



## CroEcho 2011. — Sažeci simpozija

## CroEcho 2011 — Symposium abstracts

### Foramen ovale: od zdravlja do bolesti

### Foramen ovale in sickness and in health

**Ante Matana**

*Klinički bolnički centar Rijeka, Rijeka, Hrvatska  
University Hospital Centre Rijeka, Rijeka, Croatia*

**P**rohodan foramen ovale (PFO) je ostatak fetalne cirkulacije, prisutan u oko 25% odrasle populacije. Kontrastna transezofagealna ehokardiografija, uz manevre koji povećavaju tlak u desnoj pretklijetki, zlatni je standard njegove dijagnostike.

Zanimanje za PFO uzrokovano je češćom udruženosti s kriptogenim ishemijskim moždanim udarom (KIMU). Iako je u bolesnika s KIMU češći PFO, u zdravih s PFO rizik za IMU nije značajno veći pa vjerojatno dodatni čimbenici doprinose nastanku IMU: značajke PFO (širi otvor, dulji tunel, veći spoj) i pridružena stanja (aneurizma interatrijskog septuma-AIAS, Eustachijeva valvula-EV, Chiarijeva mreža-CM). Iako sama AIAS nosi rizik za IMU, on je veći uz PFO. Prominentna EV i CM češće su u osoba s PFO, AIAS i KIMU. Hemodinamske promjene doprinose riziku (tlak u desnom srcu zbog plućnih bolesti, plućne embolije, trikuspidalne insuficijencije, infarkt desne klijetke).

Embolije kroz PFO mogu uzrokovati i infarkt miokarda, infarkte visceralnih organa, okluziju arterija ekstremiteta. PFO pogoduje nastanku sindroma platipneja-ortodeoksija, dekompresijske bolesti, masnih embolija (pri ortopedskim zahvatima), a veza s migrenom je vjerojatna.

Pri slučajno otkrivenom PFO rizik za KIMU je mali, preventivni tretman se ne preporuča. U onih s PFO i KIMU učestalost recidiva je 1,5%-12% godišnje, pa u obzir dolazi medikamentozno liječenje, kirurško zatvaranje ili zatvaranje okluderom.

Nedostaju istraživanja s izravnom usporedbom učinkovitosti okludera i medikamentoznog liječenja u prevenciji recidiva IMU (u tijeku je nekoliko studija). Većina društava preporuča terapiju acetilsalicilnom kiselinom, dok varfarinu valja dati prednost u pridruženoj dubokoj venskoj trombozi ili hiperkoagulabilnim stanjima. Pri neuspjehu preporuča se zatvaranje okluderom.

**P**atent foramen ovale (PFO) is a remnant of fetal circulation, present in around 25% of adult population. Contrast transesophageal echocardiography, with maneuvers increasing right atrial pressure, is a golden standard of its diagnostic.

The interest in PFO results from its more frequent association with cryptogenic ischemic stroke (CIS). Although patients with CIS have PFO more often, in healthy population with PFO the risk of IS is not significantly higher and therefore other factors probably contribute to the occurrence of IS: characteristics of PFO (wider opening, longer tunnel, larger connection) and associated conditions (atrial septal aneurysm-ASA, Eustachian valve-EV, Chiari's network-CN). Although ASA itself carries the risk of IS, the risk is higher with PFO. Prominent EV and CN are more frequent in people with PFO, ASA and CIS. Hemodynamic changes increase the risk (right heart pressure due to lung diseases, pulmonary embolism, tricuspid valve insufficiency, right ventricular infarction).

Embolisms through PFO might also cause myocardial infarction, visceral organs infarctions, and occlusion of extremity arteries. PFO favours the occurrence of platypnea-orthodeoxia syndrome, decompression illness, fat embolism (during orthopedic procedures), and connection with migraine is probable.

In asymptomatic people with PFO detected incidentally, the risk of CIS is low and no preventive treatment is recommended. In those with PFO and CIS, the annual rate of stroke recurrence is 1.5%-12% and therefore drug treatment, surgical closure or percutaneous transcatheter closure should be considered.

There is a lack of research relating to direct comparison of efficiency of percutaneous closure and drug treatment in prevention of IS recurrence (several researches are ongoing). Most societies recommend aspirin, while warfarin should be given advantage in deep venous thrombosis or hypercoagulable states. In failure, percutaneous closure is recommended.



## Remodeliranje desne klijetke nakon zatvaranja atrijskog septalnog defekta

## Right heart remodelling after ASD closure

**Neven Čače**

*Klinički bolnički centar Rijeka, Rijeka, Hrvatska  
University Hospital Centre Rijeka, Rijeka, Croatia*

Atrijski septalni defekt (ASD) je jedna od najčešćih prirodnih srčanih grešaka koja se javlja u odnosu 1:1,500 živorođene djece. Posljedica je nepotpunog zatvaranja pregrade između lijeve i desne pretklijetke tijekom embrionalnog razvoja srca. ASD secundum je defekt u području fose ovalis koji nastaje zbog nedostatnosti, perforacije ili odsustva valvule fose ovalis. Tijekom fetalnog doba valvula fose ovalis oblikuje jednosmjerni ventil koji usmjerava protok krvi mimo plućne cirkulacije. Postnatalno, kod postojanja ASD, viši tlak u lijevoj pretklijetci dovodi do prelijevanja krvi iz lijeve u desnu pretklijetku i takav abnormalni protok krvi dovodi do opterećenja desnog srca, koje se proširuje i hipertrofira. ASD je vodeći uzrok kroničnog volumnog opterećenja desne strane srca, a progresivna dilatacija desnog srca je glavni dugoročni prediktor aritmija i poremećaja funkcije lijevog ventrikla što dovodi do poremećene funkcije srca čak i u asimptomatskih odraslih pacijenata. Terapija ASD-a je kirurška odnosno transkateterska. Uspješnost zatvaranja defekata kirurškom i transkateterskom tehnikom je podjednaka (97 do 100%), no odnos učestalosti komplikacija kod kirurške i transkateterske tehnike zatvaranja defekta interatrijskog septuma je 8-17% naspram 1%. Transkateterski se mogu zatvoriti samo defekti tipa sekundum s dovoljno širokim rubovima defekta, od minimalno 4 mm. Nakon zatvaranja defekta događaju se bitne anatomske promjene u srcu u smislu remodeliranja desnog srca te posljedičnog kliničkog poboljšanja u djece i odraslih. U radu su prezentirani rezultati remodeliranja desnog srca nakon zatvaranja ASD.

Atrial septal defect (ASD) is one of the most common congenital heart defects that occur in relation of 1:1,500 of alive-born infants. The consequence is an incomplete closure of the wall between the left and right atria during embryonic heart development. An ostium secundum ASD is a defect in the area of fossa ovalis which occurs due to insufficiency, perforation or absence of valve fossa ovalis. During the fetal period, valvula fossa ovalis forms one-way valve that directs the blood flow around by the pulmonary circulation. Postnatally, in case of existence of ASD, a higher pressure in the left atrium leads to overflow of blood from the left into the right atrium and this abnormal blood flow causes right heart load, which expands and hypertrophies. ASD is a leading cause of chronic volume overload of the right heart, while a progressive dilatation of right heart failure is a major long-term predictor of arrhythmia and left ventricular function disorders, which leads to abnormal cardiac function, even in asymptomatic adult patients. ASD therapy is a surgical or transcatheteric. The success of the closure of the defect by surgical and transcatheteric technique is equal (97 to 100%), but the relation between the frequency of complications in case of surgical and transcatheteric technique of closure of the ASD is 8-17% vs. 1%. Transcatheter can be used to close only the ostium secundum ASD with sufficiently wide edges of the defect, of minimally 4 mm. After the closure of the defect some essential anatomical changes occur in the heart in terms of right heart remodeling, and consequential clinical improvement in children and adults. The paper presents the results of right heart remodeling after closure of ASD.

## Ehokardiografsko dijagnosticiranje najčešćih hitnih stanja

## Echocardiographic diagnosing of the most common emergency situations

**Diana Delić-Brkljačić**

*Klinički bolnički centar Sestre milosrdnice, Zagreb, Hrvatska  
University Hospital Centre Sestre milosrdnice, Zagreb, Croatia*

Široka primjena ehokardiografije u svakodnevnom dijagnosticiranju srčanožilnih bolesti, sve veća raspoloživost tehnološki usavršenih, pokretnih ehokardiografskih uređaja rezultirala je njenom svakodnevnom rutinskom primjenom u dijagnostici hitnih i često vitalno ugroženih bolesnika. Dostupnost prijenosnih uređaja učinila je transtorakalnu i transezofagusnu ehokardiografiju primjenjivom uz krevet bolesnika u jedinicama intenzivne njege i ambulancama hitnih službi.

Najznačajnije mjesto ehokardiografije kao urgentne metode pripada dijagnostici akutnih srčanožilnih oboljenja, poglavito u bolesnika sa srčanim popuštanjem. Dijag-

Widespread application of echocardiography in daily diagnosis of cardiovascular diseases, ever greater availability of sophisticated technological mobile devices has resulted in its daily use in the diagnosis of urgent and frequently vitally endangered patients. The availability of portable devices has made transthoracic and transesophageal echocardiography applicable at the bedside of patients in intensive care units and emergency ambulances.

The most important place of echocardiography as an emergency method belongs to the diagnosis of acute cardiovascular disease, particularly in patients with heart failure. Diagnosis of cardiac tamponade, as well as therapeu-



nostika srčane tamponade, kao i terapijska perikardiocenteza danas su isključivo u domeni ehokardiografije. Ehokardiografija se sve češće koristi u dijagnostici i terapiji akutnih koronarnih sindroma, a u dijagnostici mehaničkih komplikacija infarkta miokarda predstavlja metodu izbora. Ehokardiografski pregledi izvode se hitno i kod bolesnika sa sumnjom na komplikacije invazivnih kardiovaskularnih procedura (perkutane koronarne intervencije, ugradnje elektrostimulatora/kardioverter-defibrilatora, elektrofizioloških ispitivanja). Transezofagusna ehokardiografija u dijagnostici akutnih aortalnih sindroma predstavlja jednako vrijednu metodu u usporedbi s drugim metodama oslikavanja srca kao što su CT ili MRI.

Primjena ehokardiografije u hitnim stanjima nadilazi njenu uobičajenu svakodnevnu primjenu u dijagnostici bolesti srca i velikih krvnih žila. Tako se hitni ehokardiografski pregledi izvode kod bolesnika s akutnim cerebrovaskularnim i sistemskim embolijskim incidentima u svrhu otkrivanja izvora embolizacija. Ehokardiografija zauzima sve značajnije mjesto u dijagnostici i stratifikaciji rizika bolesnika s plućnom embolijom o čemu svjedoče brojni stručni radovi.

tic pericardiocentesis today are exclusively included the field of echocardiography. Echocardiography is increasingly used in diagnosis and treatment of acute coronary syndromes, and in diagnosis of mechanical complications of myocardial infarction it is a method of choice. Echocardiographic examinations are also performed urgently in patients with suspected complications of invasive cardiovascular procedures (percutaneous coronary interventions, implantation of electrostimulator / cardioverter-defibrillator, electrophysiological tests). Transesophageal echocardiography in the diagnostic of acute aortic syndrome is an equivalent method in comparison with other methods of imaging the heart, such as CT or MRI.

Application of echocardiography in emergency cases is beyond its usual routine application in diagnosing cardiovascular diseases. So, urgent echocardiographic examinations are performed in patients with acute cerebrovascular and systemic embolic incidents in order to detect sources of embolizations. Echocardiography occupies an increasingly important place in diagnostics and risk stratification of patients with pulmonary embolism as evidenced by numerous articles in the literature.

## Ehokardiografija u mehaničkoj potpori srca

## Echocardiography in mechanical heart support

**Daniel Lovrić**

*Klinički bolnički centar Zagreb, Zagreb, Hrvatska  
University Hospital Centre Zagreb, Zagreb, Croatia*

Mehanička potpora srca je nastala kao posljednje uporište obrane protiv galopirajućeg akutnog zatajivanja srca (ZS) nudeći mnoštvo opcija od potpune zamjene srca i pluća do jednostrukih i dvostrukih ventrikulskih uređaja koji pružaju pomoć oba u obliku kratkoročne i dugoročne mehaničke potpore. Ugradnja LVAD se sve više koristi kod bolesnika s terminalnim ZS kao privremeno rješenje do transplantacije ili oporavka ili kao krajnja terapija. Ehokardiografija igra temeljnu ulogu u ocjeni perioperativne strukture i funkcije vezane za bolesnikovo srce i velike krvne žile, kao i ugrađeni uređaj. Transezofagealna ehokardiografija (TEE) idealna je za definiranje disfunkcije LVAD u perioperativnom okruženju, a transtorakalna ehokardiografija (TTE) je manje invazivna i jednostavna za korištenje u post-proceduralnom dugoročnom praćenju, iako to može biti tehnički teško zbog postojanja postkirurških promjena, bolesti dišnog sustava, pretilosti i deformacija stijenke prsnog koša. Preoperativna ocjena ključna za anestezijsko i kirurško planiranje te uspjeh intervencije. Sveobuhvatni ehokardiološki pregled obuhvaća faze ocjene prije i poslije ugradnje uređaja. Pregledom srca i velikih krvnih žila prije ugradnje rješava se pitanje vezano za strukturne i funkcionalne čimbenike relevantne za anestezijsko i kirurško zbrinjavanje: aortalna regurgitacija, trikuspidalna regurgitacija, mitralna stenoza, otvoreni foramen ovale ili druge nepravilnosti srca koje bi mogle dovesti do desno-lijevog shunta nakon ugradnje LVAD, intrakardijalni trombi, ventrikularni ožiljci, plućna regurgitacija, plućna hipertenzija, plućna embolija i aterosklerotska bolest u uzlaznoj aorti, kao i pravilna funkcija desne klijetke koja

Mechanical heart support has risen as the last bastion of defence against galloping acute heart failure offering a plethora of options from complete heart and lung substitution to single and bi-ventricular assist devices enabling both short and long term mechanical support. LVAD implantation has been increasingly used in patients with terminal heart failure as a bridge to transplant or recovery, and as destination therapy. Echocardiography plays a fundamental role in evaluating perioperative structure and function related both to the patient's heart and large vessels and to the implanted device. Transesophageal echocardiography (TEE) is ideal for defining LVAD dysfunction in the perioperative setting, and transthoracic echocardiography (TTE) is less invasive and simple to use in post-procedural long-term follow-up, although it may be technically difficult in the presence of postsurgical changes, respiratory disease, obesity, and chest wall deformities. Preoperative evaluation is essential for anesthetic and surgical planning and intervention success. A comprehensive echocardiographic examination includes a pre- and a post-device assessment phases. The pre-insertion examination of the heart and large vessels addresses the structural and functional factors relevant to anesthetic and surgical management: aortic regurgitation, tricuspid regurgitation, mitral stenosis, patent foramen ovale or other cardiac abnormalities that could lead to right-to-left shunt after LVAD placement, intracardiac thrombi, ventricular scars, pulmonary regurgitation, pulmonary hypertension, pulmonary embolism, and atherosclerotic disease in the ascending aorta, as well as right ventricular function that can determine the



može odrediti i potrebu za biventrikularnom potporom. Pregledom nakon implantacije rješava se pitanje funkcije uređaja i ponovne ocjene srca i velikih krvnih žila. Pregled uređaja ima za cilj potvrđivanje potpunosti uređaja i odzračivanje srca, postavljanje kanile i otvorenosti te ispravnosti uređaja kao i procjenu učinka postavki uređaja za globalni rad srca. U obzir su uzeta posebna ehokardiografska razmatranja sukladno vrsti uređaja koji se koristi. Post-proceduralno ehokardiografsko praćenje ovisi o vrsti uređaja koji se koristi, kao i njegovoj trajnosti, ali danas nije neuobičajeno pratiti bolesnike na VAD uređaju u razdoblju od nekoliko godina.

nedd for bi-ventricular support. The post-insertion examination addresses device function and reassessment of the heart and large vessels. The examination of the device aims to confirm completeness of device and heart deairing, canula alignment and patency, and competency of device and assess the effect of device settings on global heart function. Specific echocardiographic considerations are taken into account according to the type of the device used. Post-procedural echocardiographic follow-up depends on the type of the device used as well as it's longevity but it's not uncommon nowadays to follow VAD patients for several years.

## Funkcijska anatomija uzlazne aorte — indikacija za plastiku AV

## Functional anatomy of ascending aorta — indications for AV repair

**Jadranka Šeparović Hanževački**

*Klinički bolnički centar Zagreb, Zagreb, Hrvatska  
University Hospital Centre Zagreb, Zagreb, Croatia*

Aortna regurgitacija može nastati uslijed patologije zalistka, ali i zbog promjena u korijenu aorte ili kombinaciji jednog i drugog. Sve više je bolesnika u kojih do aortne regurgitacije dolazi zbog dilatacije korijena aorte dok je zalistak morfološki nepromjenjen. Ovi bolesnici imaju progresivno proširenje aortnih (Valsalvinih) sinusa te posljedično i dilataciju korijena s oštećenjem aortnog "prstena" što dovodi do nepotpune koaptacije listića i regurgitacije. Najčešće je uzrok "idiopatski" ali može biti povezana s brojnim patološkim stanjima koji najčešće uključuje aterosklerozu (80%), postraumatsko stanje, aortitis, Marfanov sindrom, disekciju aorte, proširenje aorte u dvolisnom aortnom zalistku, kao i u rijetkim sistemskim bolestima (Ehlers-Danlos sy). Patologija korijena aorte danas se smatra najčešćim uzrokom aortne regurgitacije.

Funkcionalna klasifikacija aortne regurgitacije slijedi Carpentierovu klasifikaciju bolesti mitralnog zalistka, tako da je prvenstveno usredotočena na uzročni mehanizam i na taj način pruža kirurgu funkcionalni opis postojećeg problema na zalistku, kako bi mu omogućila odabir najprikladnije kirurške tehnike za očuvanje i postizanje normalne fiziologije zalistka. Ova funkcionalna klasifikacija, usmjerena na rješavanje uzroka greške, sastoji se od podjele na tri osnovna tipa poremećaja: tip I — listići zalistka se gibaju normalno ali postoji proširenje aortnog prstena — korijena, nadalje slijedi podpodjela na tip Ia, Ib i Ic. Precizni pokazatelji funkcionalne aortne regurgitacije dobijaju se transezofagusnom ehokardiografijom (TEE). Oni uključuju precizna mjerenja korijena, Valsalvinih sinusa, sinotubularnog spoja i tubularnog dijela uzlazne aorte, nadalje visinu koaptacije listića što predstavlja najveću udaljenost između protodijastoličkog vrha koaptacije i razine korijena. Kriteriji za funkcionalnu aortnu regurgitaciju postoje ako u diastoli postoji "tenting" listića veći od 8-10 mm i ako je odnos sinotubularnog spoja/korijen veći od 1.6. Za remodelirani-dilatirani sinotubularni spoj-STJ u proširenju uzlazne aorte (Ia) i dilataciji aortnih sinusa (Ic) koriste se tehnike plastike sinotubularnog spoja uz postavljanje umetka u uzlaznu aortu ili se koristi subkomisuralna

Aortic valve insufficiency may be caused by abnormalities of the leaflets, the root, or a combination of both. In some patients, the primary pathology is confined to the aortic root itself, the leaflets remaining anatomically normal. These patients have progressive dilatation of the aortic sinuses and, on occasion, dilatation and distortion of the annulus which results in valvular incompetence. Most cases are "idiopathic" (annuloaortic ectasia) but it may be associated with a wide spectrum of pathological conditions which include arteriosclerosis (80%); posttraumatic injury of the aorta, aortitis, the Marfan syndrome, aortic dissection, aortic dilation in bicuspid aortic valve (BAV) along with rare systemic disorders (Ehlers-Danlos sy). Aortic root pathology has now been reported as the most common cause of aortic valve incompetence.

Like Carpentier's classification of mitral valve diseases, aortic regurgitation functional classification primarily focuses on the mechanisms of valve dysfunction and provides the surgeon with a functional description of the aortic lesions that helps him in choosing the most appropriate surgical technique to restore normal valve physiology. Repair-oriented functional classification of aortic insufficiency includes three types: in type I the cusp motion are normal with functional aortic annulus dilatation, in addition, types Ia, Ib and Ic are distinguished. Determinants of functional aortic regurgitation with anatomically normal aortic valve and ascending aorta aneurysm by transoesophageal echocardiography (TOE) are precise measurements of annulus, Valsalva sinuses, sinotubular junction, and tubular tract dimensions and coaptation leaflet height: maximum distance between protodiastolic coaptation of the leaflet tips and the annulus plane. Aortic regurgitation is functional if diastolic tenting of the leaflets is more than 8-10 mm, and sinotubular junction/annulus ratio greater than 1.6. Repair techniques for sino-tubular junction (STJ) remodeling (Ia) and aortic sinuses dilatation (Ic) employes annuloplasty with ascending aortic graft or subcommissural annuloplasty (SCA), while in aortic root dilatation (Ib) normal valve physiology is restored with reimplantation or remodeling





plastika (SCA), dok se u dilataciji aorte (Ib) funkcija zalistaka obnavlja reimplantacijom ili remodeliranjem uz plastiku komisura. Funkcionalni tip II odnosi se na prolaps jednog od listića zalistka i tada kirurg koristi odgovarajuće tehnike korekcije prolapsa. Na kraju tip III predstavlja sva stanja gdje je zahvaćen sam zalistak, najčešće se radi o degenerativnim promjenama, posljedično zahvaćeni listić je "skvrčen" i slabo pomičan, u ovom tipu rekonstrukcija normalne fiziologije zalistka je najmanje uspješna. Višestruki uzroci regurgitacije mogu biti prisutni na samo jednom zalistku, pa tako, u bolesnika koji ima proširenje uzlazne aorte (tip Ia) i proširenje korijena aorte (tip Ib) moramo isključiti i postojanje prolapsa (tip II).

Transtorakalna ehokardiografija (TTE) je metoda izbora u dijagnosticiranju proširenja uzlazne aorte i korijena aorte u bolesnika sa anuloaortnom ektazijom. Obzirom da je poremećaj na razini ascedentne aorte i korijena, TTE je obično dovoljna u probiru ovih bolesnika, međutim za detaljnu analizu i određivanje preciznih parametara funkcionalne aortne regurgitacije koristimo TEE.

with SCA. Type II demonstrates aortic cusp prolapse with prolapse repair primary technique. Type III is associated with cusp restriction, usually degenerative origin, where leaflet repair is optional. Multiple mechanisms of insufficiency may be present in one valve. In particular, patients with type Ia (ascending aortic dilatation) and type Ib (aortic root dilatation) should be examined for the presence of cusp prolapse (type II).

Transthoracic (TTE) and TOE echocardiography are an excellent modality for imaging aortic root dilatation, which is important for patients with annuloaortic ectasia. Since the predominant sites of dilatation are in the proximal aorta, TTE often suffices for screening, while TOE permits adequate assessment of involved aortic segments and determinants of functional aortic regurgitation.

## Anatomija interatrijalnog septuma i otvorenog foramena ovale — određivanje morfološkog fenotipa otvorenog foramena ovale

## Atrial septal and patent foramen ovale anatomy — defining the morphological phenotypes of patent foramen ovale

**Davorka Žagar**

*Klinički bolnički centar Rijeka, Rijeka, Hrvatska  
University Hospital Centre Rijeka, Rijeka, Croatia*

Otvoreni foramen ovale (PFO) čest je nalaz u osoba s kriptogenim moždanim udarom i često se nalazi kod mladih osoba. U ovim slučajevima indicirano je transkatetersko zatvaranje PFO, ako nisu nađeni drugi uzroci kardiovaskularnog rizika. Ova tehnika ima velik postotak uspješnog zatvaranja, malu incidenciju proceduralnih komplikacija i dobre rezultate kroz duži period praćenja.

Preduvjet uspješnog postupka je kompletno zatvaranje shunta. Međutim, postoji mogućnost zaostajanja rezidualni shonta koji je obično posljedica loše procjene između oblika okludera i anatomije PFO.

Točan opis interatrijalnog septuma (IAS) potreban je za prikladno zatvaranje okluderom. Da bi se to postiglo potrebna je preproceduralna provjera veličine ulaza u desnom atriju (DA) i izlaza u lijevom atriju (LA) PFO te mjere dužine kanala.

Ako je IAS aneurizmatički, tada, mjere dužine kanala PFO i otvora u DA i LA neće biti potpuno adekvatne. Tipovi defekta mogu biti jednostavni i kompleksni. Detaljna procjena PFO izvodi se transezofalnom ehokardiografijom (TEE) i 3D TEE.

Patent foramen ovale (PFO) occurs with greater prevalence in those with cryptogenic stroke. This association is more pronounced in the young. Transcatheter closure of the PFO is indicated in this setting, where no other cause including cardiovascular risk factor is found. This technique is associated with a high success rate, low incidence of procedural complications, and excellent results on long-term follow-up activities.

A prerequisite of procedural success is achieving complete closure of the shunt. Residual shunts are usually the result of a mismatch between the device shape and the PFO anatomy.

The precise description of the atrial septal (AS) characteristics for suitability to devices closure is necessary.

The pre-procedural checklist is essential. Measurements of the entrance right atrium (RA) and exit left atrium (LA) of the PFO and its tunnel length have to be performed.

If the AS is aneurismal, then any measurements of the PFO tunnel length and openings (LA and RA) may not be wholly adequate. The types of the possible defects can be broadly grouped into simple and complex. A detailed assessment of the PFO is performed with transoesophageal echocardiography (TEE) and 3D TEE.



## Spužvasta kardiomiopatija

## Non-compaction cardiomyopathy

**Damir Fabijanić**

Klinički bolnički centar Split, Split, Hrvatska  
University Hospital Centre Split, Split, Croatia

Izolirana nekompaktna (spužvasta) kardiomiopatija lijeve klijetke (ILVNC — od engl. *isolated left ventricular non-compaction cardiomyopathy*) predstavlja rijetku, nasljednu, prema kriterijima Svjetske zdravstvene organizacije, još uvijek nedefiniranu kardiomiopatiju. Progresivan tijek bolesti obilježavaju popuštanje srca, tromboembolijski događaji i složeni poremećaji srčanog ritma; dio bolesnika zahtjeva transplantacijsko liječenje. Pravodobno prepoznavanje bolesti i rani početak liječenja mogu značajno poboljšati ishod.

Ehokardiografija je temeljna dijagnostička metoda. Ehokardiografski kriteriji ILVNC se mogu sažeti u 4 temeljne značajke:

- 1) odsutnost kongenitalne ili stečene bolesti srca;
- 2) segmentalna, dvoslojna, građa hipertrofičnog miokarda, vidljiva u svim fazama srčanog ciklusa, s omjerom nekompaktnog i kompaktnog sloja  $>2$ ;
- 3) prikaz protoka obojanim Dopplerom u intertrabekularnim recesusima;
- 4) karakteristična lokalizacija (najmanje 4) trabekula i/ili isprepletene mreže niti u srednjim i distalnim segmentima inferiorne, lateralne i posteriorne stijenke lijeve klijetke (LK).

Naglašena trabekuliranost tipična za ILVNC se u pravilu nalazi u vršku (100%), srednjem segmentu inferiorne (100%) i srednjem segmentu lateralne (80%) stijenke LK; bazalni su segmenti zahvaćeni izuzetno rijetko. Jednake se promjene nalaze u 41% bolesnika i u vršku desne klijetke. Bilježi se poremećena kinetika stijenke LK, nerijetko i izvan segmenata s tipičnim morfološkim promjenama.

Dvodimenzionalni ehokardiografski prikaz ILVNC u parasternalnom presjeku u kratkoj osi ili u apikalnom presjeku u 4 šupljine može podsjećati na pčelinje saće (engl. *honeycomb myocardium appearance*) ili — u slučaju tangencijalnog presjeka kroz niz usporednih trabekula — na stube (engl. *stairway-like myocardium appearance*).

Protok u intertrabekularnim recesusima prikazuje se obojanim Dopplerom. Zbog različitih smjerova protoka, asinkronije gibanja stjenka i regionalne akinezije, u pravilu se nalazi nehomogeni prikaz obojanim Dopplerom, osobito u bolesnika s prikazom ILVNC u obliku pčelinjeg saća.

Namjera ovog prikaza je podsjetiti na tipične — prvenstveno ehokardiografske - značajke ove rijetke bolesti srca.

Izolated left ventricular non-compaction cardiomyopathy (ILVNC) is a rare, hereditary — according to the criteria of the World Health Organization — still undefined cardiomyopathy. Progressive course of the disease is characterized by heart failure, thromboembolic events and complex cardiac rhythm disorders, some patients require transplantation treatment. Timely detection of the disease and early treatment can significantly improve the outcome.

Echocardiography is the fundamental diagnostic method. ILVNC echocardiographic criteria can be summarized in four main characteristics:

- 1) absence of congenital or acquired heart disease;
- 2) segmental, two-layered structure of hypertrophic myocardium, evident in all phases of the cardiac cycle, with a ratio non-compact and compact layer  $>2$ ;
- 3) color Doppler flow is visualized in intertrabecular recessus;
- 4) characteristic localization (at least 4) trabecula and / or interwoven mesh threads in the medial and distal segments of the inferior, lateral and posterior left ventricular (LV) wall.

Emphasized trabecular feature typical for ILVNC is generally located in the apex (100%), middle segment of inferior (100%) and middle segment of lateral (80%) LV wall; basal segments are affected very rarely. The same changes are to be found in 41% of patients and in the apex of the right ventricle. Kinetics of LV wall has been disturbed, often outside of the segment with typical morphological changes.

Two-dimensional echocardiographic image of ILVNC parasternal short axis view or apical 4 chamber view can have myocardium honeycomb appearance or in the case of tangential section through a series of parallel trabecula it has stairway-like appearance of myocardium.

The flow in intertrabecular recesses is shown with color Doppler. Due to different flow directions, asynchrony of wall motions and regional akinesia, there is inhomogeneous color Doppler image principally shown especially in patients with ILVNC having honeycomb appearance.

The purpose of this image is to remind of such typical — mainly echocardiographic feature of this rare heart disease.



## Ehokardiografija u akutnom zatajivanju srca

## Echocardiography in acute heart failure

**Nikola Bulj**

*Klinički bolnički centar Sestre milosrdnice, Zagreb, Hrvatska  
University Hospital Centre Sestre milosrdnice, Zagreb, Croatia*

Akutno zatajivanje srca (ZS) predstavlja nagli nastup simptoma i znakova popuštanja srca koje zahtijeva hitno liječenje. Okvirno, može se podijeliti u dvije skupine: akutno ZS (de novo) bez od ranije poznate srčane bolesti i akutno pogoršanje već postojećeg kroničnog ZS. Najčešći uzroci ZS su: ishemija, aritmije, poremećaji funkcije srčanih zalistaka, bolesti perikarda, uzroci koji dovode do povišenja tlaka punjenja ili povišene sistemske vaskularne rezistencije. Prema aktualnim smjernicama Europskog kardiološkog društava za liječenje kroničnog i akutnog ZS klinički se akutno ZS može podijeliti u 6 podskupina, a to su: akutno pogoršanje kroničnog ZS, plućni edem, akutno hipertenzivno ZS, kardiogeni šok, izolirano popuštanje desne klijetke i akutno popuštanje srca u akutnom koronarnom sindromu.

Doplerehokardiografija predstavlja temeljnu dijagnostičku metodu kojom se utvrđuju funkcionalne i strukturne promjene koje su dovele do akutnog ZS. Ehokardiografski pregled mora se što je moguće žurnije učiniti u svih bolesnika s akutnim ZS jer nalaz izravno utječe na odluku o adekvatnom hitnom liječenju bolesnika. Doplerehokardiografijom se utvrđuje regionalna i globalna kontraktilnost lijeve i desne klijetke, sistolička i dijastolička funkcija, funkcija srčanih zalistaka, patološke promjene perikarda, mehaničke komplikacije akutnog infarkta miokarda i pokazatelji disinkronije. Također, neinvazivno, semikvantitativno mjerenje tlakova punjenja lijeve i desne klijetke, određivanje udarnog volumena i tlaka u pulmonalnoj arteriji značajno doprinosi u kliničkom rasuđivanju i izboru optimalnog liječenja bolesnika.

Acute heart failure (HF) is the sudden appearance of symptoms and signs of HF that requires immediate treatment. Generally, it can be divided into two groups: acute HF (de novo) without any of the previously known heart disease and acute exacerbation of the already existing chronic HF. The most common causes of HF are: ischemia, arrhythmias, abnormal functioning of the heart valves, pericardial disease, the causes that lead to elevation of filling pressure or elevated systemic vascular resistance. According to current guidelines of the European Society of Cardiology for the treatment of chronic and acute HF, clinically, the acute HF can be divided into 6 subgroups, namely: acute exacerbation of chronic HF, pulmonary edema, acute hypertensive HF, cardiogenic shock, isolated right ventricular failure and acute HF in acute coronary syndrome.

Dopplerechocardiography is the fundamental diagnostic method that determines the functional and structural changes that have led to acute HF. Echocardiographic examination must be performed as soon as possible in all patients with acute HF because the finding directly influences the decision on appropriate emergency treatment of patients. Dopplerechocardiography is used to establish regional and global contractility of the left and right ventricle, systolic and diastolic function, heart valvular function, pericardial pathological changes, mechanical complications of acute myocardial infarction and indications of dyssynchrony. Also, non-invasive, semi-quantitative measurement of left and right ventricular filling pressure, the determination of stroke volume and pressure in the pulmonary artery greatly contributes to clinical reasoning and choice of optimal treatment for patients.

## Brucelozni endokarditis

## Brucella endocarditis

**Zumreta Kušljugić, Elnur Smajić**

*Univerzitetski klinički centar Tuzla, Tuzla, Bosna i Hercegovina  
University Clinical Center Tuzla, Tuzla, Bosnia and Herzegovina*

Endokarditis predstavlja rijetku i ozbiljnu komplikacija bruceloze i glavni uzrok smrti u ovoj bolesti. Dijagnoza se temelji na povezanosti epidemioloških, kliničkih i seroloških elemenata. Ehokardiografija ima presudnu ulogu u ranoj dijagnozi, kao i u identifikaciji predisponirajuće bolesti srca i lokalnih komplikacija tipičnih za ovu bolest. Usprkos kompletnom farmakološkom liječenju, brucelozni endokarditis često zahtijeva hitan kardiokirurški zahvat, zbog nemogućnosti kontrole infekcije te promjena koje dovode do nastupa kongestivnog srčanog zatajivanja.

Endocarditis is a rare and serious complication of brucellosis and is the main cause of death in this pathology. Diagnosis is based on the association of epidemiological, clinical and serological elements. Echocardiography plays a crucial role in early diagnosis, as well as in identifying predisposing heart disease and local complications typical of this pathology. Despite the complete pharmaceutical treatment, brucella endocarditis usually calls for an emergency heart surgery, due to the inability to control the infection and the changes, which lead to the congestive heart



Agresivno liječenje, zajedno s operativnim zahvatom tijekom razdoblja aktivne infekcije, pokazuje dobre rezultate u eradikaciji infekcije i prevenciji smrtnih komplikacija.

failure. Aggressive treatment, with surgery performed during a period of active infection, produced good results in eradication of infection and in preventing fatal complications.

## Konvencionalne i novo predložene smjernice za implantaciju CRT

## Conventional and newly proposed guidelines for CRT implantation

**Martina Lovrić Benčić**

*Klinički bolnički centar Zagreb, Zagreb, Hrvatska  
University Hospital Centre Zagreb, Zagreb, Croatia*

Tijekom zadnjeg desetljeća je ustanovljena nova terapija za zatajivanje srca (ZS) te se u mnogim studijama pokazalo da neki pacijenti s ZS imaju koristi od istodobne stimulacije obje klijetke (biventrikularna ili BiV stimulacija) ili jedne klijetke kod pacijenata s blokom grane. Ovaj pristup se naziva srčana resinkronizacijska terapija (CRT). CRT se može postići pomoću uređaja koji je dizajniran isključivo za stimuliranje ili može biti uključen u kombinirani uređaj zajedno s ICD. CRT se preporuča kod pacijenata s uznapredovalim ZS (obično III. ili IV. stupanj prema NYHA klasifikaciji), teškom sistoličkom disfunkcijom (npr. ejeckijska frakcija lijeve klijetke (LVEF)  $\leq 35\%$ ) i poremećajem intraventrikularnog protoka (npr. QRS  $\geq 120$  ms). Logička podloga za primjenu CRT jest u tome da ventrikularna disinkronija može dodatno naštetiti crpnoj funkciji oslabljene klijetke. Resinkronizacija može poboljšati crpnu funkciju i poništiti štetan proces remodeliranja klijetki. Međutim, nedavni dokazi su pokazali da bi moglo doći do izmjena smjernica i kod odabira pacijenata za implantaciju CRT uređaja:

- dilatacija lijeve klijetke (LV) više nije potrebna za preporuku;
- pacijenti u IV. stupnju prema NYHA bi trebali biti pokretni;
- razumna očekivanja preživljenja s dobrim funkcijskim statusom za  $\geq 1$  godine kod CRT-D;
- dokazi su najsnažniji za pacijente s tipičnim blokom lijeve grane (LBBB; u studiji CARE-HF uzorak osnovnog tipičnog LBBB je ukazivao na povoljan ishod), dok su rezultati protiv primjene u pacijenata s blokom desne grane (RBBB). Pomoću multivarijatne analize, produžen PR-interval i RBBB su predstavljali jedine prediktore nepovoljnih ishoda. 5% pacijenata s RBBB je imalo naročito visoku učestalost događaja; e) slična razina dokaza postoji za CRT-P i CRT-D.

Također postoje rastući dokazi za nove indikacije: studija MADIT-CRT je dokazala koristan učinak primjene CRT na epizode ZS i remodeliranje kod pacijenata s blagim ili bez simptoma ZS.

Populacija studije se sastojala od 1820 pacijenata s LVEF  $\leq 30\%$ , QRS  $\geq 130$  ms i I. ili II. stupnjem ZS prema NYHA klasifikaciji koji su bili randomizirani na CRT-ICD ili samo ICD. Primarni ishod je bila smrt od svih uzroka ili nefatalne epizode ZS. CRT-ICD je smanjio učestalost primarnih ishoda u usporedbom sa samim ICD, odnosno registrirana je 41% redukcija epizoda ZS.

During the last decade new device therapy for heart failure (HF) was established and showed in multiple trials that some HF patients benefit from simultaneous pacing of both ventricles (biventricular or BiV pacing) or of one ventricle in patients with bundle branch block. This approach is referred to as cardiac resynchronization therapy (CRT). CRT can be achieved with a device designed only for pacing or can be incorporated into a combination device with an ICD. CRT is recommended in patients with advanced HF (usually NYHA class III or IV), severe systolic dysfunction (eg, left ventricular ejection fraction (LVEF)  $\leq 35\%$ ) and intraventricular conduction delay (eg, QRS  $\geq 120$  msec). The rationale for CRT is that ventricular dyssynchrony can further impair the pump function of a failing ventricle. Resynchronization may improve pump performance and reverse the deleterious process of ventricular remodeling. Recent evidence showed however that there might be some changes in guidelines and patient selection for CRT device implantation:

- LV dilatation is no longer required in the recommendation;
- NYHA class IV patients should be ambulatory;
- reasonable expectation of survival with good functional status for  $\geq 1$  year for CRT-D;
- evidence is strongest for patients with typical left bundle branch block (LBBB; in CARE-HF study a baseline typical LBBB pattern predicted a favourable outcome), results against patients with right bundle branch block (RBBB). By multivariable analysis, prolonged PR-interval and RBBB were the only predictors of non-favourable outcome. The 5% of patients with RBBB had a particularly high event rate; e) similar level of evidence for CRT-P and CRT-D.

There is also growing evidence for new indications: the MADIT-CRT trial demonstrated a beneficial impact of cardiac resynchronization therapy on heart failure events and remodeling in patients with mild or no HF symptoms.

The study population consisted of 1820 patients with an LVEF  $\leq 30\%$ , QRS  $\geq 130$  msec, and NYHA class I or II HF who were randomly assigned to CRT-ICD or ICD alone. The primary endpoint was death from any cause or a non-fatal HF event. CRT-ICD produced a decrease in the primary endpoint as compared to ICD alone, the benefit driven by a 41% reduction in HF events.

Evidence of CRT induced reverse remodeling was also demonstrated by echocardiographic measures. The benefit





Dokazi induciranog reverznog remodeliranja primjenom CRT su također registrirani pomoću ehokardiografskih mjerenja. Dobrobit je primarno registrirana kod pacijenata s trajanjem QRS >150 ms. Što se tiče pacijenata sa ZS i trajnom fibrilacijom atriya (AF) — većina ih je u meta-analizi podvrgnuta AV nodalnoj ablaciji. Veliki, prospektivni, opservacijski registar je pokazao da je tijekom dugoročnog praćenja hibridna terapija koja kombinira CRT s AV ablacijom (100% učinkovitost biventrikularne stimulacije) dovela do poboljšanja funkcije LV i sposobnosti vježbanja koja je usporediva kao kod pacijenata sa sinusnim ritmom. U istoj skupini, autori su dokazali da su pacijenti sa ZS i AF koji su liječeni CRT dobili iste dobrobiti preživljavanja kao oni sa sinusnim ritmom kada je AV ablacija obavljena ubrzo nakon implantacije CRT. Ovi opservacijski podaci se trebaju potvrditi u kontroliranim randomiziranim studijama u skupinama pacijenata sa ZS i trajnom AF.

Zaključno, kod pacijenata s konvencionalnom indikacijom za stimulaciju, simptoma III./IV. stupnja prema NYHA, LVEF  $\geq$ 35% i širina QRS  $\geq$ 120 ms, indiciran je CRT-P/CRT-D, zato što će samo stimulacija desne klijetke inducirati disinkroniju.

was observed primarily in patients with a QRS duration >150 msec. Regarding HF patients with permanent AF — the majority of patients in meta-analyses had undergone AV nodal ablation. A large, prospective, observational registry showed that, during long-term follow-up, hybrid therapy combining CRT with AV ablation (resulting in 100% effective biventricular stimulation) conferred improvements in LV function and exercise capacity comparable to those achieved in patients with SR. In the same cohort, the authors provided evidence that patients with HF and AF treated with CRT received the same survival benefit as those achieved in patients with SR only when AV ablation was performed shortly after CRT implantation. These observational data need to be confirmed in randomized controlled studies in the cohort of patients with HF and permanent AF.

Finally, in patients with a conventional indication for pacing, NYHA III/IV symptoms, an LVEF of  $\geq$ 35%, and a QRS width of  $\geq$ 120 ms, a CRT-P/CRT-D is indicated, because RV pacing alone will induce dyssynchrony.

## Ehokardiografija u CRT optimizaciji

## Echocardiography in CRT optimization

**Jadranka Šeparović Hanževački**

*Klinički bolnički centar Zagreb, Zagreb, Hrvatska  
University Hospital Centre Zagreb, Zagreb, Croatia*

Resinkronizacijska terapija biventrikulskim elektrostimulatorom (CRT) može se individualno programirati i prilagoditi svakom bolesniku. To nam daje mogućnost da poboljšamo odgovor na CRT u onih bolesnika koji nisu postigli željeni učinak ove terapije. Nakon ugradnje uređaj se inicijalno programira, prema potrebi neposredno prije i poslije otpusta te prati u daljnjem redovitim intervalima, nakon 3, 6 i 12 mjeseci i dulje prema potrebi. Na svakom koraku postoje dva osnovna pristupa: 1. Održavanje CRT ritma, i 2. Optimiziranje vremenskih razmaka: atrioventrikulskog (AV) i interventrikulskog (VV).

Učinak CRT moguć je jedino uz 100% biventrikulsku stimulaciju, stoga je na svakoj kontroli važno provjeriti da li bolesnik ima trajnu CRT stimulaciju. Nadalje, učinak resinkronizacijske terapije ovisan je o pravilnim vremenskim razmacima stimulacije svake pojedine elektrode. Pa tako pravilni razmak stimulacije treba omogućiti dovoljno vremena za pasivno punjenje klijetke, a opet ono ne smije biti predugo da ne dođe do vlastitih otkucaja. Nadalje, optimizacija treba omogućiti primjereno vrijeme kontrakcije desne u odnosu na lijevu klijetke. U optimizaciji ovih vremenskih razmaka ehokardiografija se smatra "zlatnim standardom". Transmitralni zapis Dopplerom omogućuje nam savršeno optimiziranje atrioventrikulske sinkronije. Uspoređujući odnos transmitralnog protoka s AV razmakom, optimalan je onaj AV razmak koji omogućuje da se mitralni zalistak zatvori na kraju A vala. Ako je AV razmak predug, E i A val se stapaju i skraćuje se vrijeme dijastoličkog punjenja. U tom se slučaju nekad može pojaviti i dijastolička mitralna regurgitacija. Ako je AV razmak prekratak, E i A

Cardiac resynchronization therapy (CRT) can be programmed specifically to meet the needs of an individual patient in such a way that a non-responder or suboptimal responder will derive more benefit and even full benefit of CRT. Standard device follow up consist of initial programming, pre-, post hospital discharge monitoring and long-term follow up. At each step two main device-based approaches are: 1. Promoting CRT 2. Optimizing timing: atrioventricular (AV) timing and interventricular (VV) timing.

CRT should pace the heart as close to 100% of the time as possible, at follow up it is necessary to verify that the patient is receiving continuous CRT stimulation. As well CRT depends on precise timing of the ventricular contractions. Timing must allow for adequate time for the passive filling of the ventricles but not so much time that the ventricles have chance to beat on their own. Further on, CRT optimization must allow for proper contraction of the right and left ventricles with respect to each other. Echocardiography is considered the "gold standard" of timing optimization. With an optimal AV interval, the mitral valve (MV) closes at the end of the A wave. If the AV delay is too long, the E and A waves become fused and the diastolic filling is shortened. Late diastolic mitral regurgitation (MR) may then occur. If the AV delay is too short, the E and A waves become widely separated and the A wave is truncated by early mitral valve closure prior to completion of left ventricular filling. Using aortic velocity time integral (VTI) measured by Doppler, AV delay is adjusted until the greatest possible VTI value is founded, which would corre-



val se jako udaljuju što dovodi do odsjecanja A vala ranim zatvaranjem mitralnog zalistka prije nego li je završilo punjenje lijeve klijetke. Pomoću vremenskog integrala brzine (VTI) dobivene Dopplerom u izgonskom traktu (LVOT), određuje se najpovoljniji razmak na način da se uzima onaj kojim je dobivena najveća vrijednost VTI-a, što odgovara i najvećem minutnom volumenu (CO). Kada je određen i stimulirani AV razmak pristupa se interventrikulskom optimiziranju (VV). Pri VV optimiziranju, preporučuje se započeti s razmakom od 20 ms (i nadalje ih povećavati) i to tako da lijeva klijetka bude prva stimulirana. Pri svakoj postavci novog razmaka, mjeri se VTI LVOT. Optimalan je onaj razmak koji producira najveću vrijednost VTI. Osim u postizanju atrioventrikulske i interventrikulske sinkronije, ehokardiografija je nužna (i "zlatni standard") u ranom postimplantacijskom praćenju bolesnikova odgovora na CRTte eventualnom određivanju i otkrivanju zaostale intraventrikulske disinkronije. Ehokardiografski oporavak lijeve klijetke najjači je predskazatelj dugotrajnog preživljavanja bolesnika nakon CRT. Multidisciplinarni pristup, elektrofiziologa i ehokardiografičara zajedno, rezultira mnogo boljom selekcijom bolesnika za CRT i optimalnim praćenjem bolesnika nakon ugradnje, na taj način se ostvaruje najveći potencijal kojeg može dati bolesnik, liječnik i uređaj.

spond to the greatest CO. When sensed and paced AV delay is optimized, aortic VTI is then used for VV timing. While adjusting the interventricular settings, it is advisable to pace LV first in 20 ms interval and measure VTI values. The optimal VV timing delay is the one that produces the greatest VTI value. Beside AV and VV timing echocardiography is the core stone in early identification of post implant suboptimal responses. Detecting LV remodelling by echocardiography seems to be the strongest predictor of long-term survival after CRT. A multidisciplinary approach, having electrophysiology and imaging subspecialists work together can facilitate better patient selection and CRT device optimization. The goals of a multidisciplinary approach is to maximize the patient-physician-device potential.

## Ehokardiografske tehnike za evaluaciju srčane mehanike

## Echocardiographic techniques in the evaluation of cardiac mechanics

**Viktor Peršić**

*Thalassotherapia Opatija, Opatija, Hrvatska  
Thalassotherapia Opatija, Opatija, Croatia*

**G**otovo je 60 godina prošlo od prve primjene ultrazvuka u kardiologiji, koji se razvija od kurioziteta do nezostavnog rutinskog alata neslučenih razmjera daljnjeg razvoja.

Ehokardiografija je nekoliko desetljeća bila jedina metoda za oslikavanje u kardiologiji korištena za prikazivanje srca u pokretu, što je i logično, obzirom na njenu istinski dinamičku prirodu. U razdoblju od proteklih deset godina najveći se napredak desio u razvoju tehnika za kvantitativnu analizu pokretljivosti tkiva i mjerenju deformacije miokarda. Radi se o dvije metode, tkivnom Doppleru i dvodimenzionalnom praćenju referentne točke tzv. *speckle tracking* ehokardiografiji. Navedene su metode od temelja promijenile način ehokardiografskog pristupa karakterizaciji globalnih i regionalnih funkcija miokarda, a bolju prostornu orijentaciju u njihovom prikazivanju, u trodimenzionalnoj perspektivi, danas nudi trodimenzionalna ehokardiografija.

Analiza tkivnim doplerom i speckle tracking ehokardiografijom na vrlo jednostavan način možemo kvantitativno prikazati vrlo male promjene u regionalnoj i globalnoj funkciji miokarda. Paralelni napredak u kvaliteti oslikavanja, digitalna pohrana i paralelna obrada podataka uz mnoga druga tehnička unapređenja, pokrenula su mnogobrojna klinička istraživanja koja opisuju korištenje nave-

**I**t has been almost 60 years since the ultrasound was used in cardiology, evolving from curiosity to an absolutely necessary routine tool of enormous proportions for further development.

Echocardiography has during a period of few decades been the only method of imaging used in cardiology for imaging the heart in motion, which is logical, considering its true dynamic nature. During the period of the past ten years, the greatest progress has occurred in the development of techniques for quantitative analysis of the mobility of the tissue and measurement of the deformation of the myocardium. These are the two methods, tissue Doppler and two-dimensional monitoring of the reference point, the so-called *speckle tracking* echocardiography. These methods have basically changed the echocardiographic approach to the characterization of global and regional myocardial functions, while improved spatial orientation in their imaging, in three-dimensional perspective, is today offered by a three-dimensional echocardiography.

Analysis by tissue Doppler and speckle tracking echocardiography may in a very simple way quantitatively show very small changes in regional and global myocardial function. Parallel advancement in the quality of imaging, digital storage and parallel processing of data has, along with many other technical advancements launched



denih aplikacija u vođenju terapije srčanog zatajivanja, ishemijske bolesti srca, kardiomiopatijama, resinkronizacijskoj terapiji i bolestima srčanih zalistaka.

Integracijom i kritičkom interpretacijom dostupnih znanstvenih izvora u prezentaciji bit će predstavljene navedene ehokardiografske tehnike za evaluaciju srčane mehanike, sagledavanje modaliteta interpretacije i njihova primjena u svakodnevnoj kliničkoj kardiološkoj praksi.

numerous clinical studies that describe the use of these applications in conducting the treatment of heart failure, ischemic heart disease, cardiomyopathy, resynchronization therapy and valvular heart disease.

Integration and critical interpretation of available scientific resources in the presentation will be presented in these echocardiographic techniques for the evaluation of cardiac mechanics, reviewing the modalities of interpretation and their application in daily clinical cardiac practice.

## CT koronarografija

## CT coronarography

**Mladen Jukić**

*Poliklinika Sunce, Zagreb, Hrvatska  
Sunce Polyclinic, Zagreb, Croatia*

Unatrag par godina, uvođenjem multidektora i "EKG gating" te sveukupnog rapidnog napretka tehnologije kompjutorizirane tomografije (CT), neinvazivno oslikavanje kucajućeg srca i koronarnih arterija koje se stalno miču što je godinama predstavljalo ogroman tehnološki i znanstveni izazov, konačno je postalo prihvatljivo.

Noviji CT uređaji (64-, 128-, 256- i 320-slojni) koji se danas koriste u dijagnostici pacijenata sa suspektnom ili poznatom koronarnom bolesti srca (KBS) daju nam detaljne informacije kako o anatomiji koronarnih arterija, tako i o funkciji lijeve klijetke. Za razliku od invazivne koronarografije (lumenografije) koja prikazuje samo lumen koronarnih arterija, CT koronarografija daje nam informacije ne samo o lumenu i aterosklerotskom plaku unutar lumena, nego i o neobstruktivnom plaku i njegovoj strukturi, ukoliko postoji, u stijenci krvne žile i izvan nje, kao i ostalim okolnim strukturama. Zahvaljujući svemu tome CT koronarografija daje nam odgovor na tri ključna klinička pitanja. Prvo je dijagnostičko pitanje — ima li pacijent ili nema KBS? Drugo pitanje je prognostičko — je li je taj pacijent izložen nekom velikom fatalnom i nefatalnom događaju u skorij budućnosti? I treće pitanje je terapijsko — pomaže li CT koronarografija liječniku kliničaru u smanjenju rizika velikih nepoželjnih kliničkih događaja?

Postoje dva važna sigurnosna čimbenika o kojima treba voditi računa kod upotrebe CT koronarografije, to su doza zračenja koja je danas višestruko smanjena i primjena jodnog kontrastnog sredstva koje može dovesti do alergijske reakcije i akutnog oštećenja bubrega.

S tim u vezi, premda je broj indikacija svake godine sve veći, CT koronarografija se ne preporuča kod asimptomatskih pacijenata.

Najčešće indikacije za CT koronarografiju su:

1. suspektna KBS, bolesnici sa stabilnom anginom pectoris, poglavito oni sa niskim i srednjim rizikom, a takvih je prema nekim istraživanjima više od 80%;
2. bolesnici sa akutnim koronarnim sindromom koji imaju uredan EKG, negativan troponin te niski ili srednji rizik;
3. pacijenti kod kojih postoji sumnja na anomaliju koronarnih arterija — gdje je to dijagnostička metoda izbora

During the past few years, after having introduced multidetector and "ECG gating" and overall rapid progress of technology of the computed tomography (CT), non-invasive imaging of the beating heart and coronary arteries that are constantly in motion, which has been a huge technological and scientific challenge for years, has finally become acceptable.

The more advanced CT devices (64-, 128-, 256- and 320-slice) which are today used in diagnostics of patients with suspected or known coronary artery disease (CAD) provide us with detailed information not only on anatomy of coronary arteries, but also on the left ventricular (LV) function. Unlike invasive coronary angiography (lumenography) that only shows the lumen of coronary arteries, CT coronarography provides us with information not only about the lumen and atherosclerotic plaque within the lumen, but also the non-obstructive plaque and its structure, if any, in the blood vessel wall and beyond it, as well as other surrounding structures. Owing to that, CT coronarography gives us an answer to three key clinical questions. The first is a diagnostic question — does a patient have or does not have CAD? The second question is a prognostic question — is the patient exposed to a major fatal and non-fatal event in the near future? And the third question is a therapeutic question — does CT coronarography help a physician clinician in reducing the risk of major undesired clinical events?

There are two important safety factors that should be taken into account in the use of CT coronarography, this is the radiation dose that is nowadays reduced by several times and the application of iodine contrast agent that can cause allergic reactions and acute kidney damage.

In connection therewith, although a number of indications is rising every year, CT coronarography is not recommended in the event of asymptomatic patients.

The most frequent indications for CT coronarography:

1. suspected CAD, patients with stable angina pectoris, especially those with low and medium risk and according to some researches there are over 80% of such patients,
2. patients with acute coronary syndrome who have normal ECG, negative troponin, and low or medium risk,



4. preoperativna evaluacija pacijenata koji se podvrgavaju nekoronarnoj kardijalnoj operaciji;

5. u razdoblje praćenja bolesnika s transplantacijom srca;

6. evaluacija prenosnica u bolesnika kod kojih je prethodno učinjeno aortokoronarno premoštenje;

7. evaluacija stentova kod bolesnika kojima su prethodno ugrađeni stentovi;

8. ostale specifične subgrupe bolesnika uključujući i žene, bolesnike s kompletnim blokom lijeve grane (LBBB), bolesnike s disfunkcijom lijeve klijetke, fibrilacijom atrijsa;

9. procjena globalne i regionalne funkcije lijeve klijetke;

10. procjena nekalcificiranog koronarnog plaka i njegovog sastava, identifikacija vulnerabilnog plaka.

Najnovija istraživanja ukazuju da bi CT u skoroj budućnosti mogao postati one stop shop za oslikavanje bolesnika s kardiovaskularnim bolestima dajući nam precizne informacije ne samo o anatomiji i funkciji, nego i perfuziji i vijabilnosti uz prihvatljivu dozu zračenja.

3. patients suspected of having anomalous coronary arteries — this is a diagnostic method of choice,

4. preoperative evaluation of patients undergoing non-coronary cardiac surgery,

5. follow-up of patients with heart transplantation,

6. evaluation of bypass in patients with previous aorto-coronary bypass,

7. evaluation of stents in patients with previous implanted stents,

8. other specific subgroups of patients, including women, patients with complete left bundle branch block, patients with LV dysfunction, atrial fibrillation,

9. evaluation of global and regional left ventricular function,

10. evaluation of non-calcified coronary plaque and its composition, identification of vulnerable plaque.

Recent researches suggest that the CT in the near future could become a one stop shop for imaging patients with cardiovascular diseases, giving us precise information not only about the anatomy and function, but also perfusion and viability with an acceptable dose of radiation.

## Oslikavanje magnetnom rezonancijom u ishemijskoj bolesti srca

## Magnetic resonance imaging in the ischemic heart disease

**Maja Hrabak Paar, Ranka Štern Padovan**  
*Klinički bolnički centar Zagreb, Zagreb, Hrvatska*  
*University Hospital Centre Zagreb, Zagreb, Croatia*

U bolesnika s ishemijskom bolesti srca, magnetna rezonancija (MR) srca može se koristiti za procjenu vijabilnosti miokarda i proširenosti infarkta, značaja stenozе koronarne arterije, kao i za utvrđivanje postojanja kongenitalnih anomalija koronarnih arterija. MR srca također omogućuje točnu procjenu i kvantifikaciju funkcije desne i lijeve klijetke. Stres-MR perfuzija miokarda uz primjenu adeno-zina i praćenje prvog prolaska gadolinijevog kontrastnog sredstva kroz miokard, te dobutaminski stres-MR pregled s analizom regionalnih poremećaja kontraktiliteta lijeve klijetke mogu se koristiti za detekciju inducibilne ishemije miokarda. Nadalje, odgođeno prožimanje miokarda gadolinijevim kontrastnim sredstvom prisutno je u nevijabilnom miokardu omogućujući diferencijaciju između subendokardnog i transmuralnog infarkta, što je osobito važno u predviđanju oporavka funkcije lijeve klijetke nakon revascularizacije miokarda. U bolesnika s akutnim infarktomiokarda može se vidjeti edem stijenke lijeve klijetke. U dijela bolesnika s akutnim infarktomiokarda može se naći zona mikrovaskularne opstrukcije koja ukazuje na lošiju prognozu bolesti.

In patients with ischemic heart disease, cardiac magnetic resonance imaging (MRI) can be used for assessment of myocardial viability and infarction size, evaluation of coronary artery stenosis significance, as well as for detection of congenital coronary artery anomalies. Cardiac MRI also allows accurate assessment and quantification of the right and left ventricular function. Adenosine stress myocardial perfusion MRI during the first-pass of gadolinium-based contrast agents, and dobutamine stress MRI with analysis of left ventricular wall motion abnormalities could be used to detect inducible myocardial ischemia. Furthermore, delayed enhancement after injection of gadolinium-based contrast agents can be observed in non-viable myocardium, enabling differentiation between sub-endocardial and transmural infarcts, which is particularly important for predicting left ventricular function recovery after revascularization procedures. In patients with acute myocardial infarction the left ventricular wall edema can be depicted. In some patients with acute infarction the no-reflow zone of microvascular obstruction can be seen, indicating worse prognosis.





## Ehokardiografija i perkutane koronarne intervencije

## Echocardiography and percutaneous coronary interventions

**Vjeran Nikolić Heitzler**

*Klinički bolnički centar Sestre milosrdnice, Zagreb, Hrvatska  
University Hospital Centre Sestre milosrdnice, Zagreb, Croatia*

Indikaciju za primjenu transtorakalne ehokardiografije u uvjetima akutno nastale boli u prsištu, dakle prije primarne perkutane koronarne intervencije (pPCI) dala je već 2003. godine Studijska grupa American College of Cardiology, American Heart Association i American Society of Echocardiography klasificiranu po važnosti kao grupa I, između ostalog u sljedećim stanjima:

- Evaluacija boli u prsištu kod bolesnika sa suspektnom akutnom miokardnom ishemijom bez tipičnih EKG promjena (npr. infarkt stražnje stijenke) i uz "mirne kardioselektivne enzime" ili prije njihovog porasta. Ehokardiografija se treba učiniti u tijeku boli ili neposredno po njezinom prestanku;
- Evaluacija boli u prsištu kod bolesnika sa suspektnom aortnom disekcijom;
- Evaluacija boli u prsištu kod hemodinamski nestabilnih bolesnika (npr. signifikantna stenoza debela lijeve koronarne arterije ili višezilna koronarna bolest), koji ne reagiraju na uobičajenu terapiju,

Studijska grupa je izričito navela da je protiv rutinske primjene ehokardiografije u bolesnika s boli u prsištu koji imaju tipične EKG promjene akutne ishemije ili srčanog infarkta. Segmentalni poremećaji kinetike su tipični u ishemijskoj bolesti miokarda, kako u ranoj fazi tako i po perkutanoj koronarnoj intervenciji (PCI). U 90% bolesnika ostvaruje se dobar ehokardiografski prikaz srčanih struktura. U 16 studija koje su uključile više od 1.300 bolesnika u evaluaciji akutne boli u prsištu postignuta je senzitivnost od 93% i specifičnost od 71% (npr. izuzetak su bolesnici s već preboljelim infarktom miokarda, blokom lijeve grane, stanju po kardiokirurškoj revaskularizaciji miokarda). Poremećaji kinetike mogu biti odsutni kod bolesnika s malim infarktom.

U akutnoj fazi infarkta s elevacijom ST segmenta (STEMI) inferiorne regije popraćenog s hipotenzijom do šokom od posebnog je interesa evaluacija funkcije (kinetike) desne klijetke budući da se radi o stanju koje zahtijeva poseban hemodinamski pristup.

Okluzija epikardne koronarne arterije bez kolateralne cirkulacije rezultira s miokardnom ishemijom i konačno ako se vremenski produži s ireverzibilnim oštećenjem, nekrozom pripadajućih segmenata miokarda. Pravovremena reperfuzija, tj. "otvaranje" koronarne arterije spontano, trombolizom ili posljednjih godina sve češće pPCI doprinosi oporavku miokarda smanjujući opseg nekroze, nepovoljnu remodelaciju i bitno utječući na značajno bolje preživljenje bolesnika. Svakako, hipoteza otvorene koronarne arterije i potpunog oporavka miokarda nažalost je prejednostavna, budući da je svrha adekvatne reperfuzije

Indication for the use of transthoracic echocardiography in conditions of acutely caused chest pain, prior to primary percutaneous coronary intervention (pPCI) was given in 2003 by the Study Group of the American College of Cardiology, American Heart Association and American Society of Echocardiography classified by importance as the group I, in the following conditions:

- Evaluation of chest pain in patients with suspected acute myocardial ischemia without typical ECG changes (e.g. posterior wall infarction) and with normal cardioselective enzymes or prior to their elevation. Echocardiography should be done in the course of pain or immediately after the pain ceases,
- Evaluation of the chest pain in the patients with suspected aortal dissection,
- Evaluation of the chest pain in the hemodynamically unstable patients (e.g. significant stenosis of the left coronary arterial trunk or multi-vessel heart disease), who do not respond to conventional therapy.

The Study group explicitly stated that it is against the routine application of echocardiography in patients with chest pain who have typical ECG changes of acute ischemia or myocardial infarction. Segmental kinetics disorders are typical in ischemic myocardial disease, not only in an early stage, but also following percutaneous coronary intervention (PCI). In 90% of patients, a good echocardiographic view of cardiac structure is achieved. In 16 studies involving more than 1,300 patients in the evaluation of acute chest pain, sensitivity of 93% and specificity of 71% was achieved (e.g. except for patients with a history of myocardial infarction, LBBB, condition followed by cardio-surgical myocardial revascularization). Kinetics disorders may not exist in patients with small myocardial infarction.

In acute stage of ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) of inferior region, accompanied by hypotension and shock, the evaluation of function (kinetics) of the right ventricle are of special interest because it is a condition that requires special hemodynamic approach.

Occlusion of epicardial coronary arteries without collateral circulation results in myocardial ischemia and finally, if it is timely extended, it results in irreversible damage, necrosis of the corresponding segments of the myocardium. Timely reperfusion, i.e. "opening" of coronary arteries spontaneously or by thrombolysis or by pPCI that has been increasingly used during the past few years, contribute to myocardial recovery, reducing the extent of myocardial necrosis, adverse remodeling and significantly impacting better survival of patients. Certainly, the hypothesis of open coronary arteries and complete recovery of myocardium is



ne samo otvaranje okluzije, već i uspostava tkivne miokardne reperfuzije. Bitno je naglasiti da su uspjesi to bolji što je period do otvaranja krvne žile kraći. U tijeku reperfuzije slijedi više ili manje izražena mikrovaskularna disfunkcija i upravo stoga po učinjenoj pPCI zadatak ehokardiografije je da odgovori na tri pitanja:

- Da li je miokard optimalno reperfundiran?
- U kojoj mjeri je miokard "spašen" i u kojoj mjeri se može očekivati daljni oporavak tijekom narednih ehokardiografskih kontrola — pitanje zaostalo "omamljenog" ("stunning") miokarda?
- Je li je praćenje funkcije lijeve (i desne) klijetke neovisno o uspjehu reperfuzije bitan čimbenik u procjeni prognoze i kliničkog ishoda?

Prilikom STEMI već neposredno po pPCI s velikom vjerojatnošću možemo isključiti nepovoljnu remodelaciju miokarda. Nakon tri tjedna dolazi do postupnog formiranja ožiljnog tkiva, a s najvećom vjerojatnosti krajnji ehokardiografski rezultat PCI možemo očekivati 6 tjedana po intervenciji.

unfortunately too simple, since the purpose of adequate reperfusion is not only opening of the occlusion, but also the establishment of tissue myocardial reperfusion. It is worth noting that the shorter the period till opening of the blood vessel is, the better success will be achieved. The course of reperfusion is followed by more or less pronounced microvascular dysfunction and for that reason after the pPCI is done, the task of echocardiography is to answer the three questions:

- Is the myocardium optimally reperfused?
- To which extent is the myocardium "saved" and to what extent can we expect further recovery of myocardium during the next echocardiographic controls — an issue of stunning myocardium?
- Is monitoring the function of the left (and right) ventricle regardless of the success of reperfusion an important factor in evaluation of prognosis and clinical outcome of patients?

During STEMI, and immediately after pPCI we can with high probability exclude adverse myocardial remodeling. Following the three weeks' period, a gradual formation of scar tissue occurs, whereas the final echocardiography result after the pPCI can be (with highly probability) expected in 6 weeks.