

Ventriculo-ventricular interaction in severe aortal stenosis

Ventrikulo-ventrikulárna interakcia pri závažnej aortálnej stenóze

Dvorožňáková M¹, Fülöp P², Valočik G³

¹II. Kardiológická klinika, Východoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb, a. s. a UPJŠ LF, Košice, Slovenská republika

Dvorožňáková M, Fulop P, Valocik G. **Ventriculo-ventricular interaction in severe aortal stenosis.** Cardiology Lett. 2022;31(1):23–28

Abstract. *Aims:* At the present time, the right ventricular (RV) function in patients with aortic stenosis (AS) is insufficiently taken into account in the decision-making process of aortic valve replacement. The aim of our study was to evaluate by modern 3D echocardiographic methods the significance of RV dysfunction in patients with severe AS.

Methods: This is a prospective analysis of 41 patients with severe high gradient (HG) and low gradient (LG) AS. In addition to basic echocardiographic parameters, we evaluated the function of the left ventricle (LV) and RV on the basis of 3D reconstruction using a prototype program for 3D analysis of heart chambers. Enddiastolic, endsystolic volumes of the LV and RV, ejection fraction (EF) and stroke volumes of both chambers were assessed.

Results: There were more patients with RV dysfunction in the LG AS group (defined as RV EF < 45%) than in the HG AS group (90% vs 10%, $p=0.01$). Patients with LG AS had worse RV function than patients with HG AS (RV EF 26% vs 40%, $p=0.01$). There was no significant difference in RV dysfunction in the subgroup of patients with and without pulmonary hypertension ($p=0.08$). Multiple regression analysis revealed that the only predictor of RV function is the LV function. There was significant correlation between LV EF and RV EF ($r=0.74$, $p<0.0001$).

Conclusions: According to our results we can state that RV dysfunction is more common in patients with LG AS than in patients with HG AS and the only predictor of RV dysfunction is LV dysfunction, probably based on ventriculo-ventricular interaction. Pulmonary hypertension in patients with severe AS does not predict RV dysfunction. Fig. 4, Tab. 1, Ref. 22, on-line full text (Free, PDF) www.cardiologyletters.sk

Key words: aortic stenosis – low gradient severe aortic stenosis – high gradient severe aortic stenosis – transesophageal 3D echocardiography

Dvorožňáková M, Fülöp P, Valočik G. **Ventrikulo-ventrikulárna interakcia pri závažnej aortálnej stenóze.** Cardiology Lett. 2022;31(1):23–28

Abstrakt. *Ciele:* V súčasnosti sa funkcia pravej komory (PK) u pacientov s aortálnou stenózou (AS) nedostatočne zohľadňuje v rozhodovacom procese náhrady aortálnej chlopne. Cieľom našej štúdie bolo zhodnotiť význam dysfunkcie PK u pacientov so závažnou AS modernými 3D echokardiografickými metodikami.

Metódy: Ide o prospektívnu analýzu 41 pacientov so závažnou AS, vysokogradientovou (HG – high gradient) a nízkogradientovou (LG – low gradient). Okrem základných echokardiografických parametrov sme hodnotili funkciu ľavej komory (LK) a PK na základe 3D rekonštrukcie prototypom programu na 3D analýzu dutín srdca. Hodnotili sme enddiastolické a endsystolické objemy LK a PK, ejekčnú frakciu (EF) a vývrhové objemy oboch komôr.

Výsledky: V skupine s LG AS bolo viac pacientov s dysfunkciou PK (definovanou EF PK < 45 %) ako v skupine s HG AS (90 % vs. 10 %, $p=0,01$). Pacienti s LG AS mali horšiu funkciu PK ako pacienti s HG AS (EF PK 26 % vs. 40 %, $p=0,01$). V dysfunkcii PK v podskupine s a bez pľúcnej hypertenzie nebol významný rozdiel ($p=0,08$). Mnohonásobná regresná analýza ukázala, že jediným prediktorom funkcie PK je funkcia LK. Medzi EF LK a EF PK bola signifikantná korelácia ($r=0,74$, $p<0,0001$).

Z ¹II. Kardiológickej kliniky, Východoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb, a. s. a UPJŠ LF, Košice, ²Internej kliniky, Košice Šaca a UPJŠ LF, Košice a ³I. Kardiológickej kliniky, Východoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb, a. s. a UPJŠ LF, Košice, Slovenská republika

Do redakcie došlo dňa 13. februára 2022; prijaté dňa 21. februára 2022

Adresa pre korešpondenciu: Prof. MUDr. Gabriel Valočik, PhD., I. Kardiológická klinika, Východoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb, a. s. a UPJŠ LF, Košice, Ondavská 8, 040 11 Košice, Slovenská republika, e-mail: gabriel.valocik@upjs.sk

Záver: Z dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že dysfunkcia PK je častejšia u pacientov s LG AS ako u pacientov s HG AS a jediným prediktorom dysfunkcie PK je dysfunkcia LK, pravdepodobne na podklade ventrikulo-ventrikulárnej interakcie. Plúcna hypertenzia u pacientov so závažnou AS nepredikuje horšiu funkciu PK. Obr. 4, Tab. 1, Lit. 22, on-line full text (Free, PDF) www.cardiologyletters.sk

Kľúčové slová: aortálna stenóza – nízkogradientová závažná aortálna stenóza – vysokogradientová závažná aortálna stenóza – transezofágová 3D echokardiografia

Podľa EURObservational Research Programme Valvular Heart Disease II Survey je aortálna stenóza (AS) najčastejšia chlopňová chyba v Európe. Na základe monitoringu 5 219 pacientov v tomto programe malo závažnú AS 2 152 pacientov (41,2 %) (1). AS je častá najmä u starších jedincov, po 75. roku života s prevalenciou 12 %. Závažná AS sa vyskytuje s prevalenciou 1 % až 3 % u ľudí nad 65 rokov, pričom jej výskyt sa zvyšuje s vekom (2, 3). Napriek pokrokom v poznaní klinických, genetických a molekulárnych mechanizmov choroby, jedinou metódou liečby je chirurgická alebo intervenčná náhrada aortálnej chlopne (4). V súčasnosti sa závažnosť AS posudzuje podľa viacerých kritérií. Najčastejšia je klasifikácia podľa hemodynamických parametrov [(vrcholová rýchlosť, stredný gradient, plocha aortálneho ústia (AVA – aortic valve area))]. Osobitnú skupinu tvoria pacienti so závažnou nízkogradientovou AS. Sú to pacienti s nízkym stredným gradientom (< 40 mmHg), ale s plochou aortálneho ústia, ktorá zodpovedá závažnej AS ($AVA < 1$ cm²). Súčasné odporúčania, ktoré určujú algoritmy v rozhodovacom procese ohľadom náhrady aortálnej chlopne, okrem systolickej funkcie ľavej komory (LK) nezohľadňujú anatomické a funkčné dôsledky AS na ostatné oddiely srdca (5). Nedávno bola navrhnutá nová anatomická a funkčná klasifikácia pacientov so závažnou AS (6). V nej sa okrem LK berie do úvahy aj funkcia pravej komory (PK). Význam PK bol desaťročia bagatelizovaný prívlastkom zabudnutá komora. Viaceré práce pritom potvrdili, že dysfunkcia PK u pacientov so závažnou AS je významným prediktorom mortality a funkcia PK by mala byť systematicky hodnotená (7 – 9). Funkcia PK vo vyššie uvedených prácach bola hodnotená z viacerých parametrov dvojrozmernej a jednorozmernej echokardiografie, ktoré sú zatažené chybami a nepresnosťami v hodnotení funkcie PK. Doposiaľ nie sú štúdie, ktoré by hodnotili funkciu PK u pacientov so závažnou AS modernými trojrozmernými (3D) echokardiografickými metódami, ktoré sa vyznačujú vyššou presnosťou v porovnaní s 2D echokardiografickými metódami. Preto cieľom našej štúdie bolo zhodnotiť význam dysfunkcie PK u pacientov so závažnou AS modernými 3D echokardiografickými metódami.

Metódy

Pacienti

Ide o prospektívnu analýzu pacientov so závažnou AS. Do štúdie boli vybratí pacienti so závažnou AS, u ktorých bola

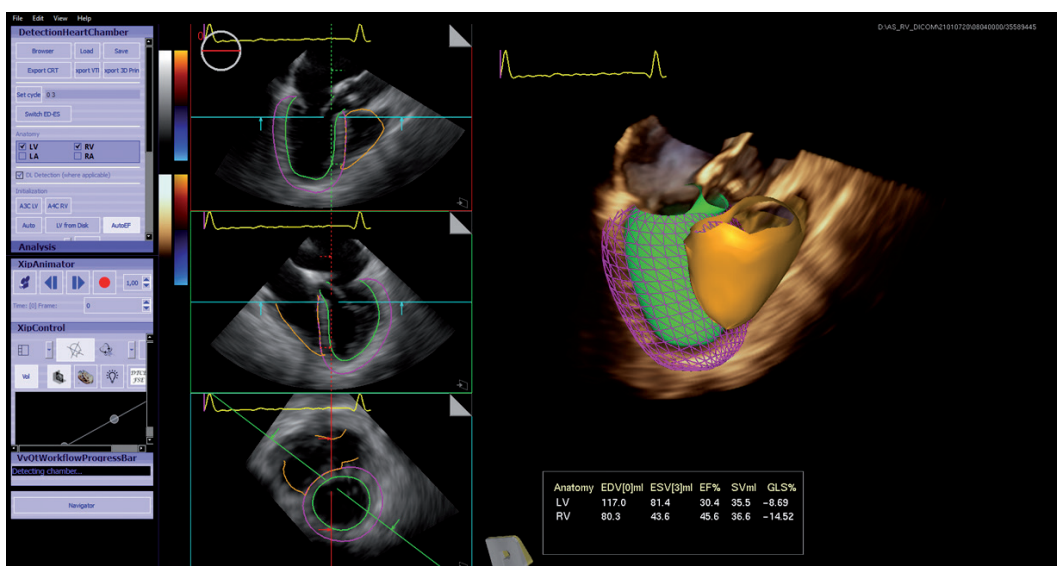
realizovaná transezofágová 3D echokardiografia (3D TEE) kvalitným 3D záznamom LK a aj PK (ultrazvukový systém Siemens Acuson SC 2000 Prime, Mountain View, CA, USA). Pacienti boli vyšetrení na echokardiografickom pracovisku I. kardiologickej kliniky Východoslovenského ústavu srdcových a cievnych chorôb, a. s. a UPJŠ LF v Košiciach. Medzi inklúzne kritériá patrila závažná AS, vysokogradientová (HG – high gradient) a nízkogradientová (LG – low gradient). Vysokogradientová AS bola definovaná hemodynamicky ako AS s maximálnou transvalvulárnou rýchlosťou > 4 m/s, stredným gradientom > 40 mmHg a $AVA < 1$ cm². Nízkogradientová AS bola definovaná maximálnou transvalvulárnou rýchlosťou < 4 m/s, stredným gradientom < 40 mmHg a $AVA < 1$ cm². Pseudostenóza v tejto podskupine pacientov bola vylúčená podľa platných odporúčaní, a to dobutamínovou záťažovou echokardiografiou, ako aj hodnotením kalciového skóre aortálnej chlopne CT vyšetrením (10). Okrem základných echokardiografických parametrov, ktoré sú zaužívané pri hodnotení AS, sme hodnotili funkciu LK a PK na základe 3D rekonštrukcie prototypom programu na 3D analýzu dutín srdca (Siemens, EchoBuildR v3.5.0., Mountain View, CA, USA). Ide o automatickú 3D analýzu funkcie LK a PK, kde sme hodnotili enddiastolické a endsystolické objemy LK a PK, EF a vývrhové objemy oboch komôr (**obrázok 1**). Navyše sa hodnotila aj longitudinálna (GLS – global longitudinal strain) a cirkumferenciálna deformácia LK a PK (GCS – global circumferential strain) a stupeň zakrivenia interventrikulárneho septa. Plúcna hypertenzia (PH) sa hodnotila echokardiograficky z trikuspidálnej regurgitácie podľa platných odporúčaní (11).

Každý pacient pred vyšetrením podpísal informovaný súhlas. Štúdia bola schválená etickou komisiou ústavu.

Štatistické metódy. Kvantitatívne údaje sa hodnotili ako priemer $\pm$ štandardná deviácia. Kvalitatívne údaje boli vyjadrené v percentách. Údaje boli porovnané ANOVA testom, respektíve χ^2 testom. Vzťah medzi jednotlivými parametrami sa hodnotil lineárnou, respektíve mnohonásobnou regresnou analýzou. Za štatisticky významné sa považovali analýzy s hodnotou $p < 0,05$.

Výsledky

Základné echokardiografické údaje sú uvedené v **tabuľke 1**.

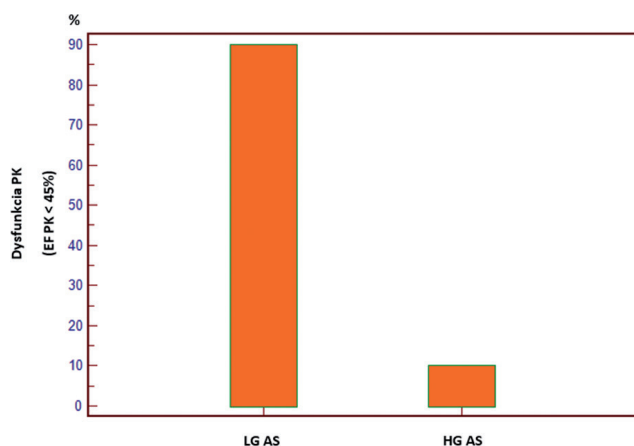


Obrázok 1 3D analýza funkcie ľavej komory (EK), pravej komory (PK), enddiastolické objemy (EDV), endsystolické objemy (ESV), vývrhové objemy (SV), ejekčné frakcie (EF) a globálny longitudinálny strain (GLS)

Tabuľka 1 Základné charakteristiky

Charakteristika	Všetci pacienti (n = 41)	LG AS (n = 13)	HG AS (n = 28)	p
Vek	73,2 ± 10	75,46 ± 6,91	72,25 ± 11,12	0,3
AVA VTI (cm ²)	0,62 ± 0,16	0,71 ± 0,12	0,585 ± 0,17	0,1
AVA/BSA (cm ² /m ²)	0,33 ± 0,10	0,37 ± 0,07	0,313 ± 0,11	0,08
Ao Vmax (m/s)	4,05 ± 0,65	3,47 ± 0,4	4,319 ± 0,56	< 0,001
PG (mmHg)	67,32 ± 20,46	48,94 ± 12,34	75,854 ± 17,73	< 0,001
MG (mmHg)	41,15 ± 13,40	28,45 ± 7,54	47,050 ± 11,27	< 0,001
SV LVOT (ml)	62,19 ± 19,68	60,12 ± 17,21	63,160 ± 20,96	0,6
SVi LVOT (ml/m ²)	32,14 ± 10,67	31,78 ± 11,12	32,305 ± 10,66	0,8
Prietok (ml/úder)	147,29 ± 61,57	168,0 ± 36,46	137,679 ± 68,72	0,1
EF EK (%)	35,25 ± 14,33	32,7 ± 14,9	36,430 ± 14,21	0,4
EDV EK (ml)	154,15 ± 56,64	157,98 ± 43,88	152,315 ± 62,6	0,7
ESV EK (ml)	103,13 ± 51,11	109,85 ± 46,84	99,916 ± 53,65	0,5
SV EK (ml)	51,02 ± 21,07	48,14 ± 17,1	52,413 ± 22,93	0,5
GLS EK (%)	-7,90 ± 5,67	-6,66 ± 4,82	-8,504 ± 6,04	0,3
GCS EK (%)	-18,22 ± 10,23	-16,7 ± 7,8	-18,954 ± 11,28	0,5
EF PK (%)	36,5 ± 17,05	26,15 ± 15,2	40,888 ± 16,09	0,01
EDV PK (ml)	109,2 ± 34,53	112,57 ± 26,59	107,641 ± 38,03	0,6
ESV PK (ml)	71,66 ± 36,27	81,79 ± 29,88	66,984 ± 38,50	0,2
SV PK (ml)	37,54 ± 15,55	30,79 ± 16,38	40,657 ± 14,42	0,06
GLS PK (%)	-17,87 ± 11,71	-16,13 ± 10,3	-18,673 ± 12,42	0,5
GCS PK (%)	-11,34 ± 10,48	-7,68 ± 7,17	-13,033 ± 11,43	0,1
Zakrivenie PK v diastole	-0,31 ± 3,37	-0,09 ± 0,76	-0,411 ± 4,0	0,7
Zakrivenie PK v systole	1,02 ± 3,33	0,57 ± 2,67	1,232 ± 3,6	0,5
sPAP (mmHg)	22,9 ± 30,43	23,53 ± 31,15	22,607 ± 30,67	0,9

Priemery ± SD. AVA VTI – plocha aortálneho ústia podľa VTI, PG – vrcholový gradient, MG – stredný gradient, SV – vývrhový objem, LVOT – výtokový trakt ľavej komory, EF – ejekčná frakcia, EK – ľavá komora, PK – pravá komora, EDV – enddiastolický objem, ESV – endsystolický objem, GLS – globálny longitudinálny strain, GCS – globálny cirkumferenciálny strain, sPAP – systolický tlak v pľúcnici



Obrázok 2 Percentuálne zastúpenie pacientov s dysfunkciou pravej komory (PK), definovanou EF PK < 45 %, v skupine s nízkogradientovou aortálnou stenózou (LG AS) a vysokogradientovou aortálnou stenózou (HG AS)

V našom súbore pacientov bolo signifikantne viac pacientov s dysfunkciou PK (definovanou EF PK < 45 %) v skupine LG AS (90 %) ako v skupine HG AS (10 %) ($p = 0,01$, **obrázok 2**). Nebol významný rozdiel v dysfunkcii PK v podskupine s a bez PH ($p = 0,08$). Ale pacienti s LG AS mali horšiu funkciu PK (26 %) ako pacienti s HG AS (40 %) ($p = 0,01$, **obrázok 3**).

Mnohonásobná regresná analýza ukázala, že jediným prediktorom funkcie PK je funkcia LK ($p < 0,0001$). Medzi EF LK a EF PK bola signifikantná korelácia ($r = 0,74$, $p < 0,0001$, **obrázok 4**).

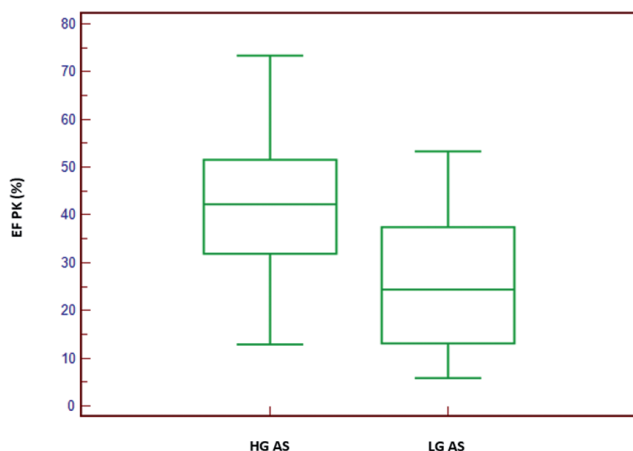
ANOVA test u pacientov s AS ukázal významne horšiu cirkumferenciálnu deformáciu PK v podskupine s PH, ako

u pacientov bez PH. Svedčí to o zlyhaní funkcie transversálnych svalových vlákien PK.

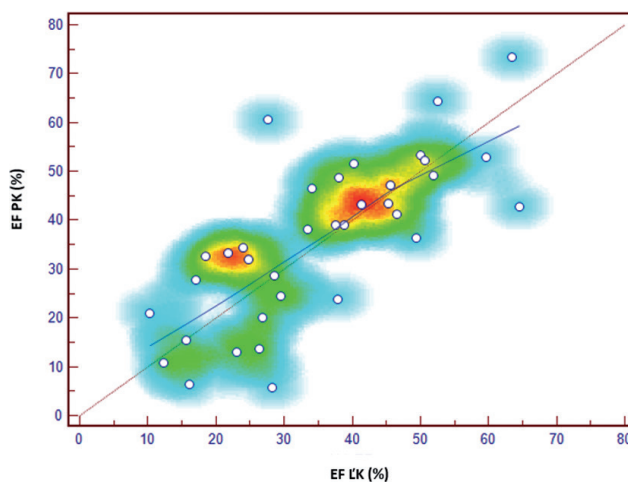
Diskusia

Naša práca poukazuje na význam hodnotenia funkcie PK pomocou 3D TEE. Založená je na nasledovných faktoch. Viac ako polovica pacientov (53 %) so závažnou AS malo dysfunkčnú PK, ak tá bola hodnotená EF PK < 45 %. Väčšina pacientov s dysfunkčnou PK bola zastúpená v podskupine s LG AS. Rovnako, pacienti s LG AS mali horšiu funkciu PK ako pacienti s HG AS (26 % versus 40 %). Jediným prediktorom funkcie PK bola funkcia LK, teda EF LK. Pľúcna hypertenzia nepreukázala významný vplyv na funkciu PK. Medzi EF LK a EF PK bola významná korelácia.

3D echokardiografia sa v súčasnosti považuje za presnú metodiku v hodnotení funkcie a objemov najmä LK. Úplne automatické modalita hodnotenia objemov a EF LK sa porovnávali s hodnotami objemov a EF získanými magneticou rezonanciou, ktorá sa považuje za zlatý štandard (12). Objemy (enddiastolický a endsystolický) boli v prípade 3D echokardiografie mierne podhodnotené, hodnoty EF boli takmer identické. Hoci sa v súčasnosti odporúča hodnotenie funkcie LK 2D echokardiografiou, na pracoviskách, ktoré majú skúsenosti s 3D echokardiografiou, sa odporúča hodnotenie objemov a funkcie LK z 3D echokardiografie. V prípade PK sa podľa súčasných odporúčaní hodnotí funkcia PK integračne, čo znamená využitie viacerých parametrov (dopplerovských, jednorozmernej a dvojrozmernej echokardiografie) pri hodnotení funkcie PK (13). Vyplýva to z nepresnosti týchto metodík. Vzhľadom na nepravidelný tvar PK je meranie objemov a EF PK zložitejšie ako v prípade LK, ktorá má jednoduchší geometrický tvar. Pri



Obrázok 3 Ejekčná frakcia pravej komory (EF PK) u pacientov s vysokogradientovou aortálnou stenózou (HG AS) a nízkogradientovou aortálnou stenózou (LG AS)



Obrázok 4 Korelačný graf funkcie pravej komory (PK) a ľavej komory (LK)

porovnaní 3D echokardiografie s magnetickou rezonanciou pri volumetrii, respektíve hodnotení EF PK, boli objemy signifikantne podhodnotené 3D echokardiografiou, ale nebola zaznamenaná signifikantná deviácia pri meraní EF pomocou 3D echokardiografie (14). Podľa našich znalostí ide o prvú prácu, v ktorej sa funkcia LK a PK hodnotila z 3D echokardiografie vo vzťahu k AS.

Úzky vzťah medzi funkciou PK a LK je najpravdepodobnejšie podmienený ventrikulo-ventrikulárnou interakciou (VVI). Pojmom VVI označujeme kumulatívny efekt plnenia, funkcie, geometrie a synchronie jednej komory na plnenie, funkciu, geometriu a synchroniu kontralaterálnej komory (15). Pri normálnych podmienkach je významná časť mechanickej práce PK generovaná kontrakciou LK. VVI sa stáva významnou najmä pri tlakovom a objemovom preťažení komôr a ovplyvňuje priebeh a prognózu ochorenia. PK a LK majú spoločné interventrikulárne septum (IVS), perikard a cirkulárne svalové vlákna, ktoré obklopujú obe komory. Voľnú stenu PK tvoria v prevažne transversálne vlákna, ktoré zabezpečujú priečnu kompresiu PK a podieľajú sa 20 až 30 % na funkcii PK. Septum, ktoré patrí tak PK, ako aj LK, a je teda biventrikulárne, tvorí asi 40 % čistej hmotnosti srdca ($LK = 38 \pm 5 \%$, $IVS = 35 \pm 4 \%$ a $PK = 27 \pm 1 \%$). Svalovinu IVS tvoria šikmo prebiehajúce descendntné a ascendntné svalové vlákna, ktoré zvierajú uhol 60° . Takéto usporiadanie/architektúra IVS je vysoko efektívna, pretože sa podieľa 70 – 80 % na funkcii PK. U pacientov s pľúcnou hypertenziou, ale funkčným IVS, neklesá významne funkcia PK, pretože silné IVS kompenzuje dysfunkčnú voľnú stenu PK, ktorá sa len z menšej časti podieľa na celkovej funkcii PK. Naopak, u pacientov s PH a zároveň poškodeným IVS dochádza k významnému zlyhávaniu PK, pretože je dysfunkčná silnejšia zložka PK, teda IVS, a voľná stena PK nie je schopná kompenzovať dysfunkciu IVS. Ďalším predpokladaným mechanizmom interakcie medzi PK a LK je, že pri významnej dilatácii PK alebo LK sa zväčší uhol ($> 60^\circ$) medzi šikmo prebiehajúcimi svalovými vláknami a tým sa efektivita kontrakcie zníži (16).

Význam hodnotenia funkcie PK u pacientov s AS demonštrovali Eleid et al. (17). V súbore 44 pacientov, ktorí podstúpili transkatéetrovú implantáciu aortálnej chlopne (TAVR – transcatheter aortic valve replacement) zistili, že okamžite po implantácii aortálnej chlopne a tým uvoľnení stenózy došlo k zlepšeniu funkcie PK v zmysle zvýšenia vývrhovej práce PK a systolickej rýchlosti trikuspidálneho prstenca. Po TAVR nedošlo k poklesu tlaku v pľúcnici, teda úprava funkcie PK nebola spôsobená úpravou pľúcnej hypertenzie. Autori predpokladali, že zlepšenie funkcie PK bolo dôsledkom VVI. Je všeobecná tendencia vyhnúť sa intervencii pri kombinácii AS a dysfunkcie PK, aj keď úprava funkcie PK po TAVR v tejto práci naznačuje práve opak, teda potrebu intervencie, t. j. TAVR, ktorá potom vedie k úprave aj funkcie PK. Existuje niekoľko spoločných údajov medzi našou prácou a uvedenou štúdiou: v našej skupine pacientov bolo 53 %

pacientov s dysfunkciou PK, v práci spomenutých autorov bolo 50 % pacientov s dysfunkciou PK. Rovnako, nebol významný rozdiel v dysfunkcii PK v podskupine s a bez pľúcnej hypertenzie. Autori v súlade s našimi výsledkami nepotvrdili významný vzťah medzi pľúcnou hypertenziou a dysfunkciou PK a za najpravdepodobnejší mechanizmus, ktorý spôsobuje dysfunkciu PK, označili funkciu LK v rámci VVI.

Wisneski et al. v práci na „solid finite element“ modeli srdca s AS dokumentovali najvyššie napätie v systole v oblasti bazálneho segmentu IVS (18). Možno predpokladať, že práve IVS je najviac zaťaženým miestom pri tlakovom preťažení u pacientov so závažnou AS, z čoho môže vyplývať aj jeden z mechanizmov dysfunkcie PK.

Forsberg et al. sledovali pacientov so závažnou AS, ktorí podstúpili TAVR a chirurgickú implantáciu aortálnej chlopne (SAVR – surgical aortic valve replacement) (19). Hodnotili echokardiografické parametre, ako je posun atrioventrikulárnej roviny (AVPD – atrioventricular plane displacement) na úrovni bočnej steny LK, IVS a voľnej steny PK. Na týchto úrovniach sledovali aj tkanivovým dopplerom hodnotené systolické rýchlosti (PSV – peak systolic velocity). Tieto dve skupiny pacientov boli spárované podľa veku, pohlavia a EF LK. AVPD aj PSV po TAVR, respektíve SAVR v oblasti bočnej steny LK stúpali v oboch skupinách. V oblasti IVS, AVPD a ani PSV nestúpali v podskupine pacientov po SAVR. Voľná stena PK, AVPD a PSV sa nemenili u pacientov po TAVR, ale klesali v skupine pacientov po SAVR. Autori konštatujú, že po TAVR nedochádza k poškodeniu PK na rozdiel od SAVR. TAVR viac chráni PK ako SAVR. Dysfunkcia PK podľa niektorých údajov pretrváva aj jeden rok po kardiochirurgickom výkone (20). Existuje niekoľko pravdepodobných mechanizmov poškodenia PK po kardiochirurgických výkonoch. Po prvé, drény pred PK, pooperačné adhézie, poškodenie pravej predsene (edém steny, mechanická trauma) pri kanylácii pri mimotelovom obehu. Hypotermiou je viac chránená LK ako PK, ktorá je počas operácie aj viac vystavená okolitej teplote operačnej sály (21). Po druhé, nedostatočná perfúzia myokardu PK pri retrográdnej kardioplégii. Allen et al. hodnotili perfúziu myokardu PK pomocou kontrastnej echokardiografie. Výsledky štúdie potvrdili, že LK a IVS boli tri- až štyrikrát lepšie perfundované ako voľná stena PK (22).

Limitácie

Hlavnou limitáciou našej štúdie je, že pľúcna hypertenzia nebola meraná invazívne, ale nepriamo z echokardiografického predpokladu tlakov v pľúcnici na základe dopplerovského vyšetrenia z trikuspidálnej regurgitácie.

Závery

Zo získaných výsledkov môžeme konštatovať, že dysfunkcia pravej komory je častejšia u pacientov s LG AS ako

u pacientov s HG AS a jediným prediktorom dysfunkcie PK je dysfunkcia LK, najpravdepodobnejšie na podklade VVI. Pľúcna hypertenzia u pacientov so závažnou AS nepredikuje horšiu funkciu PK. Možnou klinickou aplikáciou uvedených poznatkov je preferencia TAVR oproti SAVR u pacientov s dysfunkciou PK.

Literatúra

1. Lung B, Delgado V, Rosenhek R, Price S, Prendergast B, Wendler O, et al. Contemporary Presentation and Management of Valvular Heart Disease: The EURObservational Research Programme Valvular Heart Disease II Survey. *Circulation* 2019;140:1156-1169.
2. Osnabrugge RLJ, Mylotte D, Head SJ, Mieghem NMV, Nkomo VT, LeReun CM, et al. Aortic stenosis in the elderly: disease prevalence and number of candidates for transcatheter aortic valve replacement: a meta-analysis and modeling study. *J Am Coll Cardiol* 2013;62:1002-1012.
3. d'Arcy JL, Coffey S, Loudon MA, Kennedy A, Pearson-Stuart J, Birks J, et al. Large-scale community echocardiographic screening reveals a major burden of undiagnosed valvular heart disease in older people: the OxVALVE Population Cohort Study. *Eur Heart J* 2016;37:3515-3522.
4. Grover FL, Vemulapalli S, Carroll JD, Edwards FH, Mack MJ, Thourani VJ, et al. 2016 Annual Report of the Society of Thoracic Surgeons/American College of Cardiology Transcatheter Valve Therapy Registry. *J Am Coll Cardiol* 2017;69:1215-1230.
5. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS guidelines for the management of valvular heart disease: the task force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* 2017;38:2739-2791.
6. Gèneux P, Pibarot P, Redfors B, Mack MJ, Makkar RR, Jaber WA, et al. Staging classification of aortic stenosis based on the extent of cardiac damage. *Eur Heart J* 2017;38:3351-3358.
7. Galli E, Guirette Y, Feneon D, Daudin M, Fournet M, Leguerrier A, et al. Prevalence and prognostic value of right ventricular dysfunction in severe aortic stenosis. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015;16:531-538.
8. Hernandez-Suarez DF, López-Candales A. Subclinical right ventricular dysfunction in patients with severe aortic stenosis: A Retrospective Case Series. *Cardiol Ther* 2017;6:151-155.
9. Zilberszac R, Gleiss A, Schweitzer R, Bruno P, Andreas M, Stelzmüller M, et al. Prognostic value of right ventricular dysfunction and tricuspid regurgitation in patients with severe low-flow low gradient aortic stenosis. *SciRep* 2019;9:14580.
10. Clavel MA, Magne J, Pibarot P. Low-gradient aortic stenosis. *Eur Heart J* 2015;37:2645-2657.
11. D'Alto M, Romeo E, Argiento P, D'Andrea A, Vanderpool R, Correra A, et al. Accuracy and precision of echocardiography versus right heart catheterization for the assessment of pulmonary hypertension. *Int J Cardiol* 2017;168 4058-4062.
12. Spitzer E, Ren B, Zijlstra F, Mieghem NMV, Geleijnse ML. The role of automated 3D echocardiography for left ventricular ejection fraction assessment. *Card Fail Rev* 2017;3:97-102.
13. Lang MR, Badano LP, Mor-Avi V, Afkalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015;16:233-271.
14. Greiner S, Andre F, Heimisch M, Aurich M, Steen H, Katus HA, Mereles D. A closer look at right ventricular 3D volume quantification by transthoracic echocardiography and cardiac MRI. *Clin Radiol* 2019;74:490.e7-490.e14.
15. Frieberg MF, Redington AN. Right ventricular physiology, adaptation and failure in congenital and acquired heart disease. Cham, Switzerland; Springer International Publishing; 2018.
16. Buckberg G, Hoffman JIE. Right ventricular architecture responsible for mechanical performance: Unifying role of ventricular septum. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014;148:3166-3171.
17. Eleid MF, Padang R, Pislaru SV, Greason KL, Crestanello J, Nkomo VT, et al. Effect of transcatheter aortic valve replacement on right ventricular-pulmonary artery coupling. *JACC Cardiovasc Interv* 2019;11:2145-2154.
18. Wisneski AD, Wang Y, Deuse T, Hill AC, Pasta S, Sack KL, et al. Impact of aortic stenosis on myofiber stress: translational application of left ventricle-aortic coupling simulation. *Front Physiol* 2020;11:574211.
19. Forsberg LM, Tamas EV, Vanky F, Nielsen NE, Engvall J, Nylander E. Left and right ventricular function in aortic stenosis patients 8 weeks post-transcatheter aortic valve implantation or surgical aortic valve replacement. *Eur J Echocardiogr* 2011;12:603-611.
20. Alam M, Hedman A, Nordlander R, Samad B. Right ventricular function before and after an uncomplicated coronary artery bypass graft as assessed by pulsed wave Doppler tissue imaging of the tricuspid annulus. *Am Heart J* 2003;146:520-526.
21. Wranne B, Pinto FJ, Hammarstrom E, St Goar FG, Puryear J, Popp RL. Abnormal right heart filling after cardiac surgery: time course and mechanisms. *Br Heart J* 1991;66:435-442.
22. Allen BS, Winkelmann JW, Hanafy H, Hartz RS, Bolling KS, Ham J et al. Retrograde cardioplegia does not adequately perfuse the right ventricle. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109:1116-1124.