

MitralClip – intervention therapy of mitral insufficiency

MitralClip – intervenčná liečba mitrálnej insuficiencie

Dvorožňáková M, Valočik G, Kurečko M, Jankajová M, Vachalcová M

Klinika kardiológie, Východoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb, a.s. a LF UPJŠ, Košice, Slovenská republika

Dvorožňáková M, Valočik G, Kurečko M, Jankajová M, Vachalcová M. **MitralClip – intervention therapy of mitral insufficiency.** Cardiology Lett. 2016;25(1):39–44

Abstract. The MitralClip (MC) is used for intervention therapy in serious mitral regurgitation. It is a metal implant with two arms, aimed at joining together the middle scallops of the mitral valve cusps and thus reduce the mitral mouth area, and thereby also the serious nature of mitral regurgitation. Surgery treatment of patients with isolated serious functional mitral insufficiency bears a high risk. The EVEREST II study confirmed that cardio-surgery for these patients is not superior to the intervention procedure. The less risky MC intervention can be more suitable in such cases and nevertheless also less effective. A successful intervention process depends on the quality of three-dimensional trans-esophageal echo-cardiography (3D TEE). Development of 3D TEE hardware and software will enable further improvement of MC methodology. This overview article related to intervention therapy of mitral insufficiency with MC is aimed at providing the latest information to readers. Fig. 4, Tab. 6, Ref. 24, Online full text (Free, PDF) www.cardiology.sk

Key words: MitralClip – three-dimensional trans-esophageal echo-cardiography – mitral insufficiency – scallops of mitral valve cusps

Dvorožňáková M, Valočik G, Kurečko M, Jankajová M, Vachalcová M. **MitralClip – intervenčná liečba mitrálnej insuficiencie.** Cardiology Lett. 2016;25(1):39–44

Abstrakt. MitralClip (MC) sa používa na intervenčnú liečbu závažnej mitrálnej regurgitácie. Ide o kovový implantát s dvoma ramenami, ktorého úlohou je spojiť stredné skalopy mitrálnych cípov a zmenšiť tak plochu mitrálneho ústia a tým závažnosť mitrálnej regurgitácie. Chirurgická liečba pacientov s izolovanou závažnou funkčnou mitrálnou insuficienciou je vysokoriziková. EVEREST II štúdia dokázala, že u týchto pacientov kardiochirurgický výkon nie je superiorný v porovnaní s intervenčnou procedúrou. Menej rizikový intervenčný výkon, MC, môže byť v týchto prípadoch vhodnejší, aj keď menej efektívny. Úspešný priebeh intervencie závisí od kvality trojrozmernej transezofageálnej echokardiografie (3D TEE). Vývoj hardware-u a software-u 3D TEE umožní ďalšie zdokonaľovanie metodiky MC. Cieľom tohto prehľadového článku je sprostredkovať čitateľom najnovšie informácie týkajúce sa intervenčnej liečby mitrálnej insuficiencie MC. Obr. 4, Tab. 6, Lit. 24, Online full text (Free, PDF) www.cardiology.sk

Kľúčové slová: MitralClip – trojrozmerná transezofageálna echokardiografia – mitrálna insuficiencia – skalopy cípov mitrálnej chlopne

Charakteristika MitralClipu

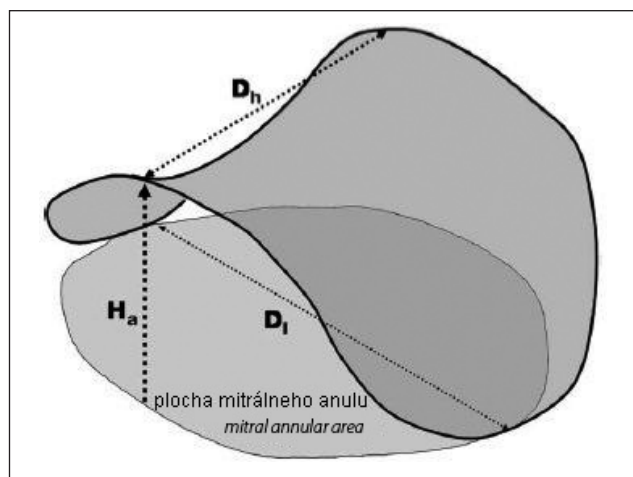
Závažná mitrálna regurgitácia (MR) súvisí s progresívnou dysfunkciou ľavej komory (LK) a prejavmi kongestívneho srdcového zlyhávania. Ročná mortalita pacientov liečených konzervatívne je viac ako 5 % (1).

Jeden z kardiochirurgických prístupov liečby závažnej mitrálnej insuficiencie je založený na suture stredných skalopov cípov mitrálnej chlopne s cieľom vytvoriť dve menšie mitrálne ústia (2). V osemročnom sledovaní pacientov, ktorí podstúpili tento výkon, boli zaznamenané uspokojivé výsledky (3).

Z Kliniky kardiológie, Východoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb, a.s. a LF UPJŠ, Košice, Slovenská republika

Do redakcie došlo dňa 21. mája 2015; prijaté dňa 25. mája 2015

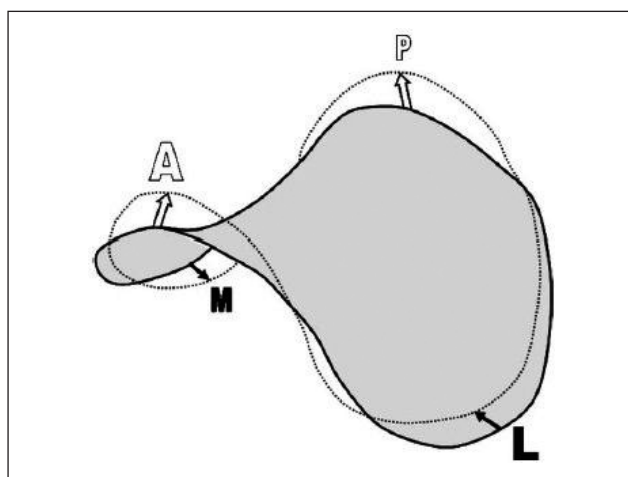
Adresa pre korešpondenciu: MUDr. Marián Kurečko, Východoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb, a.s., Ondavská 8, 040 11 Košice, Slovenská republika, e-mail: mkurecko@vusuch.sk



Obrázok 1 Schematické znázornenie sedlovitého tvaru mitrálnej chlopne s jej rozmermi (5)

Figure 1 Schematic presentation of the nonplanar, saddle-shaped mitral valve and its characteristic parameters (5)

D_h – vzdialenosť medzi najvyššími bodmi anulu, D_l – vzdialenosť medzi najnižšími bodmi anulu, H_a – výška anulu. Plocha mitrálneho anulu je určená z roviny s najmenšou plochou. (D_h – distance between high points, D_l – distance between low points of the annulus, H_a – annular height. The mitral annular area is measured as an area of the least squares plane).



Obrázok 2 Schematické znázornenie dynamiky mitrálneho anulu. Mechanizmus je založený na vzájomnom priblížení sa anteriórneho (A) a posteriórneho (P) najvyššieho bodu, vzájomnom priblížení sa mediálneho (M) a laterálneho (L) najnižšieho bodu mitrálneho anulu a zvýšení výšky anulu (5)

Figure 2 Schematic presentation of the dynamics of the mitral annulus. The mechanism is achieved by reducing the distance between anterior (A) and posterior (P) high points with increase in annular height and reducing the distance between medial (M) and lateral (L) low points of the mitral annulus (5).

MitralClip (MC) je implantát vyrobený zo zlúčeniny kobaltu a chrómu s dvoma ramenami, ktoré sa otvárajú a zatvárajú pomocou záväzacieho katétra. Hrot katétra je transseptálne zavedený do ľavej predsieni, následne sa cez mitrálne ústie v LK umiestni do kolmej roviny s plochou mitrálneho anulu a so začiatkom regurgitačného jetu. Cípy mitrálnej chlopne sú zachytené ramenami MC, ktorý je v ďalšom kroku uzavretý, čím dôjde k spojeniu cípov. Cieľom je zmenšiť MR aspoň na 2+. Postprocedurálne sa pomocou transtorakálnej echokardiografie (TTE), respektíve transezofageálnej echokardiografie (TEE) posúdia morfológické parametre a stredný tlakový gradient na mitrálnej chlopni. Ak redukcia MR nie je dostatočná, môžeme MC reponovať, implantovať ďalší alebo indikovať chirurgické riešenie. Procedúra sa vykonáva v celkovej anestéze a jej priebeh sa vedie pod skiaskopickou a TEE kontrolou (4).

Obrázky 1 a 2 zobrazujú zložitú anatómiu a dynamiku mitrálnej chlopne (MV).

MitralClip a odporúčania

Optimálna starostlivosť o pacientov s chlopňovou chybou má byť sústredená do centier, ktoré sprostredkujú všetky dostupné možnosti diagnostiky, manažmentu a liečby, vrátane skúseností s komplexnou opravou aortálnej a mitrálnej chlopne, aortálnej chirurgie a transkatérovej terapie.

Perkutánne intervencie na MV možno zvážiť u vybraných inoperabilných alebo vysokorizikových pacientov so závažnou MR.

Echokardiografickým kritériom je, aby regurgitácia bola spôsobená malokaptáciou stredných skalopov predného a zadného cípu MV.

Všetci pacienti musia užívať optimálnu medikamentóznú liečbu, ktorej súčasťou je aj resynchronizačná terapia.

Konkrétne indikačné odporúčania MitralClipu sú uvedené v jednotlivých tabuľkách:

- ESC/EACTS – **tabuľka 1** (6) a **tabuľka 2** (7),
- ACC/AHA – **tabuľka 3** (8),
- ACCF/AHA – **tabuľka 4** (9),
- FDA – **tabuľka 5** (10).

EVEREST II štúdia

EVEREST II je prospektívna multicentrická randomizovaná štúdia, ktorá porovnáva intervenčnú liečbu MC s chirurgickou terapiou.

Do štúdie zaradení pacienti boli rozdelení do dvoch vetiev v pomere 2 : 1. V intervenčnej vetve bolo 184 a v chirurgickej 95 pacientov (11).

Výsledky štvorročného sledovania uvádza **tabuľka 6**.

90 pacientom bol počas intervencie implantovaný jeden MC, 68 dva a piati podstúpili dodatočnú implantáciu MC s časovým odstupom.

Tabuľka 1 ESC/EACTS odporúčania liečby srdcových chlopňových chýb (2012) (6)**Table 1** ESC/EACTS guidelines on the management of valvular heart disease (2012) (6)

	Trieda (Class ^a)	Hladina dôkazov (Level ^b)
Perkutánnu MitralClip procedúru možno zvážiť u symptomatických pacientov, so závažnou primárnou alebo sekundárnou mitrálnou regurgitáciou napriek optimálnej medikamentóznej terapii (vrátane resynchronizačnej terapie – CRT), ktorí spĺňajú echokardiografické kritériá vhodnosti, sú heart teamom označení za inoperabilných alebo operabilných pri vysokom riziku a majú očakávanú dĺžku života dlhšiu ako jeden rok. (<i>The percutaneous mitral clip procedure may be considered in patients with symptomatic severe secondary MR despite optimal medical therapy (including CRT if indicated), who fulfil the echo criteria of eligibility, are judged inoperable or at high surgical risk by a team of cardiologists and cardiac surgeons, and who have a life expectancy greater than 1 year</i>).	Iib	C

a – class of recommendations, *b* – level of evidence

Tabuľka 2 ESC odporúčania pre diagnostiku a liečbu akútneho a chronického srdcového zlyhávania (2012) (7)**Table 2** ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure (2012) (7)

U pacientov s indikáciou na opravu chlopne, ktorí však boli posúdení ako inoperabilní alebo operabilní pri vysokom riziku, perkutánnu edge-to-edge opravu by sa mala zvážiť za účelom zlepšenia symptómov. (*In patients with an indication for valve repair, but judged inoperable or at unacceptably high surgical risk, percutaneous edge-to-edge repair may be considered in order to improve symptoms*).

Tabuľka 3 ACC/AHA odporúčania liečby pacientov so srdcovou chlopňovou chybou – odporúčania liečby chronickej primárnej mitrálnej regurgitácie (2014) (8)**Table 3** ACC/AHA guideline for the management of patients with valvular heart disease – Recommendations for chronic primary mitral regurgitation (2014)

	Trieda (Class ^a)	Hladina dôkazov (Level ^b)
Transkatérovú opravu mitrálnej chlopne možno zvážiť u významne symptomatických pacientov s chronickou primárnou mitrálnou regurgitáciou, ktorí majú primeranú očakávanú dĺžku života, ale veľmi vysoké operačné riziko zapríčinené pridruženými komorbiditami. (<i>Transcatheter mitral valve repair may be considered for severely symptomatic patients (NYHA class III/IV) with chronic severe primary mitral regurgitation (stage D) who have a reasonable life expectancy but a prohibitive surgical risk because of severe comorbidities</i>).	Iib	B

a – class of recommendations, *b* – level of evidence (8)

Tabuľka 4 ACCF/AHA odporúčania liečby srdcového zlyhávania (2013) (9)**Table 4** ACCF/AHA guideline for the management of heart failure (2013)

	Trieda (Class ^a)	Hladina dôkazov (Level ^b)
Transkatérová oprava alebo chirurgické riešenie funkčnej mitrálnej regurgitácie nemajú jasný benefit pre pacienta a mali by byť zvážené len po dôkladnom výbere pacienta, ktorý adekvátne užíval medikamentóznú terapiu. (<i>Transcatheter mitral valve repair or mitral valve surgery for functional mitral insufficiency is of uncertain benefit and should be considered after careful candidate selection and with a background of guideline-directed medical therapy</i>).	Iib	B

a – class of recommendations, *b* – level of evidence (9)

Tabuľka 5 FDA uznesenie o MitralClipe (2013) (10)**Table 5** FDA approval of MitralClip (2013) (10)

MitralClip je indikovaný na redukciu signifikantnej symptomatickej MR 3+/4+ u pacientov s veľmi vysokým operačným rizikom (podľa heart teamu), u ktorých komorbiditá neprevyšujú nad možným prínosom zo zníženia mitrálnej regurgitácie. (*The MitralClip Clip delivery system is indicated for the percutaneous reduction of significant symptomatic MR 3+/4+ in patients who have been determined by a cardiac surgeon to be at too high risk for open mitral valve surgery and in whom existing comorbidities would not preclude the expected benefit from correction of the mitral regurgitation*).

MR – mitrálna regurgitácia (mitral regurgitation)

Komplikácie boli v mesačnom sledovaní nižšie v MC vetve, v ďalšom období bez významného rozdielu v porovnaní s kardiochirurgickou vetvou (12).

V oboch vetvách došlo k spätnej remodelácii LK, výraznejšie zlepšenie bolo zaznamenané v chirurgickej vetve (chirurgická vetva 4,84 cm ± 0,67 cm vs. MC vetva 5,25 cm

Tabuľka 6 EVEREST II – výsledky štvorročného sledovania (11)

Tabuľka 6 EVEREST II – outcomes of 4 years follow-up (11)

	MitralClip	Chirurgický prístup (Surgical)	P (P value)
Mortalita (Mortality)	17,4 %	17,8 %	p = 0,914
MR 3+ / 4+	21,7 %	24,7 %	p = 0,745
Dodatočný chirurgický výkon – 1R (MV surgery or reoperation – 1R)	20,4 %	2,2 %	p < 0,001
Dodatočný chirurgický výkon – 4R (MV surgery or reoperation – 4R)	24,8 %	5,5 %	p < 0,001
Efektivita výkonu – 1R (Efficacy – 1R)	55 %	73 %	p = 0,007
Efektivita výkonu pri funkčnej MR (Efficacy of the procedure in case of functional MR)	34,1 %	22,7 %	p = 0,344
Komplikácie v 30 dňoch (30 days complications)	15 %	48 %	p < 0,001
Komplikácie v 30 dňoch bez transfúzií (30 days complications without transfusion)	5 %	10 %	p = 0,23

1R – v prvom roku sledovania (in first year), 4R – v štvorročnom sledovaní (in 4 years follow-up), MR – mitrálna regurgitácia (mitral regurgitation)

± 0,65 cm, $p < 0,001$), avšak postoperačne došlo aj k výraznejšej redukcii ejekčnej frakcie LK (chirurgická vetva -6,8 % ± 10,1 % vs. MC vetva -2,8 % ± 7,2 %; $p = 0,005$).

Hoci pacienti v MC vetve dosiahli menší pokles MR v ročnom sledovaní, po prvom roku sa vyskytli rekurencie MR v oboch vetvách. Mortalita sa neodlišovala medzi jednotlivými vetvami ani v jednoročnom ani štvorročnom sledovaní (13).

V podskupine pacientov s funkčnou MR mali v oboch vetvách podobné prežívanie, rekurenciu MR3+/4+ aj potrebu chirurgickej intervencie. Chirurgická liečba pacientov s LK dysfunkciou a pridruženým postihnutím koronárnych ciev je limitovanejšia oproti chirurgickej terapii izolovanej chlopňovej chyby. Reziiduálna MR alebo jej rekurencia je častejšia. Chirurgická liečba týchto pacientov a pacientov s vekom nad 70 rokov nebola superiorna v porovnaní s intervenčným riešením, podobný trend bol zaznamenaný aj v podskupine so zníženou systolickou funkciou LK. Avšak na potvrdenie tohto výsledku je potrebné ďalšie skúmanie (14).

Pacienti s degeneratívnou MR mali vyšší prínos z chirurgickej liečby.

Výsledky štúdie sú ovplyvnené prvými skúsenosťami s touto metodikou. Po ukončení štúdie sa implantácia dvoch MC stala častejšou súčasťou procedúr (11).

Úloha trojrozmernej TEE pri vedení intervencie

Perkutánnu katérovú edge-to-edge MC oprava MV pozostáva zo spojenia predného a zadného cípu MV kovovým klipom (15). Výkon má niekoľko krokov a každý z nich si vyžaduje TEE kontrolu. Vzhľadom na štandardizáciu boli zvolené štyri základné projekcie, ktoré sú nevyhnutné v akomkoľvek kroku (16).

Miesto punkcie interatriálneho septa (IAS) je veľmi dôležité. 4 – 4,5 cm vzdialenosť punkcie od MV zabezpečuje dostatočný priestor na správne zavedenie katétra s MC do ľavej predsene. Laterálna projekcia na IAS umožňuje vizualizovať miesto punkcie IAS a MV v jednej rovine.

Zavádzanie katétra s MC do ľavej predsene a jeho smerovanie oproti MV vyžadujú trojrozmerné (3D) zobrazenie, ktoré zobrazí vzájomné priestorové uloženie zavádzacieho katétra, steny predsene a IAS. Oblá projekcia na IAS zabezpečuje vhodný obraz (17).

Orientovanie ramien klipu kolmo na líniu koaptácie MV je nevyhnutne dôležité pre úspešnú procedúru. Nekolmé implantácie vedú k zlyhaniu procedúry alebo neadekvátnemu uchyteniu jedného alebo oboch cípov. Projekcia umožňujúca zobrazenie otvoreného ramena klipu a v hlbšej rovine líniu koaptácie MV umožňuje jemné doladenie implantácie. Táto projekcia je výrazne presnejšia ako dvojrozmerná (2D) TEE transgastrická projekcia (18).

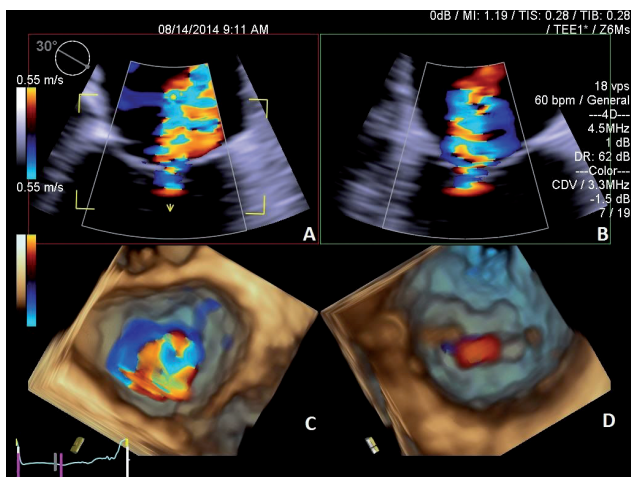
Najdôležitejším krokom je správne zachytenie cípov chlopne. Dnes sa tento krok vykonáva pod 2D TEE kontrolou, pretože rozlíšenie pomocou 3D zobrazenia nedokáže zobraziť tenké cípy chlopne medzi ramenami MC. Hneď po zachytení cípov je najdôležitejšou otázkou určenie ich adekvátnych častí, ktoré majú byť spojené. Vzhľadom na to, že klip sa vkladá zospodu, 3D projekcia z LK je veľmi cenná pre priebeh procedúry. Toto zobrazenie umožňuje posúdiť adekvátnosť inzercie klipu, reziiduálne ústia, počet a umiestnenie jednotlivých MC (19).

Obrázky 3 a 4 znázorňujú 2D a 3D TEE zobrazenie mitrálny insuficiencie pred a po intervencii.

Najaktuálnejšie uverejnené výsledky týkajúce sa intervenčnej liečby MR

Chirurgický postup je ideálny u pacientov s nízkym operačným rizikom a zlou anatómiou MV a naopak MC je ideálny pre pacientov s vysokým operačným rizikom a dobrou anatómiou MV (20).

MC nie je len paliatívna, ale aj plnohodnotná terapeutická metóda. Intervenčná terapia musí byť rovnako kvalitná ako chirurgická (zlepšenie kvality života, bez zvýšenia morbidita a mortality, regurgitácie či stenózy, bez progresie ochorenia, obštrukcie výtokového traktu LK, zmien vo funkcii LK a bez vzniku fibrilácie predsiení) (21).



Obrázok 3 2D a 3D TEE zobrazenie závažnej mitrálnej regurgitácie

Figure 3 2D a 3D TEE of severe mitral regurgitation

A a B – 2D TEE projekcia, C – 3D TEE rekonštrukcia, pohľad z ľavej predsene, D – 3D TEE rekonštrukcia pohľad z ľavej komory, 2D – dvojrozmerný, 3D – trojrozmerný, TEE – transezofageálna echokardiografia (zdroj: Siemens, USA) (A and B – 2D TEE projection, C – 3D reconstruction, view from the left atrium, D – 3D TEE reconstruction, view from the left ventricle, 2D – two dimensional, 3D – three dimensional, TEE transeophageal echocardiography)

Na zhodnotenie výsledku je potrebné vykonať 3D echokardiografické vyšetrenie.

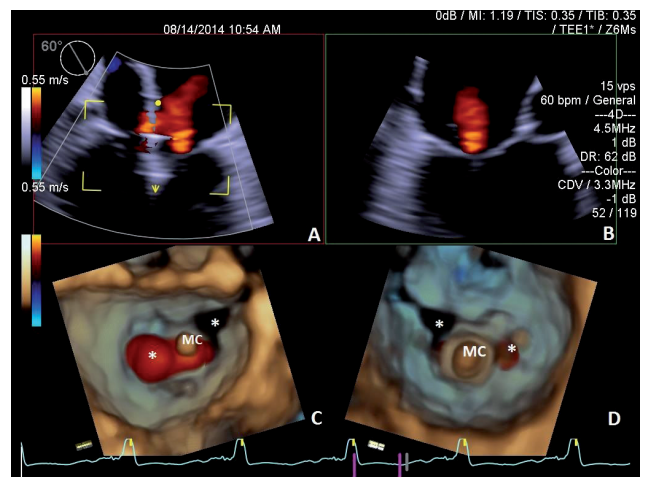
Degeneratívna MR

- Kardiochirurgická liečba je zlatým štandardom u mladých pacientov bez komorbidít.
- MC je vhodná paliatívna terapia u inoperabilných pacientov.
- MC je jednou z terapeutických možností u pacientov so stredným operačným rizikom, ale výkon musí byť usku- točnený v špecializovanom centre.

Funkčná MR

- Chirurgická liečba izolovanej funkčnej MR je vysokorizikový výkon, menej rizikový intervenčný výkon môže byť vhodnejší aj keď menej efektívny.
- Chirurgický postup by sa mal zväžiť u pacientov so stredným operačným rizikom, najmä ak sú prítomné asociované komorbidity.
- Je potrebné liečiť pacientov v skorom štádiu ochorenia.
- Prognóza pacientov s funkčnou/ischemickou MR závisí od funkcie LK, prítomnosti chronického srdcového zlyhávania, stavu koronárnych ciev a komorbidít (funkcia obličiek, pľúc a diabetes mellitus (22).

ESC odporúčania nešpecifikujú, či liečiť ischemickú MR (trieda IIb) jej opravou alebo náhradou. Chýbajú presvedčivé dôkazy, určujúce, ktorá stratégia je superiorna (23).



Obrázok 4 2D a 3D TEE zobrazenie postintervenčne výrazne redukovanej mitrálnej regurgitácie

Figure 4 2D a 3D TEE of significantly reduced mitral regurgitation following intervention

A a B – 2D TEE projekcia, C – 3D TEE rekonštrukcia, pohľad z ľavej predsene, D – 3D TEE rekonštrukcia, pohľad z ľavej komory, 2D – dvojrozmerný, 3D – trojrozmerný, TEE – transezofageálna echokardiografia, MC – MitralClip, * – nové ústia mitrálnej chlopne (zdroj: Siemens, USA) (A and B – 2D TEE projection, C – 3D TEE reconstruction, view from the left atrium, D – 3D TEE reconstruction, view from the left ventricle, 2D – two dimensional, 3D – three dimensional TEE – transeophageal echocardiography, MC – MitralClip, * – new orifice of mitral valve)

Nebol zaznamenaný žiadny signifikantný rozdiel v reverznej remodelácii LK ani v 12-mesačnom prežívaní medzi pacientmi po chirurgickej oprave alebo náhrade MV. Výhodou náhrady chlopne bola len dlhšia životnosť protézy (24).

Záver

Nástup MitralClip-u do klinickej praxe bol spomalený prvými štúdiami, pri ktorých vysoká cena výkonu nebola vyvážená jeho efektívnosťou a aj napriek intervencii pacienti relatívne často podstúpili chirurgické riešenie. Neskoršie práce tvrdia, že tieto výsledky boli ovplyvnené prvými skúsenosťami s touto novou metodikou. Pri presnom a precíznom uskutočnení má výkon veľmi dobré výsledky. U pacientov s funkčnou MR a u pacientov s veľkým počtom komorbidít nebol chirurgický prístup superiorný vzhľadom na MC. Pri MC intervencii je využitie 3D TEE nevyhnutnosťou. Úspešnosť výkonu výrazne závisí od presnosti implantácie a od posúdenia prípadnej implantácie ďalšieho MC. V prípade použitia MC ako alternatívy chirurgického riešenia nesmie byť intervenčný postup inferiorný k chirurgickej oprave MV. Ďalší vývoj hardware-u a software-u, ako aj ďalšie štúdie zamerané na implantáciu MC u pacientov so stredným operačným rizikom, sú nevyhnutnou skutočnosťou.

Literatúra

1. Carabello BA. Mitral valve repair in the treatment of mitral regurgitation. *Curr Treat Options Cardio Med* 2009;11(6):419-425.
2. Alfieri O, Maisano F, Bonis DM, et al. The double-orifice technique in mitral valve repair: a simple solution for complex problems. *J Thorac Cardiovasc Sur* 2001;122(4):674-681.
3. Maisano F, Vigano G, Blasio A, et al. Surgical isolated edge-to-edge mitral valve repair without annuloplasty: clinical proof of the principle for an endovascular approach. *Eurointervention* 2006;2(2):181-186.
4. Feldman T, Foster E, Donald D, et al. Percutaneous repair or surgery for mitral regurgitation. *N Engl J Med* 2011;364(15):1395-1406.
5. Valocik G, Kamp O, Visser CA. Three-dimensional echocardiography in mitral valve disease. *Eur J Echocardiogr* 2005;6(6):443-454.
6. Vahanian A, Baumgartner H, Bax J, et al. ESC Guidelines on the Management of Valvular Heart Disease. *Eur Heart J* 2012;33(19):2451-2496.
7. McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, et al. ESC guidelines for diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. *Eur J Heart Fail* 2012;14(8):803-869.
8. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease. *J Am Coll Cardiol* 2014;63(22):2438-2488.
9. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, et al. 2013 ACCF/AHA Guideline for management of heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2013;62(16):e147-239.
10. FDA – MitralClip Device, [online]. 2013, [cit. 1.5.2015]. Dostupné online: < <http://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/DeviceApprovalsandClearances/Recently-ApprovedDevices/ucm375149.htm>>.
11. Mauri L, Foster E, Glower DD, et al. 4-year results of a randomized controlled trial of percutaneous repair versus surgery for mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 2013;62(4):317-328.
12. Mauri L, Garg P, Massaro JM, et al. The EVEREST II trial: design and rationale for randomized study of the E-Valve MitralClip system compared with mitral valve surgery for mitral regurgitation. *Am Heart J* 2010;160(1):23-29.
13. Yuksel UC, Kapadia SR, Tuzcu EM, et al. Percutaneous mitral repair: patient selection, results, and future directions. *Curr Cardiol Rep* 2011;13(2):100-106.
14. Kar S. EVEREST II realism: a continued Access study to evaluate the safety and effectiveness of the MitralClip device. Demographics and procedural outcomes. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;77(S1):S146.
15. Feldman T, Wasserman HS, Hermann HC, et al. Percutaneous mitral valve repair using the edge-to-edge technique: six-month results of the EVEREST phase I clinical trial. *J Am Coll Cardiol* 2005;46(11):2134-2140.
16. Faltera FF, Pedrazzini G, Pasotti E, et al. 3D TEE during catheter-based interventions. *JACC: Cardiovascular imaging* 2014;7(3):292-308.
17. Silvestry FE, Rodriguez LL, Herrmann HC, et al. Echocardiographic guidance and assessment of percutaneous repair for mitral clip regurgitation with the Evalve MitralClip: lesson learned from EVEREST I. *J Am Soc Echocardiogr* 2007;20(10):1131-1140.
18. Perk G, Lang RM, Garcia-Fernandez MA, et al. Use of real time three-dimensional transesophageal echocardiography in intra-cardiac catheter-based interventions. *J Am Soc Echocardiogr* 2009;22(8):865-882.
19. Altiok E, Becker M, Hamada S, et al. Real-time 3D TEE allows optimized guidance of percutaneous edge-to-edge repair of mitral valve. *JACC: Cardiovascular imaging* 2010;3(11):1196-1198.
20. Maisano F, Franzen O, Baldus S, et al. Percutaneous mitral valve interventions in the real world: early and 1-year results from the ACCESS-EU, a prospective, multicenter, nonrandomized post-approval study of the MitraClip therapy in Europe. *J Am Coll Cardiol* 2013;62(12):1052-1061.
21. Feldman T, Young A. Percutaneous approaches to valve repair for mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 2014;63(20):2057-2068.
22. Kliger CA, Ruiz CE. Percutaneous treatment of primary and secondary mitral regurgitation: Overall scope of the problem. *Intervent Cardiol Clin* 2012;1(1):73-83.
23. Maisano A. Technical aspects – issues in clinical practise. [online]. June 2014, [cit. 1.5.2015] Dostupné online: <<http://www.pconline.com/ALL-YOU-NEED-TO-KNOW-SESSIONS/All-you-need-to-know-about-mitral-valve-interventions>> .
24. Acker Ma, Parides MK, Perrault, et al. Mitral-valve repair versus replacement for severe ischemic mitral regurgitation. *N Eng J Med* 2014;370(1):23-32.