krvni pritisak, mmHg	77,7 ± 6,3	78,5 ± 6,3	0,233
RV end-dijastolni volumen, ml	20,77 ± 10,74	15,47 ± 8,03	0,0327
RV end-dijastolna area, cm ²	11,46 ± 3,59	8,81 ± 3,05	0,003
RV end-sistolni volumen, ml	10,80 ± 6,24	8,52 ± 5,0	0,099
RV end-sistolna area, cm ²	7,33 ± 2,51	5,8 ± 2,25	0,016
RA end-dijastolni volumen, ml	22,03 ± 12,32	16,42 ± 9,18	0,029
RA end-dijastolna area, cm ²	10,45 ± 3,46	8,12 ± 3,39	0,010
RA end-sistolni volumen, ml	30,25 ± 14,38	22,43 ± 10,65	0,01
RA end-sistolna area, cm ²	13,12 ± 3,68	10,35 ± 3,69	0,005
PA sistolni pritisak, mmHg	25,87 ± 8,08	18,87 ± 7,55	0,0007

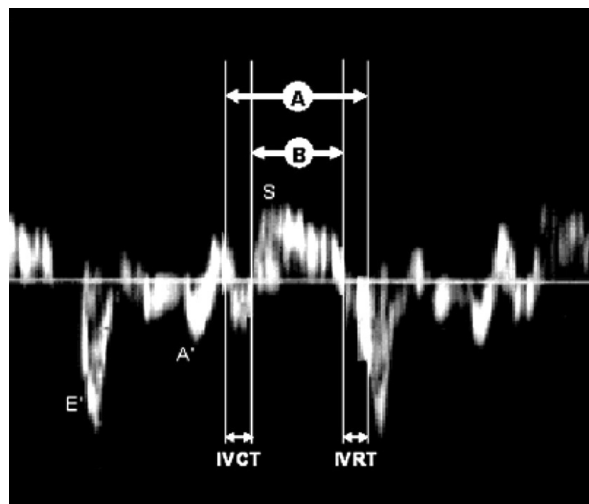
RV - desna komora; RA - desna pretkomora; PA - plućna arterija

Tabela 3. Sistolna i dijastolna funkcija desne komore

Parametar	Prije HD	Poslije HD	p
FAC, %	36 ± 11	34 ± 11	0,464
RVOTd, mm	34,77 ± 4,24	33,90 ± 4,21	0,128
RVOTs, mm	19,63 ± 5,10	20,73 ± 5,67	0,112
Fs %	43,8 ± 11,6	39,3 ± 13,2	0,014
TAPSE	25,20 ± 4,83	24,20 ± 5,04	0,207
Tei index	0,59 ± 0,44	0,69 ± 0,27	0,185
S' talas, m/s	0,15 ± 0,02	0,15 ± 0,03	0,637
E talas, m/s	0,63 ± 0,15	0,53 ± 0,11	0,005
E/A	1,20 ± 0,30	1,06 ± 0,27	0,016
E/E'	6,02 ± 3,19	5,66 ± 1,83	0,599

FAC - frakcionapromjena površine; RVOT - izlazni trakt desne komore; d - dijastola; s - sistola; Fs - frakcija skraćenja; TAPSE - sistolno pomjeranje trikuspidnog anulusa, S' - maksimalna sistolna brzina miokarda mjerena tkivnim Dopplerom; E' - brzina ranog dijastolnog punjenja mjerena tkivnim doplerom; maksimalna rana (E) i kasna (A) dijastolna brzina transtrikuspidnog protoka mjerene pulsним Dopplerom.

odrediti u preko 90% populacije. FsRVOT je kod naših ispitanika iznosio prosječno 43,8% (SD 11,6) prije HD, u poređenju sa 39,3% (SD 13,2) nakon HD, što je predstavljalo statistički značajno smanjenje ($p=0,014$). Od navedenih parametara sistolne funkcije, postoji korelacija između FAC i frakcionog skraćenja desne komore, sa Pearsonovim koeficijentom korelacije od 0,344, koji ne dostiže statističku značajnost



Tei indeks desne komore se izračunava po sljedećoj formuli: $(A - B)/B$, gdje je A period koji predstavlja zbir vremena izovolometrijske kontrakcije (IVCT), sistolne kontrakcije (S) i izovolometrijske relaksacije (IVRT). B predstavlja vremenski period samo sistolne kontrakcije. E', brzina ranog dijastolnog punjenja mjerena tkivnim Dopplerom; A', brzina kasnog dijastolnog punjenja mjerena tkivnim Dopplerom.

Slika 1. Krivulja brzina protoka mjenjenih tkivnim Dopplerom na lateralnom trikuspidnom anulusu

($p=0,063$). Pulsnom tkivnom doppler ehokardiografijom analizirali smo sistolnu funkciju mjerenjem maksimalne sistolne brzine (S') i izračunavanjem indeksa miokardne performanse ili Tei indeksa (Slika 1). Vrijednosti S' kao i indeksa miokardne performanse naših ispitanika izračunate iz parametara pulsno tkivnog Dopplera lateralnog trikuspidnog anulusa prije i nakon HD spadaju u referentne vrijednosti sistolne odnosno globalne funkcije desne komore ($0,15 \pm 0,02$ vs. $0,15 \pm 0,03$, odnosno $0,59 \pm 0,44$ vs. $0,69 \pm 0,27$) i nisu značajno promijenjene nakon HD ($p=0,637$, odnosno $p=0,185$) (Tabela 3). Vrijednosti brzina transtrikuspidnog protoka pokazale su očuvanu dijastolnu funkciju desne komore. Nakon HD došlo je do značajnog smanjenja maksimalne brzine ranog dijastolnog punjenja (E talas) kao i odnosa E/A. Vrijednosti odnosa E/E' od 6,02, odnosno 5,81 nakon HD su bile u referentnim granicama ($p=0,599$) (Tabela 3).

Diskusija

Ispitivanje i ukupno sagledavanje funkcije desne komore je relativno mlada istraživačka oblast. Američki Nacionalni Institut za srce, pluća i krv (*National Heart, Lung, and Blood Institute*) je 2006. godine identifikovao fiziologiju desne komore kao prioritet istraživačkog rada iz oblasti kardiovaskularne medicine

[7]. Značajan napredak dijagnostičkih metoda omogućio je otvaranje novih perspektiva u proučavanju anatomije i fiziologije desne komore, ali zavisnost mjerenih parametara od punjenja desne komore čini evaluaciju i analizu njene funkcije posebno kompleksnom i izazovnom [8].

U našoj populaciji ispitanika, konvencionalnu dvodimenzionalnu evaluaciju desnog srca izveli smo mjerenjem površine i volumena desne pretkomore i komore. Kod naših ispitanika, srednja vrijednost end-sistolne površine desne pretkomore iznosi 13,12 cm² (SD 3,68), dok je srednja vrijednost end-sistolnog volumena 30,25 ml (SD 14,38), što je u granicama referentnih vrijednosti objavljenih u literaturi [6]. Imajući u vidu fiziologiju desnog srca, i za sada prihvaćenu primarnu ulogu desne pretkomore u punjenju desne komore, značajna promjena predopterećenja, odnosno volumena punjenja, automatski značajno mijenja i navedene mjerene parametre desne pretkomore i komore [9].

Idealan indeks kontraktilnosti srčane komore kao pokazatelj sistolne funkcije bi trebalo da bude potpuno nezavisan od „naknadnog“ opterećenja (*afterload*) i „predopterećenja“ (*preload*), osjetljiv na promjene inotropnog stanja komore, nezavisan od veličine i mase komore, a istovremeno jednostavan za primjenu i kalkulaciju i dokazano pouzdan kroz kliničke studije [10, 11]. Sistolni pokreti bazalnog segmenta slobodnog zida desne komore predstavljaju najlakše dostupne pokrete za vizualizaciju tokom ehokardiografskog pregleda. Sistolno pomjeranje ravni trikuspidnog anulusa (TAPSE) je metoda kojom se mjeri veličina sistolnog otklona anulusa trikuspidne valvule duž njegove longitudinalne ravni. Studije pokazuju da što je ovo pomjeranje veće, to je bolja sistolna funkcija desne komore [12]. Kao i kod drugih metoda koje služe za regionalnu evaluaciju funkcije, pretpostavka je da pomjeranje bazalnog i njemu pripadajućih segmentata predstavlja reprezentativan uzorak za evaluaciju funkcije desne komore u cjelini što se svakako ne može primijeniti u mnogim patološkim stanjima ili u stanjima sa postojećim segmentnim ispadima kontraktilnosti desne komore. U studiji objavljenoj od strane Kaul-a

i saradnika [13], pokazano je da je TAPSE u snažnoj korelaciji sa rezultatima dobijenim radionuklidnom angiografijom. Procjena sistolne funkcije metodom mjerenja TAPSE je takođe stavljana u usporedbu sa vrijednostima dobijenim primjenom Simpson „biplane“ metode mjerenja ejskione frakcije desne komore, kao i skraćena frakcione površine desne komore [14, 15]. U studiji od 750 pacijenata sa različitim kardiološkim stanjima, u poređenju sa normalnom kontrolnom grupom od 150 osoba iste životne dobi, utvrđeno je da „cut-off“ vrijednost za TAPSE <17 mm ima visoku specifičnost ali nisku senzitivnost za razlikovanje patološke od normalne funkcije [16]. Imajući u vidu trenutno važeće preporuke za evaluaciju funkcije desne komore američkog udruženja za ehokardiografiju, podaci dobijeni našim istraživanjem ukazuju da su rezultati dobijeni ovom metodom pouzdani i u uslovima značajne promjene intravaskularnog volumena u smislu smanjenja punjenja desne komore usljed otklanjanja tečnosti kako se to dešava tokom HD [6].

Do sada objavljeni podaci u literaturi su raznorodni u smislu postojanja osjetljivosti vrijednosti FAC na uslove punjenja desne komore. Ipak, studija Otaševića i saradnika [17] je pokazala da je parametar i pored toga koristan i validan ne samo kao parametar sistolne funkcije nego i za procjenu kontraktilne rezerve desne komore.

Utvrđeno je da je frakciono skraćenje izlaznog trakta desne komore u boljoj korelaciji sa sistolnim pritiskom plućne arterije u poređenju sa dvodimenzionalnim M-mod mjerenjem sistolne longitudinalne funkcije slobodnog zida desne komore [18]. Objavljeno je više studija koje su poredile vrijednosti brzina pulsog tkivnog doplera trikuspidnog anulusa sa podacima dobijenim radionuklidnom angiografijom, a koje su pokazale dobru korelaciju i dobru sposobnost razlikovanja normalne i patološke sistolne funkcije, odnosno, ejskione frakcije desne komore. S' talas je u samo jednoj, od svega nekoliko populacionih studija vezanih za desnu komoru, pokazan kao validan parametar analize sistolne funkcije desne komore.

Umea General Population Heart Study pro-

vedena u Švedskoj, bavila se analizom regionalne funkcije desne komore kod 235 zdravih osoba, starosne dobi od 20 do 90 godina [19, 20]. U našoj studiji, pulsni tkivni Doppler smo koristili u evaluaciji sistolne funkcije mjerenjem brzine kontrakcije, trajanja sistolne kontrakcije, te izračunavanjem indeksa miokardne performanse odnosno Tei indeksa. Prosječna brzina sistolne kontrakcije mjerena u projekciji lateralnog trikuspidnog anulusa iznosila je 15 cm/s, (SD 0,02), i prije i nakon HD ($p=0,637$). Ove vrijednosti brzina spadaju u referentne vrijednosti prema podacima iz literature, što ukazuje na očuvanu sistolnu funkciju desne komore. Činjenica da se vrijednosti brzina kontrakcije nisu promijenile smanjenjem intravaskularnog volumena, ukazuje da je sistolna brzina kontrakcije mjerena pulsним tkivnim doplerom na nivou trikuspidnog anulusa dosta pouzdana metoda evaluacije sistolne funkcije, malo osjetljiva na uslove punjenja („*loading conditions*“). Ovi rezultati nisu u potpunosti u skladu sa podacima do sada objavljenim u literaturi, vezanim za ovu patologiju. Naime, studija koju su objavili Drighil i saradnici [21], takođe se bavila izučavanjem efekta akutnog smanjenja predopterećenja (*preload*), kod pacijenata na hroničnom programu HD, na tkivne Doppler parametre sistolne i dijastolne funkcije desnog srca. Ova studija je pokazala statistički značajno smanjenje sistolne kontrakcije nakon HD. Međutim, važno je naglasiti, da je u poređenju sa našom studijom, uključen manji broj pacijenata (ukupno 17), da je srednja vrijednost sistolnog pritiska u plućnoj arteriji ispitanika bila značajno veća u poređenju sa našom posmatranom grupom, kao i to da je prosječno trajanje liječenja pacijenata HD bio značajno duže u poređenju sa našim ispitanicima. Svi nabrojani faktori su svaki za sebe, a i kumulativno, zajedno sa promjenom intravaskularnog volumena, mogli uticati na parametre sistolne funkcije, prije i nakon HD.

Tei indeks je inicijalno prihvaćen kao parametar koji minimalno zavisi od uslova punjenja, odnosno „*preload*“, što je dodatnim istraživanjima ipak dovedeno u pitanje [22]. Dokazano je da je Tei indeks nepouzdan ukoliko je povišen pritisak u desnoj pretkomori (npr. infarkt desne komore), budući da u tim

okolnostima dolazi do brzog izjednačavanja pritiska između desne komore i desne pretkomore, ali i ukoliko se vremenski intervali potrebni za njegovo izračunavanje mjere u okolnostima postojanja različitih R-R intervala, što se prije svega odnosi na pacijente sa atrijskom fibrilacijom [23-25]. Do sada nisu objavljene studije u kojima je analiziran značaj Tei indeksa za procjenu funkcije desnog srca, te prognostički značaj ovog indeksa kod bolesnika na programu hronične HD, bez značajne sekundarne plućne hipertenzije. U našoj grupi ispitanika dobijene vrijednosti spadaju u normalne vrijednosti Tei indeksa desne komore, odnosno ukazuju na očuvanu globalnu, sistolnu i dijastolnu funkciju desne komore bazirajući se na odnosu „*ejekcionog*“ i „*ne-ejekcionog*“ rada desne komore, a nakon HD kojom je uklonjeno u prosjeku 3 litre tečnosti, se nisu značajno promijenile ($p=0,185$).

Dijastolna disfunkcija desne komore ima klinički značaj jer može biti korisna kao rani i lako mjerljiv marker njene supkliničke disfunkcije [26, 27]. Mnoge studije su pokazale da je dijastolna disfunkcija desne komore obično već prisutna i prije nego sistolna disfunkcija postane očigledna, odnosno i prije dilatacije ili hipertrofije desne komore. Pokazatelji dijastolne funkcije nakon HD su pokazali značajnu promjenu u našoj populaciji ispitanika, posebno vrijednosti ranog dijastolnog punjenja mjerene i pulsним doplerom transtrikuspidnog protoka, ali i pulsним tkivnim Dopplerom. Parametar E/E' omogućava procjenu pritiska u desnoj pretkomori čime daje korisne informacije o hemodinamskom stanju pacijenta [28-30]. S obzirom da reflektuje hemodinamiku, važna je konstantnost ovog parametra pri promjeni uslova punjenja desne komore, posebno ukoliko se mjeri u jedinicama intenzivne njege, gdje postoji značajan kompromis hemodinamike usljed promjene intravaskularnog volumena [29]. Srednja vrijednost E/E' odnosa iznosila je 6,02 (SD 3,19), što je još uvijek u opsegu ali na gornjoj granici referentnih vrijednosti. To bi moglo ukazivati na porast sistolnog opterećenja desne pretkomore kao ranog pokazatelja dijastolne disfunkcije desne komore. Odnos E/E' je pokazao malo smanjenje vrijednosti nakon smanjenja intravasku-

larnog volumena koje nije dostiglo statističku značajnost.

Zaključak

Globalna evaluacija desne komore uključuje indeks miokardne performanse (MPI), dok evaluacija sistolne funkcije podrazumijeva ejectionu frakciju desne komore (RV EF), promjenu frakcije aree desne komore (FAC) i frakciono skraćanje (Fs%). Regionalna evaluacija se izvodi mjerenjem tkivnog Dopplera, odnosno tkivnim Dopplerom utvrđene sistolne brzine trikuspidnog anulusa (S') kao i sistolnu ekscurziju lateralnog trikuspidnog anulusa (TAPSE) kao pokazatelja longitudinalne funkcije desne komore. Tei indeks miokardne performanse, kao pokazatelj globalne funkcije desne komore, izračunava se na osnovu pulsog tkivnog Dopplera lateralnog

trikuspidnog anulusa i predstavlja parametar neznačajno osjetljiv na promjenu intravaskularnog volumena. Dijastolna funkcija desne komore kod bolesnika na redovnim HD sa očuvanom sistolnom funkcijom i bez plućne arterijske hipertenzije, ima klinički značaj jer može biti korisna kao rani, i lako mjerljiv marker supkliničke disfunkcije desne komore. Srednja vrijednost E/E' odnosa, koji stoji u dobroj korelaciji sa pritiskom u desnoj pretkomori, mjerena prije HD bila je na gornjoj granici referentnih vrijednosti, što bi moglo ukazivati na porast sistolnog opterećenja desne pretkomore kao pokazatelja rane dijastolne disfunkcije desne komore. Pokazano je da je E/E' odnos neznačajno osjetljiv na uslove punjenja desne komore odnosno promjene intravaskularnog volumena.

Autori izjavljuju da nemaju sukob interesa.
The authors declare no conflicts of interest.

Literatura

1. Karavelioglu Y, Ozkurt S, Kalcik M, Karapinar H, Arisoy A. Echocardiographic assessment of right ventricular functions in nondiabetic normotensive hemodialysis patients. *Interv Med Appl Sci* 2015;7(3):95–101.
2. Shen S, Sun Q. Analysis of Clinically Relevant Factors for Pulmonary Hypertension in Maintenance Hemodialysis Patients. *Med Sci Monit* 2015;21:4050–6.
3. Ragupathi L, Johnson D, Marhefka GD. Right Ventricular Enlargement within Months of Arteriovenous Fistula Creation in 2 Hemodialysis Patients. *Tex Heart Inst J* 2016;43(4):350–3.
4. He Y, Wang Y, Luo X, Ke J, Du Y, Li M. Risk factors for pulmonary hypertension in maintenance hemodialysis patients: a cross-sectional study. *Int Urol Nephrol* 2015;47(11):1889–97.
5. Han JH, Han JS, Kim EJ, Doh FM, Koo HM, Kim CH, et al. Diastolic dysfunction is an independent predictor of cardiovascular events in incident dialysis patients with preserved systolic function. *PLoS One* 2015;10(3):e0118694.
6. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015;16(3):233–70.
7. Voelkel NF, Quaipe RA, Leinwand LA, Barst RJ, McGoon MD, Meldrum DR, et al. Right ventricular function and failure: report of a National Heart, Lung, and Blood Institute working group on cellular and molecular mechanisms of right heart failure. *Circulation* 2006;114(17):1883–91.
8. Hickson LJ, Negrotto SM, Onuigbo M, Scott CG, Rule AD, Norby SM, et al. Echocardiography Criteria for Structural Heart Disease in Patients With End-Stage Renal Disease Initiating Hemodialysis. *J Am Coll Cardiol* 2016;67(10):1173–82.
9. Tsilonis K, Sarafidis PA, Kamperidis V, Loutradis C, Georgianos PI, Imprialos K, et al. Echocardiographic Parameters During Long and Short Interdialytic Intervals in Hemodialysis Patients. *Am J Kidney Dis* 2016;68(5):772–81.
10. Carabello BA. Evolution of the study of left ventricular function: everything old is new again. *Circulation* 2002;105(23):2701–3.
11. Lopez-Quijano JM, Gordillo-Moscoso A, Viana-Rojas JA, Carrillo-Calvillo J, Mandeville PB, Chevaile-Ramos A. Clinical and Echocardiographic Factors Associated with Right Ventricular Systolic Dysfunction in Hemodialysis Patients. *Cardiorenal Med* 2016;6(3):230–6.

12. Ferrara F, Rudski LG, Vriza O, Gargani L, Afilalo J, D'Andrea A, et al. Physiologic correlates of tricuspid annular plane systolic excursion in 1168 healthy subjects. *Int J Cardiol* 2016;223:736–43.
13. Kaul S, Tei C, Hopkins JM, Shah PM. Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* 1984;107(3):526–31.
14. Lopez-Candales A, Dohi K, Rajagopalan N, Edelman K, Gulyasy B, Bazaz R. Defining normal variables of right ventricular size and function in pulmonary hypertension: an echocardiographic study. *Postgrad Med J* 2008;84(987):40–5.
15. Miller D, Farah MG, Liner A, Fox K, Schluchter M, Hoit BD. The relation between quantitative right ventricular ejection fraction and indices of tricuspid annular motion and myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17(5):443–7.
16. Tamborini G, Pepi M, Galli CA, Maltagliati A, Celeste F, Muratori M, et al. Feasibility and accuracy of a routine echocardiographic assessment of right ventricular function. *Int J Cardiol* 2007;115(1):86–9.
17. Otasevic P, Popovic Z, Pratali L, Vlahovic A, Vasiljevic JD, Neskovic AN. Right vs. left ventricular contractile reserve in one-year prognosis of patients with idiopathic dilated cardiomyopathy: assessment by dobutamine stress echocardiography. *Eur J Echocardiogr* 2005;6(6):429–34.
18. Lindqvist P, Henein M, Kazzam E. Right ventricular outflow-tract fractional shortening: an applicable measure of right ventricular systolic function. *Eur J Echocardiogr* 2003;4(1):29–35.
19. Lindqvist P, Waldenstrom A, Henein M, Morner S, Kazzam E. Regional and global right ventricular function in healthy individuals aged 20-90 years: a pulsed Doppler tissue imaging study: Umea General Population Heart Study. *Echocardiography* 2005;22(4):305–14.
20. Pietrzak R, Werner B. Right ventricular function assessment using tissue Doppler imaging and speckle tracking echocardiography. *J Ultrason* 2014;14(58):328–38.
21. Drighil A, Madias JE, Mathewson JW, El Mosalami H, El Badaoui N, Ramdani B, et al. Haemodialysis: effects of acute decrease in preload on tissue Doppler imaging indices of systolic and diastolic function of the left and right ventricles. *Eur J Echocardiogr* 2008;9(4):530–5.
22. Yoshifuku S, Otsuji Y, Takasaki K, Yuge K, Kisanuki A, Toyonaga K, et al. Pseudonormalized Doppler total ejection isovolume (Tei) index in patients with right ventricular acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2003;91(5):527–31.
23. Karatzis EN, Giannakopoulou AT, Papadakis JE, Karazachos AV, Nearchou NS. Myocardial performance index (Tei index): evaluating its application to myocardial infarction. *Hellenic J Cardiol* 2009;50(1):60–5.
24. Caglar FN, Ozde C, Bostanci E, Caglar IM, Ciftci S, Ungan I, et al. Assessment of right heart function in preeclampsia by echocardiography. *Pregnancy Hypertens* 2016;6(2):89–94.
25. Shah TG, Wadia SK, Kovach J, Fogg L, Tandon R. Echocardiographic parameters of right ventricular function predict mortality in acute respiratory distress syndrome: a pilot study. *Pulm Circ* 2016;6(2):155–60.
26. Fenster BE, Holm KE, Weinberger HD, Moreau KL, Meschede K, Crapo JD, et al. Right ventricular diastolic function and exercise capacity in COPD. *Respir Med* 2015;109(10):1287–92.
27. Dubin RF, Guajardo I, Ayer A, Mills C, Donovan C, Beussink L, et al. Associations of Macro- and Microvascular Endothelial Dysfunction With Subclinical Ventricular Dysfunction in End-Stage Renal Disease Hypertension 2016;68(4):913–20.
28. Missiri AM, Guindy RR. Echocardiographic assessment of right ventricular functions in patients with proximal right coronary artery chronic total occlusion. *Int J Cardiovasc Imaging* 2016;32(6):895–903.
29. Singh RK, Kumar S, Nadig S, Baronia AK, Poddar B, Azim A, et al. Right heart in septic shock: prospective observational study. *J Intensive Care* 2016;4:38.
30. Vermeiren GL, Malbrain ML, Walpot JM. Cardiac Ultrasonography in the critical care setting: a practical approach to assess cardiac function and preload for the “non-cardiologist”. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2015;47 Spec No:s89–104.

Echocardiography in early detection of right heart dysfunction during different loading conditions in patients on haemodialysis

Tamara Kovačević-Preradović¹, Bosiljka Vujisić-Tešić², Vlastimir Vlatković³, Milan Preradović⁴

¹Clinic for Cardiovascular Diseases, University Clinical Center of the Republic of Srpska, Banja Luka, The Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

²Institute for Cardiovascular Diseases, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia

³Clinic for Internal Medicine, Division of Nephrology, University Clinical Center of The Republic of Srpska, Banja Luka, The Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

⁴Clinic "MedicoLaser", Banja Luka, The Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

Introduction. Right heart dysfunction caused by an increase in pulmonary vascular resistance is the determinant of poor prognosis in the population of patients receiving chronic haemodialysis (HD). The utility of echocardiography in the evaluation of systolic and diastolic function of right ventricle in patients on HD was assessed in this study.

Methods. The study included 30 patients (aged 55±11 years) with end-stage renal failure who were on HD. They underwent conventional 2D and tissue Doppler (TDI) echocardiography before and after HD.

Results. The evaluation of the systolic function of right ventricle before and after HD showed normal values of fractional area change - FAC (36%±11 vs. 34%±11; p=0.464) and tricuspid annular plane systolic excursion - TAPSE (25.2mm±4.8 vs. 24.2mm±5; p=0.207), irrespective of preload reduction after HD, whereas fractional shortening - Fs (43.8%±11.6 vs. 39.3%±13.2; p=0.014) was significantly smaller after HD, which showed a heavy dependence of this parameter on preload reduction. The Tei Index of right ventricle, derived by TDI measurements, was in normal range, irrespective of preload reduction after HD (0.59±0.44 vs. 0.69±0.27; p=0.18). The evaluation of right heart diastolic function by means of transtricuspid flow (E velocity, E/A ratio) showed a significant reduction in velocities after HD, whereas E/E' ratio (6.02±3.19 vs. 5.66±1.83; p=0.599) was in normal range, irrespective of preload reduction after HD.

Conclusion. Echocardiographic evaluation of right heart systolic function by means of FAC and TAPSE and the evaluation of global myocardial function by means of the Tei Index proved to be reliable methods in patients on HD, since the values of these parameters did not change during the volume reduction after HD. The evaluation of diastolic function in patients with end-stage renal failure who were receiving HD posed an enormous challenge to this study, but the most reliable parameter could be E/E' ratio. This parameter did not change significantly during the volume reduction after HD.

Keywords: right heart function, haemodialysis, Tei Index, E/E' ratio